

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 88108178.0

51 Int. Cl. 4: **H01H 50/16 , H01H 17/24 , H01H 69/00**

22 Anmeldetag: 21.05.88

30 Priorität: 29.05.87 DE 3718204
 15.06.87 DE 3719946

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 07.12.88 Patentblatt 88/49

84 Benannte Vertragsstaaten:
 DE ES FR GB IT

71 Anmelder: DODUCO GMBH + Co Dr. Eugen
 Dürrwächter
 Im Altgefall 12
 D-7530 Pforzheim(DE)

Anmelder: DOEPKE & CO.
 SCHALTGERÄTEFABRIK
 Stellmacherstrasse 11
 D-2980 Norden(DE)

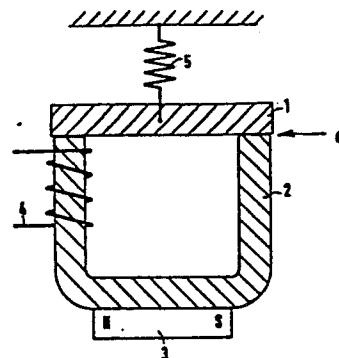
72 Erfinder: Doepke, Franz
 Vor dem Friedhof 3
 D-2980 Norden(DE)
 Erfinder: Schmidt, Manfred, Dipl.-Ing. TU
 Gartenstrasse 4
 D-2984 Hage-Berumbur(DE)
 Erfinder: Bosch, Wolfgang, Dr.-Ing.
 Robert-Bosch-Strasse 6
 D-7530 Pforzheim(DE)
 Erfinder: Gengenbach, Bruno,
 Dipl.-Wirtsch.-Ing.
 Hölderlinstrasse 37
 D-7530 Pforzheim(DE)

74 Vertreter: Twelmeier, Ulrich, Dipl.Phys. et al
 Westliche Karl-Friedrich-Strasse 29-31
 D-7530 Pforzheim(DE)

54 **Elektromagnetischer Auslöser für einen Fehlerstromschutzschalter.**

EP 0 293 702 A1

57 Es wird ein elektromagnetischer Auslöser für einen Fehlerstromschutzschalter mit einem Anker (1) und mit einem Joch (2) beschrieben, welche beide aus einem weichmagnetischen Werkstoff bestehen und bei geschlossenem Schalter mit ihren Polflächen unter Bildung eines minimalen Luftspaltes (6) aneinander anliegen, wobei mindestens eine der Polflächen des Ankers (1) und/oder mindestens eine der gegenüberliegenden Oberflächen des Joches (2) eine dünne Schicht aus einem Hartstoff, insbesondere aus Titannitrid, aufweist.



Elektromagnetischer Auslöser für einen Fehlerstromschutzschalter

Die Erfindung geht aus von einem Auslöser mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen. Ein solcher Auslöser ist aus der DE-27 55 645 B2 bekannt geworden. Er enthält ausser den im Oberbegriff angegebenen Elementen noch einen Dauermagneten, welcher dem Joch anliegt; der von diesem Dauermagnet ausgehende magnetische Kraftfluß bewirkt, dass der Anker entgegen der Wirkung einer am Anker angreifenden Rückzugfeder vom Joch angezogen wird. Ausserdem ist eine das Joch umgebende Auslösespule vorgesehen. Die Auslösespule hat die Aufgabe, einen vom Fehlerstrom abhängigen, dem vom Dauermagneten ausgehenden Kraftfluß entgegengerichteten Kraftfluß zu erzeugen, so dass die Kraft, mit welcher der Anker vom Joch angezogen wird, verkleinert wird und die Rückzugfeder den Anker vom Joch abziehen kann.

