



(11)

EP 1 895 554 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.03.2008 Patentblatt 2008/10

(51) Int Cl.:
H01H 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06405377.0**

(22) Anmeldetag: **04.09.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **ABB Research Ltd**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• **Mauroux, Jean-Claude**
5502 Hunzenschwil (CH)

• **Hoidis, Markus**
5442 Fislisbach (CH)
• **Lakner, Martin**
5412 Gebenstorf (CH)

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

(54) Elektrischer Kontakt mit Signal-Zone zum Signalisieren von Kontaktverschleiss

(57) Die Erfindung betrifft einen elektrischen Kontakt 2 für ein elektrisches Schaltgerät. Der Kontakt 2 umfasst eine Kontaktoberfläche zum lösbaren elektrischen Kontaktieren mit einem Gegenkontakt des elektrischen Schaltgeräts, und eine Signal-Zone 20 mit einer Matrix und einer Mehrzahl von in der Matrix angeordneten Kap-

seln, die jeweils einen Signalstoff enthalten. Die Matrix ist elektrisch leitfähig, und die Signal-Zone 20 ist so angeordnet, dass bei einem Verschleiss-Vorgang der Signal-Zone 20 der Signalstoff zumindest eines Teils der Kapseln freigesetzt werden kann, um einen Verschleiss-Zustand des elektrischen Kontakts 2 zu signalisieren.

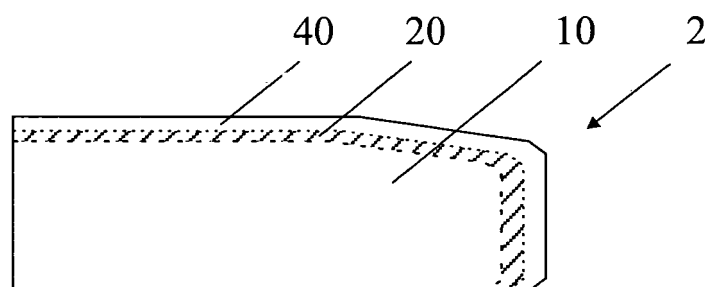


Fig. 2

EP 1 895 554 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung liegt auf dem Gebiet elektrischer Schalter und betrifft einen elektrischen Kontakt für ein elektrisches Schaltgerät. Der elektrische Kontakt weist insbesondere eine Signal-Zone zum Signalisieren von Verschleiss auf. Die Erfindung betrifft ferner ein elektrisches Schaltgerät mit einem solchen elektrischen Kontakt, und ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts.

Stand der Technik

[0002] Kontakte elektrischer Schalter sind in der Regel Verschleiss ausgesetzt. Verschleiss kann beispielsweise durch mechanische Abnutzung infolge von Reibung beim Schalten entstehen. Solcher Verschleiss tritt insbesondere auch bei Steckkontakten auf, d.h. bei Kontakten, die während des Schaltvorgangs gegeneinander gleiten. Verschleiss der elektrischen Kontakte tritt unter anderem im Nieder- und im Mittelspannungsbereich (ab 1 kV) auf, und zwar besonders dann, wenn ein hoher mechanischer Druck zwischen den Kontakten ausgeübt wird, etwa um den Kontaktwiderstand zwischen den Kontakten zu minimieren und die Kurzschlussfestigkeit zu optimieren. Ferner können beim Schalten von Abbrandkontakten, aber auch von anderen Kontakten, Lichtbögen und die dadurch erzeugten hohen Temperaturen und heißen Gase (Plasma) sowie sonstige Beschädigungen weiteren Verschleiss der Kontakte zur Folge haben.

[0003] Solcher Verschleiss kann zuerst unkritisch sein, aber auch, vor allen bei sicherheitsrelevanten Anwendungen, kritische Konsequenzen mit sich führen. Daher können besondere Massnahmen zur Instandhaltung erforderlich sein. Beispielsweise kann es erforderlich sein, regelmässig und zuverlässig festzustellen, ob übermässiger Verschleiss vorliegt. Falls dies der Fall ist, können Massnahmen zur Instandsetzung der Schalter bzw. der Kontakte, also etwa Reparatur oder Austausch, notwendig sein. Wird ein solcher Verschleiss nicht rechtzeitig festgestellt und behoben, so können die Kontakte eines Schaltgerätes z.B. durch Überhitzung ausfallen. Bei einem solchen Ausfall ist es nicht auszuschliessen, dass weitere Anlagen geschädigt oder zerstört werden, etwa wenn der Schalter nicht mehr in der Lage ist, einen Kurzschluss zu unterbrechen. Dies kann dazu führen, dass erheblicher wirtschaftlicher Schaden entsteht oder dass Personen zu Schaden kommen. Aus diesen Gründen ist bei sicherheitsrelevanten und / oder verschleissanfälligen Schaltgeräten eine regelmässige Kontrolle der Kontakte unverzichtbar, um den Grad der Abnutzung oder die Restlebensdauer festzustellen.

[0004] Üblicherweise ist es jedoch aufwändig und unwirtschaftlich, den Verschleiss zuverlässig festzustellen. Das gilt insbesondere dann, wenn der Schalter unter Spannung steht und / oder Strom führt und nicht ohne

weiteres von der Spannungs- bzw. Stromquelle getrennt werden kann. Dies gilt beispielsweise häufig für Hochspannungs-Kontakte, die in mit SF₆-Schutzgas betriebenen Leistungsschaltern eingesetzt werden. Hier erfordert der nötige Kontrollprozess, dass der Schalter ausser Betrieb genommen wird. Hierzu ist ein Abpumpen des SF₆-Gases aus dem Schaltraum nötig, anschliessend muss der Schalter demontiert werden.

[0005] Eine Methode der Verschleiss-Erkennung besteht in der Messung des Durchgangswiderstandes des Schalters. Diese Messung beruht auf der Annahme, dass sich bei Verschleiss der Durchgangswiderstand erhöht. Jedoch ist eine solche Messung nicht immer zuverlässig möglich. Auch ist aus der US 5,453,591 die Anwendung eines verdampfenden Materials (z.B. Silizium) für einen Abbrandkontakt eines SF₆-Leistungstrennschalters bekannt. Das verdampfende Material ist unter der Oberfläche einer Teflon-Düse in einem Gebiet der Düse vergraben, das Abtragung und Verschleiss ausgesetzt ist.

[0006] Die oben genannten Kontroll-Verfahren weisen jedoch verschiedene Beschränkungen auf, beispielsweise hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Verschleiss-Erkennung, der technischen oder wirtschaftlichen Herstellbarkeit, der Einfachheit und der Wirtschaftlichkeit der Verschleiss-Untersuchungen, und / oder der Flexibilität etwa hinsichtlich der in den Verschleisssteilen verwendbaren Materialien.

Darstellung der Erfindung

[0007] Die vorliegende Erfindung versucht zumindest einige der oben genannten Probleme zu mindern. Die Aufgabe wird gelöst durch den elektrischen Kontakt gemäß dem unabhängigen Anspruch 1, durch das elektrische Schaltgerät gemäß dem abhängigen Anspruch 13 und durch die Methode zur Herstellung eines elektrischen Kontakts gemäß dem unabhängigen Anspruch 14. Weitere Vorteile, Merkmale, Aspekte und Details der Erfindung sowie bevorzugte Ausführungen und besondere Aspekte der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Figuren.

[0008] Gemäss einem Aspekt der Erfindung wird ein elektrischer Kontakt, beispielsweise ein Steckkontakt, für ein elektrisches Schaltgerät vorgeschlagen. Der elektrische Kontakt umfasst eine Kontaktfläche zum lösbaren elektrischen Kontaktieren etwa des Kontakts mit einem Gegenkontakt des elektrischen Schaltgeräts, und eine Signal-Zone mit einer elektrisch leitfähigen Matrix und einer Mehrzahl von in der Matrix angeordneten Kapseln. Die Matrix kann auch als Trägerstoff oder Füllstoff bezeichnet werden. Der Begriff Signal-Zone umfasst räumliche Bereiche jeder Form und Ausdehnung, insbesondere auch Schichten. Die Signal-Zone kann von einer Verschleiss-Schicht teilweise oder vollständig bedeckt sein. Die Matrix der Signalzone kann ein Material enthalten, das auch in der Verschleiss-Schicht oder in dem Basismaterial enthalten ist. Die in der Matrix der Signalzone angeordneten Kapseln enthalten jeweils einen Si-

gnalstoff und können zusätzlich eine den Signalstoff umhüllende Hülle aufweisen. Die Signal-Zone ist so angeordnet, dass wenn die Signal-Zone verschlissen wird, d.h. bei einem Verschleiss-Vorgang der Signal-Zone, der Signalstoff zumindest eines Teils der Kapseln freigesetzt werden kann, um einen Verschleiss-Zustand des elektrischen Kontakts zu signalisieren. Ein solcher Verschleiss-Zustand kann etwa vorliegen, wenn die Abnutzung des elektrischen Kontakts eine kritische Grenze überschritten hat, z.B. wenn die die Signal-Zone bedeckende Verschleiss-Schicht, soweit vorhanden, in einem verschlissenen Zustand ist.