Um eine hohe Empfindlichkeit des Auslösers zu erzielen, soll der Luftspalt zwischen dem Anker und dem Joch möglichst klein sein. Ausserdem soll die Ansprechempfindlichkeit des Auslösers über möglichst lange Zeit konstant bleiben. Um das zu erreichen, ist es aus der DE-27 55 645 B2 bekannt, die Oberflächen der Polflächen des Ankers oder des Joches mit einem korrosionsfesten und zähen Stoff mit guten Gleiteigenschaften, nämlich mit einem Metall der ersten, zweiten oder achten Nebengruppe des Periodischen Systems der Elemente oder deren Legierungen mit einer Schichtstärke von bis zu 1 µm zu versehen. Dabei ist insbesondere an die Gruppe der Edelmetalle, vor allen Dingen an Gold gedacht, welche durch elektrolytische Abscheidung oder durch Aufdampfen abgeschieden werden sollen. Durch die Beschichtung soll ein Schmiereffekt erreicht werden, so dass sich während der langen Lebensdauer kein Abrieb mehr bildet und der Luftspalt insoweit konstant bleibt. Es ist in der DE-27 55 645 B2 allerdings angegeben, dass die dünne Beschichtung für einen Korrosionsschutz nicht ausreicht, da sie nicht porenfrei ist. Um Korrosion zu vermeiden, die den Luftspalt ebenfalls verändern könnte, ist deshalb vorgesehen, sowohl als weichmagnetischen Werkstoff für den Anker und für das Joch als auch für die Beschichtung korrosionsfeste Werkstoffe zu verwenden. Dickere Beschichtungen aufzutragen, die einen wirksamen Korrosionsschutz bieten könnten, verbietet sich, da sie die Empfindlichkeit des Auslösers herabsetzen würden.

Um diesen Nachteilen zu begegnen, ist in der DE-34 10 596 A1 vorgeschlagen worden, mindestens die Oberflächen der Polflächen vom Anker oder Joch eines solchen Auslösers für einen Fehlerstromschutzschalter aus einer

pulvermetallurgisch hergestellten, weichmagnetischen Eisen-Nickel-Legierung herzustellen, weil man weiß, dass eine pulvermetallurgisch hergestellte Eisen-Nickel-Legierung oxidationsfester ist als eine schmelzmetallurgisch hergestellte Eisen-Nickel-Legierung. Die Kosten für eine pulvermetallurgisch hergestellte Eisen-Nickel-Legierung sind allerdings höher als für vergleichbare schmelzmetallurgisch hergestellte Eisen-Nickel-Legierungen und die erwünschte zeitliche Konstanz des Luftspaltes wird dennoch nicht erreicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen elektromagnetischen Auslöser für Fehlerstromschutzschalter zu schaffen, der mit vertretbarem Aufwand herstellbar ist und dessen Luftspalt eine verbesserte zeitliche Konstanz aufweist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Auslöser mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Überraschenderweise hat es sich gezeigt, dass man dem Problem der zeitlichen Konstanz des Luftspaltes mit einer dünnen Hartstoffbeschichtung der Polflächen des Ankers und des Joches beikommen kann. Selbst bei Schichtstärken von weniger als 1 µm sind die Hartstoffschichten gegenüber den beim Auslösevorgang und beim Wiedereinschalten des Fehlerstromschutzschalters auftretenden mechanischen Belastungen so verschleißfest, insbesondere abriebfest, dass die zeitliche Konstanz des Luftspaltes im Vergleich zu bekannten Auslösern drastisch verlängert wird. Die optimale Schichtdicke liegt zwischen 0,4 µm und 0,8 µm. Überraschenderweise hat sich weiterhin gezeigt, dass sich bereits mit so dünnen Hartstoffschichten eine wesentliche Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit des Joches und des Ankers erreichen läßt. Die aufgedampften Hartstoffschichten können nämlich schon bei geringeren Schichtstärken als die in der DE-27 55 645 B2 beschriebenen elektrolytisch aufgetragenen Schichten einen porenfreien Film bilden.

Vorzugsweise werden für die Hartstoffschicht Hartstoffe des Titans, insbesondere Titanitrid gewählt. Gut geeignet sind aber auch die Karbide und die Karbonnitride des Titans.