[0009] Durch den erfindungsgemässen elektrischen Kontakt ist es möglich, Verschleiss des elektrischen Kontakts ohne direkten Zugriff auf den elektrischen Kontakt zu erkennen. Es ist insbesondere möglich, einen Detektor für den Signalstoff auf einem anderen Potential als das Potential des elektrischen Kontakts zu halten. Dadurch kann der Verschleiss-Zustand erkannt werden, während der Schalter in Betrieb ist und beispielsweise eine (Hoch-)Spannung an dem Schalter angelegt ist.

[0010] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein elektrisches Schaltgerät mit dem oben beschriebenen elektrischen Kontakt vorgeschlagen, das einen Detektor zum Detektieren des Signalstoffs umfasst. Der Detektor ist typischerweise gegenüber dem elektrischen Kontakt elektrisch isoliert ist und besonders typisch gerichtet.

[0011] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts vorgeschlagen. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Ein elektrisch leitfähiges Basismaterial wird bereitgestellt; eine Signal-Zone wird auf einen Bereich des Basismaterials aufgetragen, wobei Kapseln der Signal-Zone, die jeweils einen Signalstoff und typischerweise eine den Signalstoff umhüllende Hülle haben, in einer elektrisch leitfähigen Matrix der Signal-Zone angeordnet werden, also beispielsweise eingebettet, integriert oder umschlossen werden; optional wird eine elektrisch leitfähige Verschleiss-Schicht so ausgebildet, dass sie die Signal-Zone ganz oder teilweise bedeckt. Es wird ferner eine Kontaktoberfläche auf den elektrischen Kontakts zum lösbaren elektrischen Kontaktieren des Kontakts mit einem Gegenkontakt ausgebildet. Die Kontaktoberfläche kann durch die Signal-Zone oder gegebenenfalls durch die Verschleiss-Schicht gebildet werden. Somit kann das Auftragen der Signal-Zone bzw. das Ausbilden der Verschleiss-Schicht in einem Schritt mit dem Bilden der Kontaktoberfläche erfolgen. Typischerweise wird die Signal-Zone so angeordnet, dass bei einem Verschleiss-Vorgang der Signal-Zone der Signalstoff zumindest eines Teils der Kapseln freigesetzt werden kann, um einen Verschleiss-Zustand des elektrischen Kontakts zu signalisieren.

[0012] Optional wird weiter auf ähnliche Weise wie oben beschrieben eine zweite Signal-Zone etwa auf einen zweiten Bereich des Basismaterials oder auf die obige (erste) Signal-Zone aufgetragen, wobei zweite Kap-

seln, die jeweils einen zweiten Signalstoff haben, in einer zweiten Matrix der zweiten Signal-Zone angeordnet werden. Optional wird weiter eine elektrisch leitfähige zweite Verschleiss-Schicht ausgebildet. Auf diese Weise kann etwa bei einem Verschleiss-Vorgang der zweiten Signal-Zone der zweite Signalstoff zumindest eines Teils der zweiten Kapseln freigesetzt werden, um einen zweiten Verschleiss-Zustand des elektrischen Kontakts zu signalisieren.

[0013] Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung eines elektrisches Schaltgeräts vorgeschlagen, bei dem wie oben beschrieben ein elektrischer Kontakt hergestellt wird, und ein vorzugsweise von dem Kontakt elektrisch isolierter Detektor zum Detektieren des Signalstoffs zur Verfügung gestellt wird.

[0014] Die Erfindung bezieht sich auf alle Arten von Kontakten von elektrischen Schaltgeräten. Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung zum Ausführen des offenbarten Herstellungsverfahrens und umfasst auch Vorrichtungsteile zum Ausführen jeweils einzelner Verfahrensschritte. Die Erfindung ist des Weiteren auch auf Verfahren gerichtet, gemäß denen die beschriebenen Schaltgeräte und Kontakte arbeiten.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0015] Im Weiteren soll die Erfindung anhand von einzelnen in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Dazu zeigen:

- Figur 1 schematisch ein elektrisches Schaltgerät;
- Figur 2 schematisch einen erfindungsgemässen elektrischen Kontakt mit einer Verschleiss-Schicht und einer Signal-Zone;
- Figur 3 den elektrischen Kontakt von Figur 2 mit verschlissener bzw. abgenutzter Verschleiss-Schicht;
- Figur 4 schematisch einen weiteren erfindungsgemässen elektrischen Kontakt mit selektiv angeordneter Signal-Zone;
- Figur 5 und Figur 6 schematisch weitere erfindungsgemässe elektrische Kontakte mit jeweils einer ersten Signal-Zone und einer zweiten Signal-Zone;
- Figur 7 schematisch einen weiteren erfindungsgemässen elektrischen Kontakt ohne von der Signal-Schicht separate Verschleiss-Schicht;
- Figur 8 schematisch einen weiteren erfindungsgemässen elektrischen Kontakt, in dem die Verschleiss-Schicht und die Signal-Zone axialsymmetrisch angeordnet sind;
- Figur 9a schematisch eine Kapsel mit Hülle; und Fig. 9b eine Kapsel ohne Hülle.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0016] Figur 1 zeigt im Querschnitt ein elektrisches Schaltgerät 1. Es kann sich beispielsweise um ein Niederspannungsschaltgerät oder um ein Schaltgerät für

Spannungen über 1kV, also etwa um einen Leistungsschalter, einen Lastschalter, einen Trennschalter oder einen Erdungsschalter handeln. Beispielsweise kann es sich um einen Trennschalter eines Generatorleistungsschalters mit einem elektrischen Gleit- oder Steckkontakt und einem durch ein Trennerrohr gebildeten Gegenkontakt handeln.

[0017] Das Schaltgerät 1 weist zwei Kontakte 2, 3 auf, die im Folgenden als elektrischer Kontakt 2 und als Gegenkontakt 3 bezeichnet werden. Diese Nomenklatur ist austauschbar; es könnte ebenso gut der Kontakt 2 als Gegenkontakt und der Kontakt 3 als elektrischer Kontakt bezeichnet werden. Weiter ist ein Detektor 4 dargestellt. Die Kontakte 2, 3 können auch als Kontaktstücke oder als Schaltstücke bezeichnet werden.

[0018] In Figur 1 berühren die Kontakte 2 und 3 einander an Kontaktoberflächen der jeweiligen Kontakte und stehen somit in elektrischem Kontakt bzw. in elektrischer Verbindung. Das elektrische Schaltgerät 1 ist somit geschlossen. Das elektrische Schaltgerät 1 kann geöffnet werden, indem die Kontakte 2 und 3 in horizontaler Richtung auseinander bewegt werden, so dass die elektrische Verbindung zwischen ihnen getrennt wird. Hierzu kann der elektrische Kontakt 2 in der Bildebene nach links bewegt werden. Alternativ könnten die Kontakte 2 und 3 auch auf andere Weise auseinander bewegt werden, z.B. durch eine Vertikalbewegung oder durch eine Rotationsbewegung. Die Kontakte 2 und 3 können in der Regel kraftschlüssig verbunden werden. Die Kontakte sind Steckkontakte, d.h. beim Öffnen und beim Schliessen reiben oder gleiten die Kontakte 2 und 3 aneinander. Es können allgemein Abhebekontakte, Schiebekontakte oder Wälzkontakte verwendet werden. Es können auch Abrollkontakte verwendet werden. Unter anderem durch die Reibung unterliegen die Kontakte 2 und 3 einem mechanischen Verschleiss.

[0019] In Figur 1 nicht dargestellt sind weitere typische Bestandteile des Schaltgeräts wie Anschlüsse an einen externen Stromkreis; Strombahnen, die von den Kontakten zu den Anschlüssen führen, ein Antrieb zum Erzeugen einer Schaltbewegung des Kontakts 2 und / oder 3; ein Körper, ein Gehäuse und weitere optionale Bestandteile wie etwa eine Lichtbogenlöschvorrichtung.

[0020] Figur 2 zeigt schematisch den Aufbau eines erfindungsgemässen elektrischen Kontaktes, wie er beispielsweise dem elektrischen Kontakt 2 von Figur 1 entspricht. Der elektrische Kontakt 2 weist folgende Bereiche auf: ein Basismaterial 10; eine auf dem Basismaterial 10 angeordnete Signal-Zone 20; und eine die Signal-Zone 20 bedeckende Verschleiss-Schicht 40. Ein Teil der äusseren Oberfläche des Kontakts bildet eine Kontaktoberfläche zum lösbaren elektrischen Kontaktieren des Kontakts 2 mit einem Gegenkontakt 3 (siehe Fig. 1). Die im Folgenden beschriebenen Merkmale dieser Bereiche können unabhängig von der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform einzeln kombiniert werden.

[0021] Das Basismaterial 10 besteht aus einem elektrisch leitfähigen Metall wie beispielsweise Kupfer oder

Aluminium und bildet den massiven Körper des Kontakts 2. Das Basismaterial 10 ist mit einer Stromzuleitung (bzw. - ableitung) kontaktiert, die nicht dargestellt ist.

[0022] Die Signal-Zone 20 ist eine Schicht, z.B. eine Dispersionsschicht. Sie ist typischerweise zwischen 2 μm und 20 μm dick, besonders typisch zwischen 5 μm und 10 μm . Sie umfasst eine Matrix. Unter einer Matrix wird hier ein beliebiges Material verstanden, das es erlaubt, einen anderen Stoff darin anzuordnen. Typischerweise ist die Signal-Zone ein mindestens zweiphasiges Material mit einer Matrix als erster Phase und einer in der Matrix dispergierten zweiten Phase. Der einzubauende Stoff wird von der Matrix vollständig umschlossen. Die Matrix kann auch als Trägermaterial oder als Basis bezeichnet werden. In der Matrix sind Kapseln angeordnet, genauer gesagt darin eingebettet, d.h. die Kapseln sind von der Matrix umschlossen. Unter einer Kapsel wird in dieser Anmeldung eine Stoffmenge mit einer im Wesentlichen kompakten Form verstanden. Die Kapseln könnten auch als Fremdphase bzw. als zweite Phase, als Körner oder als Partikel bezeichnet werden.

[0023] Die Matrix ist elektrisch leitfähig und umschliesst die Kapseln so, dass über die Matrix eine elektrisch leitfähige Verbindung zwischen dem Basismaterial 10 und der Verschleiss-Schicht 40 möglich ist. Die Matrix der Signal-Zone 20 ist mit dem Basismaterial 10 und der Verschleiss-Schicht 40 verträglich und umfasst beispielsweise Kupfer, Aluminium oder Silber. Unter dem Begriff "verträglich" wird hier verstanden, dass keine unerwünschten chemischen Reaktionen oder sonstigen störenden Wechselwirkungen zwischen den beteiligten Materialien stattfinden, oder dass diese zumindest nur in vernachlässigbarem Umfang stattfinden, so dass die Funktion des Kontakts dauerhaft nicht oder fast nicht beeinträchtigt wird.

[0024] Eine der Kapseln der Signal-Zone ist beispielhaft in Fig. 9a gezeigt. Die Kapsel 30 weist eine äussere Hülle 32 auf. Innerhalb der Hülle befindet sich ein Signalstoff 34. Eine weitere Kapsel ist in Fig. 9b gezeigt. Diese Kapsel weist keine Hülle auf, d.h. sie ist hüllenlos.

[0025] Die gezeigten Kapseln sind kugelförmig, jedoch sind auch andere Kapselformen möglich, etwa kartoffelförmige Kapseln. Unabhängig von der gezeigten Ausführungsform hat es Vorteile, wenn die Kapseln keine Löcher aufweisen (im Gegensatz etwa zu einem Donut oder Ring). Auf diese Weise ist eine besonders kompakte Form der Kapseln möglich, und das Verhältnis von Volumen zu Oberfläche der Kapseln ist günstig, d.h. relativ hoch. Es ist jedoch auch eine "Donut"-ähnliche Form der Kapseln vorstellbar, da durch eine solche offene Struktur die Adhäsion der Kapseln in der Schicht verbessert werden könnte. Der Durchmesser der Kapseln liegt zwischen einer unteren Grenze von 0,1 μm und einer oberen Grenze von etwa 100 μm , sie sind typischerweise bis zu 10 μm gross. Besonders typisch weisen die Kapseln einen Durchmesser zwischen 0,2 μm und 3 μm auf.

[0026] Als Signalstoff 34 der Kapsel 30 ist beispielsweise ein beliebiger Geruchsstoff geeignet. Auch ein Gas

wie z.B. CO kann vorteilhaft verwendet werden. CO kann auch bei einem Brand auftreten. Somit können mit einem CO-Detektor zwei Gefahren (Verschleiss und Brand) detektiert werden. Auch andere Stoffe, die chemisch oder optisch oder auf andere Weise detektierbar sind, eignen sich als Signalstoff, beispielsweise Farbstoffe, fluoreszierende oder radioaktive Stoffe, Fremdmetalle, oder oxidierende oder reduzierende Stoffe. Der Signalstoff 34 ist üblicherweise von dem Material der Verschleiss-Schicht 40 und in der Regel auch von dem Material des Basismaterials 10 verschieden. Typischerweise ist er sogar von jedem anderen in dem Kontakt enthaltenen Material verschieden. Weiterhin ist der Signalstoff 34 von den während des regulären Betriebs freigesetzten Materialien verschieden. Dadurch wird sichergestellt, dass der Signalstoff 34 nicht oder nur in vernachlässigbarer Konzentration freigesetzt wird, solange die Verschleiss-Schicht 40 noch nicht verschlissen ist. Ozon ist beispielsweise daher wenig geeignet, da es auch bei Lichtbögen in Luft entstehen kann und somit kein klares Signal für Verschleiss bzw. für eine Gefahr darstellt. Der Signalstoff hat vorzugsweise keine hohe Affinität mit der Matrix oder mit der Verschleiss-Schicht. Daher sind z.B. schweflige Verbindungen wenig geeignet, falls die Matrix und / oder die Verschleiss-Schicht Silber enthält, da schweflige Verbindungen eine hohe Affinität zu Silber haben.

[0027] Der Signalstoff 34 kann die Kapsel oder das Innere der Hülle 32 vollständig ausfüllen oder etwa matrixartig in einen Füllstoff eingebettet sein, der sich ebenfalls in der Kapsel bzw. innerhalb der Hülle 32 befindet. Der Signalstoff 34 kann gasförmig, flüssig oder fest sein.

[0028] Die Hülle 32 dient unter anderem dazu, den Signalstoff in der Kapselform zu verpacken. Wird beispielsweise die Signal-Zone durch ein Galvanisierungsverfahren als Schicht aufgetragen, so stellt die Hülle sicher, dass bei der Herstellung die Kapseln ihre Form in etwa behalten, und dass der Signalstoff sich nicht verflüchtigt oder beispielsweise in der Elektrolytlösung aufgelöst wird. Darüber hinaus separiert die Hülle 32 den Signalstoff 34 von der Matrix und von anderen Teilen des Kontakts. Somit stellt die Hülle sicher, dass keine störenden Reaktionen zwischen Signalstoff 34 und einem anderen Teil des Kontakts stattfinden, etwa mit der Verschleiss-Schicht oder dem Basismaterial. Die Hülle erlaubt es somit, dass der Signalstoff 34 und die Trägersubstanz frei gewählt werden können, ohne Rücksicht darauf nehmen zu müssen, ob beide Stoffe miteinander verträglich sind. Auch kann der Signalstoff unabhängig davon gewählt werden, ob er mit der Verschleiss-Schicht 40, dem Basismaterial 10 oder mit anderen Teilen des Schaltgerätes 1 verträglich ist. Die Hülle 32 selbst ist verträglich mit der Matrix. Sie kann, je nach Anforderung, aus verschiedenen Materialien bestehen und beispielsweise Polymere umfassen.