Zum Erzeugen einer solchen Hartstoffschicht eignen sich die Verfahren der chemischen Dampfabscheidung (CVD-Verfahren) und der physikalischen Dampfabscheidung (PVD-Verfahren), insbesondere das Ionenplattieren. Das Kathodenzerstäuben als häufig angewandtes PVD-Verfahren findet bei Temperaturen unter 250 °C statt und hat den Vorteil, dass es keinen Einfluß auf die magnetischen Eigenschaften der zu be-

schichtenden Grundmaterialien des Ankers und des Joches hat. CVD-Verfahren erfordern zwar U.U. das Arbeiten bei höherer Temperatur, ermöglichen es jedoch, durch Variation der Abscheideparameter (Temperatur, Druck, Beschichtungsdauer) im CVD-Reaktor die Oberflächenstruktur, nämlich die Mikrorauigkeit gezielt zu beeinflussen. Damit ist auch eine gezielte Beeinflussung des Luftspaltes und - damit zusammen hängend - der Auslöseempfindlichkeit des Auslösers möglich, wobei die eingestellte Empfindlichkeit infolge der harten Oberfläche langfristig stabil bleibt. Erste Versuche haben gezeigt, dass sich die Langzeitstabilität der Auslöseschwelle des Auslösers durch die erfindungsgemäße Hartstoffbeschichtung im Vergleich zu bekannten Auslösern um einen Faktor 5 bis 25 erhöhen läßt.

Um die Auslöseschwelle des Auslösers durch die Abscheidebedingungen des CVD-Verfahrens gezielt beeinflussen zu können, geht man am besten von einem Anker und von einem Joch mit sehr glatter, polierter Oberfläche aus, welche durch die nachfolgende Beschichtung mit Hartstoff eine etwas stärkere, aber wohl definierte, durch die Abscheidebedingungen festgelegte, langzeitstabile Rauigkeit erhält.

Die beigelegte Zeichnung zeigt schematisch einen elektromagnetischen Auslöser, bestehend aus einem Anker 1, aus einem Joch 2, einem Dauermagneten 3 zum Erzeugen des Magnetflusses, durch dessen Wirkung der Anker 1 vom Joch 2 angezogen wird und daran haftet, solange nicht durch eine auf einem Schenkel des Joches 2 angeordnete Auslösespule 4 ein entgegengesetzter gerichteter magnetischer Kraftfluß erzeugt wird, dessen Größe von einem Fehlerstrom abhängig ist. Tritt ein solcher Fehlerstrom auf, wird der vom Dauermagneten 3 ausgehende magnetische Kraftfluß geschwächt und eine Rückzugfeder 5, welche am Anker 1 angreift, kann den Anker 1 vom Joch 2 abziehen und dadurch einen zu überwachenden Stromkreis unterbrechen. Wenn in der Auslösespule 4 kein Strom fließt, stellt der Dauermagnet 3 den Anker 1 zurück, indem er ihn gegen das Joch 2 zieht. Um die Größe des Luftspaltes 6 zwischen dem Joch 2 und dem Anker 1 über lange Zeit konstant zu halten, tragen ihre dort liegenden Oberflächen eine dünne Schicht aus einem Hartstoff. Beispiele dafür sind nachstehend angegeben. Vorzugsweise wird eine Hartstoffschicht auf die betreffenden Oberflächen sowohl des Ankers 1 als auch des Joches 2 aufgetragen, nachdem diese plan geschliffen und poliert worden sind.

Beispiel 1:

Zur PVD-Beschichtung werden die sorgfältig gereinigten Anker und Joche als zu beschichtende Substrate auf Halterungen in einer evakuierbaren Beschichtungskammer einer Vakuumbeschichtungsanlage deponiert. Die Kammer wird evakuiert und nach Erreichen eines Unterdruckes in der Größenordnung von 10^{-6} mbar wird zum Sputterätzen der Substrate Argon mit einem Druck von ca. 1×10^{-2} mbar eingelassen. Unter Hochfrequenz wird bei etwa 1500 V 10 Minuten lang geätzt, wodurch die Oxidschichten auf den Substraten abgelöst werden. Nach Schaltung eines Titantargets als Kathode und Zugabe von etwa 5 % Stickstoff wird für ca. 10 Minuten bei einer Leistung von etwa 10 W/cm^2 eine $0,5 \mu\text{m}$ starke Titannitrid-Schicht erzeugt. Während der Beschichtung findet keine Erwärmung durch eine Substratheizung statt; erhöhte Substrattemperaturen zwischen 150°C und 200°C sind hauptsächlich durch den Ionenbeschuß beim Sputterätzen bedingt. Durch die PVD-Beschichtung wird eine Oberflächenschicht aufgetragen, bei der im wesentlichen die Substratgeometrie bzw. Topographie abgebildet wird, d.h. es finden nur relativ kleine Änderungen der Mikrorauheiten statt. Die oben angegebenen Beschichtungszeiten beziehen sich auf den Betrieb mit feststehendem Substratträger, bei Durchlauf- oder Batchanlagen mit Trommelhalterung verlängern sich die Beschichtungszeiten entsprechend der gerade im Eingriff befindlichen Flächen (im Verhältnis zur Gesamtfläche der Substratträger).

Beispiel 2:

Zur CVD-Beschichtung werden die sorgfältig gereinigten Anker und Joche als zu beschichtende Substrate auf Halterungen einer evakuierbaren Beschichtungskammer deponiert. Die Kammer wird evakuiert und nach Erreichen eines Grobvakuums von ca. 1 mbar Druck wird in die Kammer Wasserstoff eingeleitet und die Kammer unter der Wasserstoffatmosphäre bei einem Druck von ca. 200 mbar auf 860°C aufgeheizt. Dann werden Stickstoff und Titantrichlorid (TiCl_4) in die Kammer eingeführt, wobei das Verhältnis von Wasserstoff zu Stickstoff etwa 3,5 : 1 beträgt, und es wird dabei ein Druck von 900 mbar in der Kammer eingestellt. Unter diesem Druck und der Temperatur von 860°C findet eine Abscheidung von Titannitrid auf den Substraten statt. Nach 25 min Beschichtungsdauer ist die Dicke der Titannitridschicht auf $0,5 \mu\text{m}$ angewachsen. Die Kammer wird nun mit kaltem

Argon gespult und abgekühlt und die beschichteten Teile werden entnommen. Ihre Mikrorauheit ist gegenüber den unbeschichteten Teilen leicht erhöht.