[0029] Auf die Hülle kann jedoch verzichtet werden, falls der Signalstoff bei der Herstellung nichtflüchtig und ausreichend verträglich ist. Dies ist z.B. üblicherweise der Fall, wenn etwa ein fester Signalstoff, z.B. in Form

von Metallteilchen, benutzt wird. Ein hüllenloser Signalstoff kann z.B. in einer offenporigen Struktur, wie in einer schwammartigen oder Zeolith-artigen Matrix, angeordnet sein. Der Signalstoff kann durch Kapillarkräfte in diese Struktur eingebracht werden und darin gehalten werden. Alternativ kann der Signalstoff als Dispersion in einer hüllenlosen Kapsel-Matrix verteilt und auf diese Weise darin stabil angeordnet sein. Beispielsweise ist dies möglich, falls der Signalstoff als Fasern (GFK, CFK) vorliegt und die Matrix z.B. durch ein Wachs realisiert wird.

[0030] Die Herstellung einer Kapsel mit oder ohne Hülle kann mit bekannten Verfahren erfolgen. Solche Verfahren sind beispielsweise in der Publikation "Mikroverkapselung" von Bettina Hobein und Bernd Lutz (Aulis Verlag Deubner, Köln 1989) beschrieben.

[0031] Die in Fig. 2 gezeigte Verschleiss-Schicht 40 bedeckt die Signal-Zone 20 vollständig. Die Verschleiss-Schicht 40 bildet eine Kontaktfläche des elektrischen Kontakts 2 zum Kontaktieren mit dem Gegenkontakt 3. Die Verschleiss-Schicht kann je nach Anwendung zwischen 5 µm und 50 µm dick sein und ist typischerweise zwischen 10 µm und 30 µm dick. Sie enthält ein elektrisch leitfähiges Material wie z.B. Silber oder Nickel. Silber hat den Vorteil, dass es aufgrund seiner relativ geringen Härte und seiner elektrischen Eigenschaften eine gute Kontaktierung zwischen dem elektrischen Kontakt 2 und dem Gegenkontakt 3 ermöglicht.

[0032] Wie bereits weiter oben dargestellt ist, unterliegt der elektrische Kontakt 2 im Betrieb üblicherweise Verschleiss. In Fig. 3 ist der elektrische Kontakt von Fig. 2 mit typischen Verschleisserscheinungen dargestellt. Durch den Verschleiss ist die Verschleiss-Schicht 40 teilweise, nämlich in einem verschlissenen Bereich 44, abgetragen, und die Signal-Zone liegt in diesem Bereich 44 frei. Liegt der in Fig. 3 dargestellte Verschleiss-Zustand vor, so wird durch weitere Abnutzung der Signal-Zone der Signalstoff einiger Kapseln der Signal-Zone in die Umgebung freigesetzt, z.B. in das Umgebungsgas verdampft. Dieser Vorgang kann auch als Verschleiss-Vorgang der Signal-Zone 20 bezeichnet werden. Bei diesem Vorgang werden, soweit vorhanden, die Hüllen der Kapseln zerstört oder zumindest geöffnet.

[0033] Somit wird der Signalstoff freigesetzt, wenn die Verschleiss-Schicht 40 in einem verschlissenen Zustand ist, d.h. wenn ihre Abnutzung eine kritische Grenze überschritten hat. Durch den freigesetzten Signalstoff kann dieser Verschleiss-Zustand des Kontakts 2 signalisiert werden: es wird nämlich signalisiert, dass zumindest ein Bereich der Verschleiss-Schicht 40 so verschlissen ist, dass die Signal-Zone 20 freiliegt.

[0034] Der Verschleiss kann durch Detektion des freigesetzten Signalstoffes erkannt werden. Falls ein Geruchs-Stoff als Signalstoff benutzt wird, kann zur Detektion die menschliche Nase verwendet werden. Im Allgemeinen ist jedoch vorgesehen, dass ein Detektorgerät (siehe Bezugszeichen 4 in Figur 1), beispielsweise ein elektronischer Geruchs- oder Gasdetektor wie etwa eine "elektronische Nase" zur Detektion des freigesetzten Si-

gnalstoffes benutzt wird. Solche "elektronischen Nasen" zur Geruchs- oder Gasdetektion sind beispielsweise im Physik-Journal 7/2006 (hrsg. Deutsche Physikalische Gesellschaft), Seite 25ff, und in den darin zitierten Referenzen beschrieben.

[0035] Der Detektor 4 ist so angeordnet, dass für die Detektion ausreichender Signalstoff zu dem Detektor gelangen kann, d.h. er ist üblicherweise in dem Schaltgerät und / oder in der Nähe des Kontakts 2 angeordnet. Der Detektor 4 ist von dem elektrischen Kontakt 2 isoliert und kann daher auf einem anderen elektrischen Potential als der elektrische Kontakt 2 liegen. Üblicherweise liegt der Detektor 4, wie in Fig. 1 gezeigt, auf Erdpotential. Dadurch ist es möglich, dass Verschleiss überprüft und gegebenenfalls erkannt werden kann, obwohl eine Spannung oder sogar eine Hochspannung an dem Schaltgerät bzw. an dem elektrischen Kontakt 2 anliegt.

[0036] Wenn das elektrische Schaltgerät 1 geschlossen ist, verläuft ein Stromfluss typischerweise wie folgt durch den elektrischen Kontakt 2 (siehe Figur 1): Der Strom wird über eine Zuleitung in das Basismaterial 10 des elektrischen Kontakts 2 eingespeist und durchquert das Basismaterial; in der Nähe der Berührstelle von elektrischem Kontakt 2 und Gegenkontakt 3 durchquert der Strom die Signal-Zone 20 und die Verschleiss-Schicht 40 des elektrischen Kontakts 2, und tritt an der Berührstelle auf den Gegenkontakt 3 über. Analog lässt sich ein umgekehrter Stromfluss zur Zuleitung hin beschreiben.

[0037] Unabhängig von der gezeigten Ausführungsform hat die Matrix der Signalzone 20 einen geringeren elektrischen Widerstand als die Signal-Kapseln, in der Regel sind die Signal-Kapseln sogar elektrisch isolierend. Daher tritt der Strom beim Durchqueren der Signal-Zone im Wesentlichen durch die Matrix. Daher ist es bevorzugt, dass die Matrix eine leitende Verbindung mit geringem Widerstand durch die Signal-Zone 20 darstellt.

[0038] Es ist erstrebenswert, dass die Signal-Zone 20 während des Betriebs des Schalters den Stromfluss durch den elektrischen Kontakt möglichst wenig beeinflusst und insbesondere keinen oder nur einen geringen zusätzlichen elektrischen Widerstand erzeugt. Der Widerstand des Kontakts ist definiert als der Widerstand zwischen einer Zuleitung des Kontakts und der Kontakttoberfläche des Kontakts. Der vorgeschlagene Kontakt weist vorzugsweise einen Widerstand auf, der nicht oder nur geringfügig, d.h. bis zu ca. 20%, höher ist als der Widerstand eines entsprechenden heutigen normalen Kontakts ohne Signal-Zone. Unabhängig von den übrigen Eigenschaften des Schaltgeräts ist es wünschenswert, dass der GesamtWiderstand des Kontakts weniger als 500 μOhm , vorzugsweise weniger als 200 μOhm beträgt.

[0039] Dies kann unter anderem durch eine günstige Anordnung und Beschaffenheit der Signal-Zone 20 erreicht werden. So ist es bevorzugt, dass die Matrix elektrisch leitfähig ist und eine leitfähige Verbindung durch die Signal-Zone 20 zur Verfügung stellt. Auch kann eine geeignete Wahl der Materialien der Verschleiss-Schicht

40, der Matrix der Signal-Zone 20, und des Basismaterials 10 zu diesem Ziel beitragen. Daher ist die Matrix der Signal-Zone 20 typischerweise ein Material, das einen geringen Kontaktwiderstand sowohl mit dem Basismaterial 10 als auch mit der Verschleiss-Schicht 40 aufweist. Besonders typisch und unabhängig von der gezeigten Ausführungsform enthält die Matrix ein Material, das auch in dem Basismaterial 10 und / oder in der Verschleiss-Schicht 40 enthalten ist. Dadurch wird ein geringer Kontaktwiderstand der Signal-Zone erreicht. Der Widerstand des Kontakts kann auch durch Reduktion der Dicke der Signal-Zone minimiert werden. Die Dicke der Signal-Zone kann bis zu einer minimalen Dicke verringert werden, die gleich dem Durchmesser der Kapseln ist, d.h. typischerweise bis zu weniger als 10 μm oder sogar bis zu ca. 3 μm .

[0040] Durch eine geeignete Wahl der Dicke der Signal-Zone kann es erreicht werden, dass der gesamte Widerstand des Kontakts 2 unterhalb von 500 μOhm oder sogar unterhalb von 200 μOhm liegt. Es hat sich gezeigt, dass je nach verwendeten Materialien eine Schichtdicke von weniger als 50 μm es erlauben kann, diese Bedingung zu erfüllen.

[0041] Der elektrische Widerstand der Verschleiss-Schicht 20 kann, wie beschrieben, auch durch die Kapseln 30 beeinflusst werden. Um eine Beeinträchtigung des Stromflusses durch die Kapseln zu vermeiden, ist unabhängig von der gezeigten Ausführungsform bevorzugt, dass die maximale Querschnittsfläche der Kapseln 30 kleiner ist als eine für die Berührung mit dem Gegenkontakt 3 vorgesehene Berührfläche auf der Verschleiss-Schicht 40. Es ist auch bevorzugt, dass die Kapseln einen Durchmesser von weniger als 20 μm oder 10 μm haben. Es ist ferner bevorzugt, dass der Volumenanteil der Kapseln an dem Gesamtvolumen der Signal-Zone weniger als 40%, insbesondere weniger als 30% beträgt. Es ist andererseits bevorzugt, dass der Volumenanteil der Kapseln an dem Gesamtvolumen der Signal-Zone mehr als 5%, besonders bevorzugt mehr als 10% beträgt.

[0042] Die Herstellung der Schichten 20 und 40 auf dem Basismaterial 10 kann durch galvanische Abscheidung erfolgen: Zunächst wird die Signal-Zone oder Signal-Schicht 20 unter Verwendung einer geeigneten Elektrolytlösung als galvanische Dispersionsschicht (auch Codeposition oder Hybridabscheidung) auf das Basismaterial 10 aufgetragen. Für die Abscheidung der Signal-Zone 20 werden die Mikrokapseln in geeigneter Konzentration mit der Elektrolytlösung für die Schichtabscheidung vermischt. Falls die Verschleiss-Schicht als eigene Schicht aufgetragen wird, wird sodann die Verschleiss-Schicht 40 als konventionelle galvanische Schicht unter Verwendung einer weiteren Elektrolytlösung auf die Signal-Zone 20 aufgetragen. Die galvanischen Schichten müssen nicht die gesamte Oberfläche des Kontakts abdecken, sondern können mit üblichen Methoden selektiv abgeschieden werden, um nur einen Teil der Oberfläche zu beschichten. Die galvanische Abscheidung von Schichten mit darin enthaltenen Partikeln

ist beispielsweise in DE 19521323 A1 beschrieben.

[0043] Die Signal-Zone 20 kann auch auf andere Weise, etwa durch Aufdampfen, Aufwalzen, oder durch ein chemisches Verfahren aufgetragen werden. Es ist ferner nicht erforderlich, dass die Signal-Zone eine Schicht ist. Ebenso ist denkbar, dass die Signal-Zone sich in einen beliebigen anderen räumlichen Bereich des Kontakts 2 erstreckt. Beispielsweise können die Signal-Kapseln in dem gesamten Basismaterial 10 oder in einem Teil des Basismaterials des Kontakts 2 verteilt sein. Der Begriff der Signal-Zone umfasst somit beliebige räumliche Bereiche und insbesondere Signal-Schichten.

[0044] Typischerweise ist es für eine Verbesserung der Einsatzdauer des Schalters und für eine Verringerung des Kontaktwiderstands des Kontakts ohnehin vorteilhaft, die Oberfläche des Kontakts mit einer Verschleiss-Schicht etwa aus Silber zu beschichten. Somit verursacht es nur einen geringen Mehraufwand in der Herstellung, zusätzlich zu dieser Beschichtung oder gemeinsam mit dieser Beschichtung eine Signal-Zone mit Kapseln zur Verfügung zu stellen.

[0045] Im Folgenden sollen weitere erfindungsgemässe Variationen des oben beschriebenen elektrischen Kontakts beschrieben werden. Diese Variationen sind dem elektrischen Kontakt von Figur 2 ähnlich, und gleiche Bezugszeichen kennzeichnen funktionell ähnliche Teile.

[0046] Figur 4 zeigt einen Kontakt, in dem die Signal-Zone 20 und die Verschleiss-Schicht 40 nur einen Teil der Oberfläche des elektrischen Kontakts 2 abdecken. Die Verschleiss-Schicht 40 bedeckt einen grösseren Teil der Oberfläche, während die Signal-Zone 20 nur einen kleineren und etwa besonders verschleisskritischen Bereich der Oberfläche abdeckt.

[0047] Figur 5 zeigt schematisch einen weiteren erfindungsgemässen elektrischen Kontakt. Der elektrische Kontakt 2 von Fig. 5 weist eine erste Signal-Zone 20 und eine zweite Signal-Zone 28 auf. Beide Signal-Zonen werden von einer Verschleiss-Schicht bedeckt. Ein Bereich der Verschleiss-Schicht, der die erste Signal-Zone 20 bedeckt, lässt sich als erste Verschleiss-Schicht 40 auffassen; und ein Bereich der Verschleiss-Schicht, der die zweite Signal-Zone 28 bedeckt, lässt sich als zweite Verschleiss-Schicht 48 auffassen. Die erste und die zweite Signal-Zone 20 und 28 umfassen jeweils Signal-Kapseln analog zu der in Fig. 2 beschriebenen Signal-Zone. Der Signalstoff in den Signal-Kapseln der zweiten Signal-Zone 28 ist jedoch typischerweise unterschiedlich von dem Signalstoff in den Signal-Kapseln der ersten Signal-Zone 20. Auf diese Weise kann der Verschleiss der ersten Verschleiss-Schicht 40 von dem Verschleiss der zweiten Verschleiss-Schicht 48 unterschieden werden.

[0048] Figur 6 zeigt schematisch einen weiteren erfindungsgemässen elektrischen Kontakt 2. Dieser Kontakt 2 weist ähnlich wie in Fig. 5 eine erste Signal-Zone 20 und eine zweite Signal-Zone 28 auf. Die zweite Signal-Zone 28 wird von der ersten Signal-Zone 20 bedeckt. Die erste Signal-Zone 20 wird wiederum von der Verschleiss-Schicht 40 bedeckt. Somit kann der Signal-Stoff

der ersten Signal-Zone 20 freigesetzt werden, wenn die Verschleiss-Schicht 40 zumindest teilweise verschliffen ist. Ferner kann der Signalstoff der zweiten Signal-Zone 28 freigesetzt werden, wenn die erste Signal-Zone 20 zumindest teilweise verschliffen ist. Die Signalstoffe der ersten und der zweiten Signal-Zone 20 und 28 können also hier ähnlich wie in Fig. 5 zwei unterschiedliche Verschleiss-Zustände signalisieren, etwa einen weniger kritischen Verschleiss-Zustand "Verschleiss-Schicht 40 ist verschliffen", und einen kritischeren Verschleiss-Zustand "Verschleiss-Schicht 40 und erste Signal-Zone 20 sind verschliffen".

[0049] Alternativ können die beiden Signal-Zonen auch beispielsweise teilweise übereinander, teilweise nebeneinander oder anderweitig räumlich angeordnet werden. Die erste und die zweite Signal-Zone können optional Signal-Kapseln mit jeweils unterschiedlichem, d.h. der jeweiligen Signal-Zone zugeordnetem Signalstoff enthalten, damit etwa zwei verschiedene Verschleiss-Zustände unterschieden werden können. Unabhängig von der gezeigten Ausführungsform kann die zweite Signal-Zone 28 ferner jedes der für die erste Signal-Zone 20 beschriebenen Merkmale aufweisen.