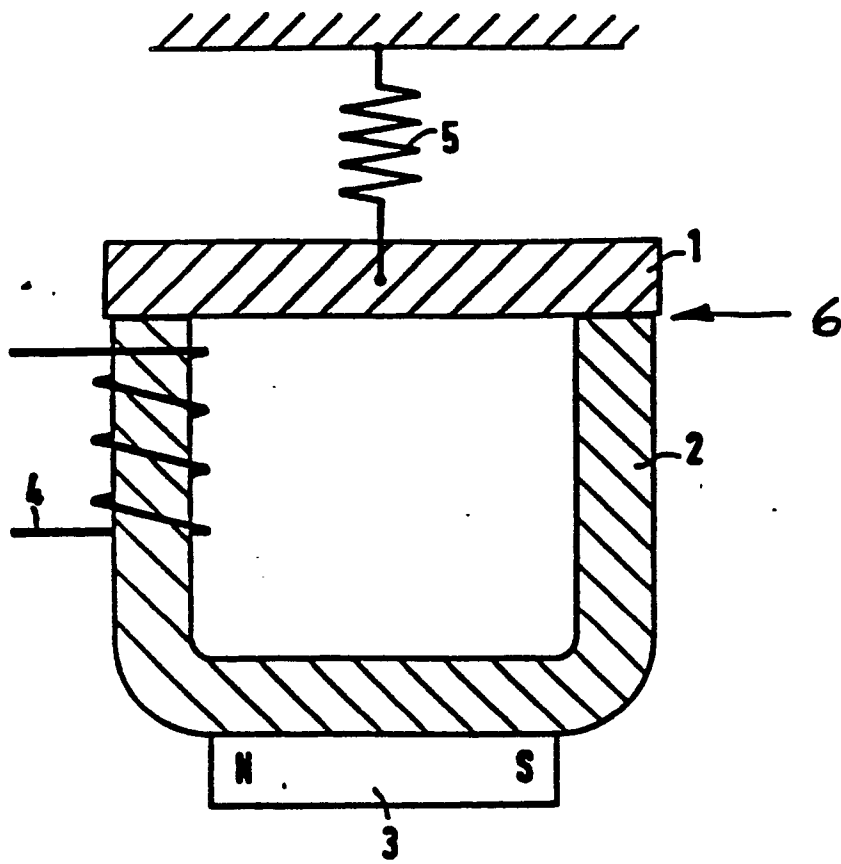
5

Ansprüche

1. Elektromagnetischer Auslöser für einen Fehlerstromschutzschalter mit einem Anker und mit einem Joch, welche beide aus einem weichmagnetischen Werkstoff bestehen und bei geschlossenem Schalter mit ihren Polflächen unter Bildung eines minimalen Luftspaltes aneinander anliegen, wobei mindestens eine der Polflächen des Ankers und/oder mindestens eine der gegenüberliegenden Oberflächen des Joches eine dünne Schicht aus einem anderen Werkstoff aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus einem Hartstoff besteht. 10 15 20
2. Auslöser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht eine Härte von wenigstens 1000 HV aufweist.
3. Auslöser nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Hartstoffen des Titans besteht. 25
4. Auslöser nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht aus Titan-Nitrid besteht.
5. Auslöser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht zwischen 0,4 μm und 0,8 μm dick ist. 30
6. Anwendung eines Aufdampfverfahrens zur Erzeugung einer aus Hartstoffen bestehenden Schicht auf dem Anker und/oder Joch eines Auslösers gemäß einem der vorstehenden Ansprüche. 35
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Aufdampfverfahren ein PVD-Verfahren gewählt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Aufdampfverfahren ein CVD-Verfahren gewählt wird. 40
9. Durch ein CVD-Verfahren hergestellter Auslöser nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenrauigkeit der aus einem Hartstoff bestehenden Schichten größer ist als die Rauigkeit der bestehenden Oberflächen des Ankers bzw. des Joches vor der Beschichtung mit dem Hartstoff. 45

50

55





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 10 8178

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D,Y	DE-B-2 755 645 (SCHUTZAPPARATE-GESELLSCHAFT PARIS + CO MBH KG) * ganzes Dokument *	1	H 01 H 50/16 H 01 H 17/24 H 01 H 69/00
Y	DE-B-2 045 189 (CASTOLIN S.A.) * Spalte 2, Zeilen 6-9; Ansprüche 1,2; Spalte 1, Zeilen 21-30 *	1	
A	---	3,4	
Y	DE-A-2 440 362 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) * Anspruch 1; Seite 2, Absätze 2,3 *	1	
A	W. FOERST: "Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie", Band 12, Auflage 3, Urban & Schwarzenber, 1960, München-Berlin, DE * Seite 749, letzter Absatz - Seite 750, Absatz 3 *	1-4	
A	METALLOBERFLÄCHE, Band 40, Nr. 12, Dezember 1986, München, DE; K. REICHEL: "Aufdampfen und Aufstäuben von Hartstoffschichten" * Seiten 533-538 *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4) H 01 H 50/00 H 01 H 69/00 H 01 H 71/00 H 01 F 7/00 C 23 C 4/00 C 23 C 14/00 C 23 C 16/00
D,A	THIN SOLID FILMS, Band 126, Nr. 314, April 1985, Lausanne, CH; T.A. MÄNTYLÄ et al.: "Corrosion behaviour and protective quality of TiN coatings" * Seiten 275-281 *	6-8	
D,A	DE-A-3 410 596 (SIEMENS AG) * Seite 2, Zeile 7 - Seite 3, Zeile 16; Figur 2 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 24-08-1988	Prüfer RUPPERT W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	