[0050] In den in Fig. 5 und Fig. 6 gezeigten elektrischen Kontakten grenzen beide Signal-Zonen unmittelbar aneinander an. Alternativ hierzu können die Signal-Zonen auch räumlich getrennt sein, um etwa den Verschleiss zweier räumlich getrennter Verschleiss-Schichten oder Verschleiss-Zonen zu signalisieren. Es ist auch nicht zwingend erforderlich, dass der Signalstoff in beiden Schichten verschieden ist, da es in manchen Anwendungen genügt festzustellen, dass ein Verschleiss vorliegt. Im Fall zweier räumlich getrennter Verschleiss-Schichten kann darüber hinaus die Verschleiss-Art auch unter Umständen auch aus der räumlichen Herkunft des Signalstoffs ermittelt werden. Es sind analog zu dem beschriebenen Kontakt mit zwei Schichten auch Kontakte mit mehr als zwei Schichten möglich.

[0051] Figur 7 zeigt schematisch einen weiteren erfindungsgemässen elektrischen Kontakt 2. Im Gegensatz zu den vorangegangenen Figuren ist die Signal-Zone 20 hier nicht von einer separaten Verschleiss-Schicht 40 bedeckt. Vielmehr wird eine Verschleiss-Schicht durch Signal-Zone 20 selbst gebildet. Die Signal-Zone 20 bildet auch die Kontaktoberfläche des Kontakts.

[0052] Die Verschleiss-Erkennung mit Hilfe der Signal-Zone 20 unterscheidet sich hier von der Verschleiss-Erkennung in den Kontakten, die in den Figuren 2 bis 6 gezeigt sind und die eine von der Verschleiss-Schicht 40 bedeckte Signal-Zone 20 aufweisen. Die Signal-Zone 20 von Fig. 7 liegt von Anfang an, d.h. auch im unverschliffenen Zustand, frei. Daher kann von Anfang an, d.h. im ursprünglichen Verschleiss-Zustand, eine Verschleiss-Einwirkung auf die Signal-Zone 20 erfolgen und somit Signalstoff freigesetzt werden. Somit kann auch dann Signalstoff freigesetzt werden, wenn der Verschleiss-Zustand noch nicht kritisch ist.

[0053] Ein Detektor 4 zum Detektieren der Menge oder

Konzentration des Signalstoffs ist in der Umgebung des Kontakts 2 angeordnet. Der Detektor ist mit einer Auswerteeinheit verbunden. Die Auswerteeinheit umfasst eine Integrationseinheit, die die insgesamt detektierte Menge des Signalstoffes ermitteln kann, indem sie ein zeitliches Integral oder eine Summe über die detektierte Menge oder Konzentration des Signalstoffes bildet. Das zeitliche Integral oder die Summe ist ein Indikator für den gesamten bisherigen Verschleiss. Die Auswerteeinheit kann also ein Warnsignal generieren, wenn gemäss dem Indikator der gesamte bisherige Verschleiss eine kritische Grenze überschritten hat. Somit kann auch in dieser Anordnung der Signal-Stoff der Signal-Kapseln den Verschleiss-Zustand des Kontakts 2 signalisieren.

[0054] Wie in Fig. 7 gezeigt ist, ist es nicht erforderlich, dass die Verschleiss-Schicht im unverschlissenen Zustand die Signal-Zone vollständig bedeckt. Es kann stattdessen auch vorteilhaft sein, dass die Verschleiss-Schicht die Signal-Zone nicht bedeckt. Es ist auch möglich, dass die Verschleiss-Schicht die Signal-Zone nur teilweise bedeckt.

[0055] Figur 8 zeigt einen elektrischen Kontakt, in dem die Signal-Zone 20 und die Verschleiss-Schicht 40 auf der gesamten Oberfläche des Kontakts angeordnet sind. Dies unterscheidet den Kontakt von dem in Figur 2 dargestellten elektrischen Kontakt, denn in Fig. 2 sind nur die Oberflächen auf zwei der Seiten des elektrischen Kontakts 2 mit einer Signal- und einer Verschleiss-Schicht versehen. Dies illustriert, dass die Signal-Zone und die Verschleiss-Schicht jeweils an der gesamten Oberfläche des elektrischen Kontakts 2 oder nur auf einem Teil der Oberfläche aufgetragen sein können.

[0056] Die in den Figuren 2 bis 8 dargestellten elektrischen Kontakte können weiter variiert werden, ohne den in den Ansprüchen definierten Schutzzumfang zu verlassen. Beispielsweise kann in der Signal-Zone 20 ein gradueller Anstieg der Konzentration von Signal-Kapseln in Richtung zum Inneren der Signal-Zone (d.h. zum Basismaterial 10 hin) erreicht werden. Bei einer solchen Signal-Zone kann aus der Konzentration des detektierten Signalstoffes auf das Ausmass des Verschleisses rückgeschlossen werden. Eine Signal-Zone mit einem Konzentrationsgradienten der Signal-Kapseln kann hergestellt werden, indem die Signal-Kapselkonzentration während des Galvanisierens geändert wird, beispielsweise indem der elektrische Kontakt während des Galvanisierens in zwei oder mehr als zwei verschiedene Elektrolytbäder mit abnehmender Konzentration von Signal-Kapseln getaucht wird.

[0057] Der elektrische Kontakt 2 kann die Verschleiss-Schicht 40 und / oder die Signal-Zone 20 nur an einem begrenzten Bereich, etwa in einem für die Berührung mit dem Gegenkontakt 3 vorgesehenen Bereich, aufweisen. Mit anderen Worten können die Signal-Zone und / oder die Verschleiss-Schicht selektiv aufgetragen werden.

[0058] Der Kontakt kann auch zusätzliche Schichten aufweisen, beispielsweise eine Zwischenschicht, die zwischen dem Basismaterial 10 und der Signal-Zone 20

oder zwischen der Signal-Zone 20 und der Verschleiss-Schicht 40, soweit vorhanden, angeordnet ist. Die Zwischenschicht kann beispielsweise eine Nickel-Schicht von z.B. weniger als 5 µm Dicke sein. Mit einer solchen Nickel-Zwischenschicht kann eine Verbesserung der Haftung erreicht werden.

[0059] Die Verschleiss-Schicht und die Signal-Zone wurden in Zusammenhang mit dem elektrischen Kontakt 2 des elektrischen Schaltgeräts 1 (siehe Fig. 1) beschrieben. Ebenso gut könnte der Gegenkontakt 3 diese Schichten bzw. Zonen aufweisen. Auch könnten beide Kontakte, d.h. sowohl der elektrische Kontakt 2 als auch der Gegenkontakt 3, solche Schichten bzw. Zonen aufweisen. In vielen Fällen genügt es zur zuverlässigen Verschleisserkennung jedoch, wenn nur einer der Kontakte 2 oder 3 diese Schichten bzw. Zonen aufweist. In der Regel ist es erwünscht, dass dies der aller Voraussicht nach verschleissempfindlichere oder sicherheitsrelevantere Kontakt ist, oder dass dies derjenige Kontakt ist, auf dem die Schichten bzw. Zonen auf einfachere Weise herstellbar sind, etwa weil er aus weniger separat zu fertigenden Einzelstücken als der andere (Gegen-)Kontakt besteht.

[0060] Die Erfindung eignet sich allgemein für elektrische Kontakte elektrischer Schaltgeräte jeder Art. Sie eignet sich auch für einen Abbrandkontakt etwa eines Leistungsschalters. Ein solcher Abbrandkontakt besteht in der Regel aus einem Schaltstift und einer Löschtulpe.

[0061] Einer dieser Abbrandkontakte (Schaltstift oder Löschtulpe) kann erfindungsgemäss mit einer Signal-Zone und optional mit einer Verschleiss-Schicht analog zu dem elektrischen Kontakt in einer der Figuren 2-8 ausgestattet werden. Die Signal-Zone kann an der gesamten Oberfläche des Abbrandkontakts oder nur auf einem verschleissempfindlichen Teilbereich des Abbrandkontakts aufgetragen sein, wie weiter oben beschrieben ist. Auch können beide Abbrandkontakte mit der erfindungsgemässen Signal-Zone ausgestattet sein. Wie in Fig. 5 gezeigt ist, können verschiedene Bereiche des Abbrandkontakts mit verschiedenen Signal-Zonen ausgestattet werden. Dadurch können verschiedene Abbrandmechanismen wie Kurzschluss-Schaltungen oder Nennstromabschaltungen unterschieden werden.

[0062] Ein solcher Generatorleistungsschalter wird häufig in einer Lösch- und Isoliergas-Atmosphäre, etwa unter SF₆, eingesetzt. In einer solchen Atmosphäre ist die Detektion des Signalstoffes mit der menschlichen Nase üblicherweise nicht möglich. Jedoch ist, wie oben beschrieben ist, eine optische Detektion oder eine Detektion durch einen Sensor 4 möglich.

[0063] Die Erfindung eignet sich auch für weitere Schaltgeräte. Als letztes Beispiel für die Anwendung der Erfindung sei ein Anfahrsschalter etwa für einen Leistungsschalter beschrieben. Ein Anfahrsschalter hat einen bewegbaren Kontakt und einen fixierten Gegenkontakt (auch fester bzw. Fix-Kontakt genannt). Der bewegbare Kontakt ist als Kontaktmesser oder Kontakttrohr ausgeführt, das zum Schalten um eine Achse geschwenkt

werden kann. Der Gegenkontakt umfasst eine Mehrzahl aufeinander gestapelter flacher Kontaktelemente, die einen Zwischenraum zum Einschieben des elektrischen Kontakts bilden. Auch dieser Kontakt-Aufbau kann als Steckkontakt bezeichnet werden, da beim Schaltvorgang der elektrische Kontakt und der Gegenkontakt aneinander reiben.

[0064] Erfindungsgemäss kann der elektrische Kontakt und / oder der Gegenkontakt des Anfahr Schalters analog zu den oben beschriebenen Kontakten mit einer Verschleiss-Schicht und einer Signal-Zone ausgestattet werden. Diese Beispiele illustrieren die Vielseitigkeit der Erfindung, die für Schaltgeräte jeder Art angewendet werden kann.

Bezugszeichenliste

[0065]

- | | | |
|----|--|----|
| 1 | Schaltgerät (Ausschnitt, nämlich der Steck- oder Gleitkontakt) | 20 |
| 2 | Elektrisches Kontaktstück | |
| 3 | Gegenkontaktstück | |
| 4 | Detektor für Signalstoff | |
| 10 | Basismaterial | 25 |
| 20 | Signal-Zone, evtl. inklusive Verschleiss-Schicht (Fig 7) | |
| 22 | Matrix der Signal-Zone | |
| 28 | Zweite Signal-Zone | |
| 30 | Signal-Kapseln in der Signal-Zone | 30 |
| 32 | Hülle der Signal-Kapseln | |
| 34 | Signalstoff der Signal-Kapseln | |
| 40 | Verschleiss-Schicht | |
| 48 | Zweite Verschleiss-Schicht | |

Patentansprüche

1. Elektrischer Kontakt (2) für ein elektrisches Schaltgerät (1), umfassend
 - eine Kontaktoberfläche zum lösbaren elektrischen Kontaktieren mit einem Gegenkontakt (3) des elektrischen Schaltgeräts (1), und
 - eine Signal-Zone (20) mit einer Matrix und einer Mehrzahl von in der Matrix angeordneten Kapseln (30), die jeweils einen Signalstoff (34) enthalten, wobei

die Matrix elektrisch leitfähig ist, und wobei die Signal-Zone (20) so angeordnet ist, dass bei einem Verschleiss-Vorgang der Signal-Zone (20) der Signalstoff (34) zumindest eines Teils der Kapseln freigesetzt werden kann, um einen Verschleiss-Zustand des elektrischen Kontakts (2) zu signalisieren.
2. Elektrischer Kontakt gemäss Anspruch 1, weiterhin umfassend eine elektrisch leitfähige Verschleiss-

Schicht (40), die die Signal-Zone teilweise oder vollständig bedeckt und die die Kontaktoberfläche des elektrischen Kontakts bildet, wobei der Verschleiss-Zustand des elektrischen Kontakts (2) ein Verschleiss-Zustand der Verschleiss-Schicht (40) ist.

3. Elektrischer Kontakt gemäss Anspruch 1, wobei der Verschleiss-Zustand des elektrischen Kontakts (2) ein Verschleiss-Zustand der Signal-Zone (20) ist.
4. Elektrischer Kontakt gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der elektrische Widerstand des Kontakts weniger als 500 μOhm und bevorzugt weniger als 200 μOhm beträgt.
5. Elektrischer Kontakt gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Kapseln (30) jeweils eine den Signalstoff umhüllende Hülle (32) aufweisen, die aus einem Material besteht, das von dem Material des Signalstoffes (34) verschieden ist.
6. Elektrischer Kontakt gemäss einem der Ansprüche 1-4, wobei die Kapseln (30) hüllenlos sind.
7. Elektrischer Kontakt gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Signalstoff (34) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus chemisch detektierbaren Stoffen, insbesondere Geruchsstoffen oder oxidierenden oder reduzierenden Stoffen, optisch detektierbaren Stoffen, insbesondere Farbstoffen oder fluoreszierenden Stoffen, Gasen, radioaktiven Stoffen, und Fremdmetallen.
8. Elektrischer Kontakt gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, weiterhin umfassend ein Basismaterial (10), auf dem die Signal-Zone (20) angeordnet ist, wobei die Matrix ein Material enthält, das auch in der Verschleiss-Schicht (40) oder in dem Basismaterial (10) enthalten ist.
9. Elektrischer Kontakt gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Signal-Zone (20) eine erste Signal-Zone ist, die Kapseln (30) erste Kapseln sind, und der Verschleiss-Zustand ein erster Verschleiss-Zustand ist, weiterhin umfassend eine zweite Signal-Zone (28) mit einer zweiten Matrix und einer Mehrzahl von in der zweiten Matrix angeordneten zweiten Kapseln, die jeweils einen zweiten Signalstoff enthalten, wobei die zweite Signal-Zone (28) so angeordnet ist, dass bei einem Verschleiss-Vorgang der zweiten Signal-Zone (28) der zweite Signalstoff zumindest eines Teils der zweiten Kapseln freigesetzt werden kann, um einen zweiten Verschleiss-Zustand des elektrischen Kontakts (2) zu signalisieren.
10. Elektrischer Kontakt gemäss Anspruch 9, wobei die

Verschleiss-Schicht (40) eine erste Verschleiss-Schicht ist, weiterhin umfassend eine elektrisch leitfähige zweite Verschleiss-Schicht (48), die die zweite Signal-Zone (28) teilweise oder vollständig bedeckt, wobei
 der zweite Verschleiss-Zustand des elektrischen Kontakts (2) ein Verschleiss-Zustand der zweiten Verschleiss-Schicht (48) ist.

5

11. Elektrischer Kontakt gemäss Anspruch 9 oder 10, wobei der erste Signalstoff und der zweite Signalstoff verschieden sind. 10

12. Elektrischer Kontakt gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Signal-Zone (20) und / oder gegebenenfalls die Verschleiss-Schicht (40) ein Material mit einer Leitfähigkeit von mehr als $20 \text{ M}\Omega^{-1}\text{m}^{-1}$ umfassen. 15

13. Elektrisches Schaltgerät (1) mit einem elektrischen Kontakt (2) gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, weiterhin umfassend einen Detektor (4) zum Detektieren des Signalstoffs (34), wobei der Detektor (4) gegenüber dem elektrischen Kontakt (2) elektrisch isoliert ist. 20
25

14. Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Kontakts (2), umfassend die folgenden Schritte:

- Bereitstellen eines elektrisch leitfähigen Basismaterials (10); 30
- Auftragen einer Signal-Zone (20) auf einen Bereich des Basismaterials (10), wobei Kapseln (30) der Signal-Zone in eine elektrisch leitfähige Matrix der Signal-Zone angeordnet werden, die jeweils einen Signalstoff (34) enthalten; 35
- Bilden, auf dem elektrischen Kontakt (2), einer Kontaktoberfläche zum lösbaren elektrischen Kontaktieren des Kontakts (2) mit einem Gegenkontakt (3). 40

45

50

55

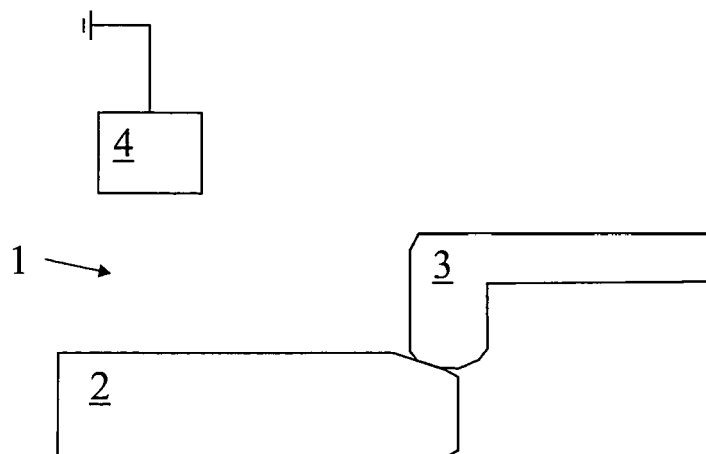


Fig. 1

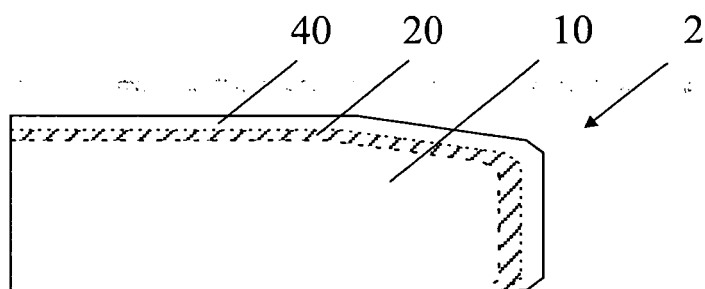


Fig. 2

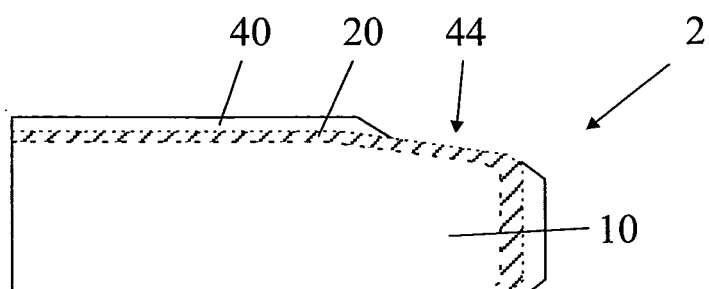


Fig. 3

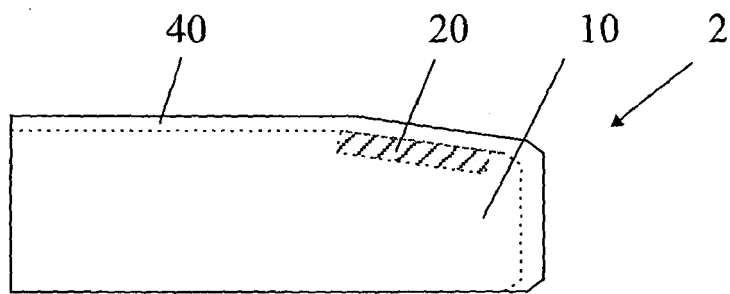


Fig. 4

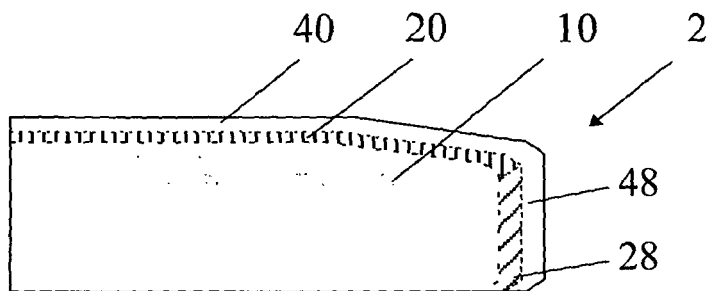


Fig. 5

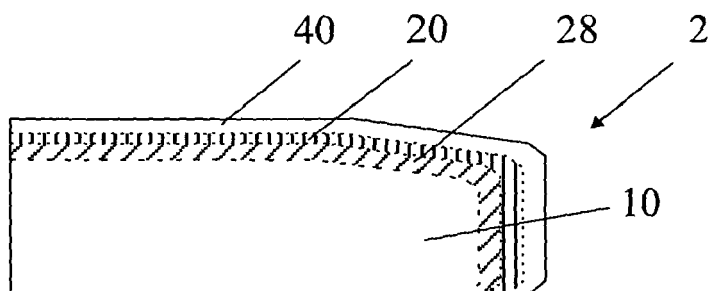


Fig. 6

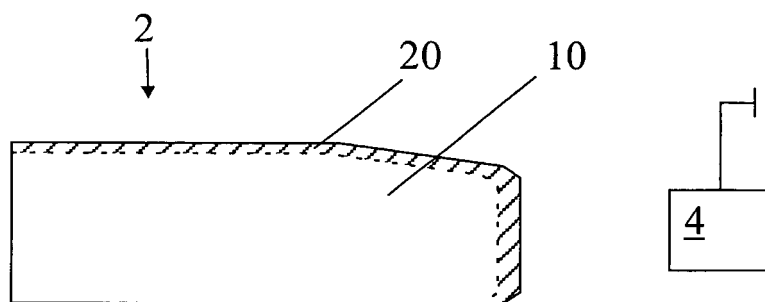


Fig. 7

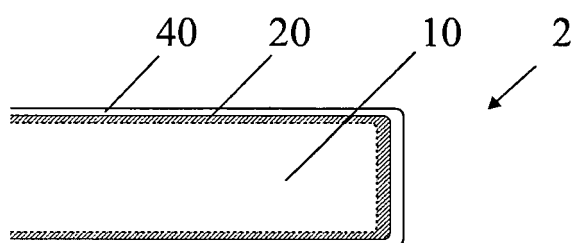


Fig. 8

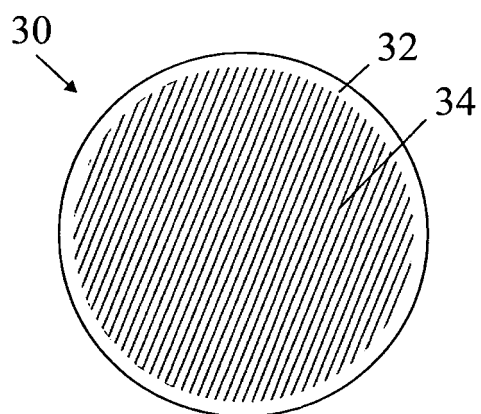


Fig. 9a

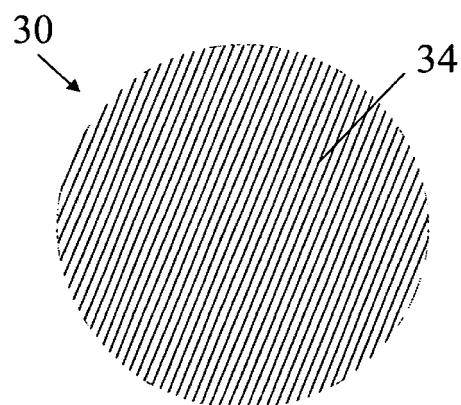


Fig. 9b



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 40 5377

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DD 116 530 A1 (D. WAGNER, R. LIPPOLDT, D. JAHN) 20. November 1975 (1975-11-20) * das ganze Dokument *	1-3,7,8, 13,14	INV. H01H1/00
X	EP 1 508 908 A (TMT & D CORP [JP]) 23. Februar 2005 (2005-02-23) * Abbildung 10 *	1-3,9, 10,14	
X	WO 2006/022798 A2 (NICHOLS APPLIED TECHNOLOGY LLC [US]; NICHOLS BRUCE [US]) 2. März 2006 (2006-03-02) * Ansprüche 1-4 *	1-3,7,8, 13,14	
X	WO 2004/025312 A (ELECTRIC POWER RES INST [US]) 25. März 2004 (2004-03-25) * Abbildung 4 *	1-3,9, 10,14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. Februar 2007	Prüfer Overdijk, Jaco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 40 5377

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

13-02-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DD 116530	A1	20-11-1975	KEINE
EP 1508908	A	23-02-2005	JP 2005071727 A 17-03-2005 US 2005040020 A1 24-02-2005
WO 2006022798	A2	02-03-2006	KEINE
WO 2004025312	A	25-03-2004	AU 2003270071 A1 30-04-2004 BR 0314202 A 12-07-2005 CA 2498775 A1 25-03-2004 EP 1537425 A1 08-06-2005 JP 2006515419 T 25-05-2006 US 2004046563 A1 11-03-2004 US 2005104598 A1 19-05-2005

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5453591 A [0005]
- DE 19521323 A1 [0042]