

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
30. Oktober 2014 (30.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/173798 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 5/20 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/057870
- (22) Internationales Anmeldedatum:
17. April 2014 (17.04.2014)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2013 207 271.6
22. April 2013 (22.04.2013) DE
- (71) Anmelder: **SCHUNK BAHN- UND
INDUSTRIE TECHNIK GMBH** [DE/DE]; Hauptstraße
97, 35435 Wettenberg (DE).
- (72) Erfinder: **FLEISCHHAUER, Guntram**; In der
Grafschaft 24, 35102 Lohra / Kirchvers (DE). **PFEFFER,
Daniel**; Buchenweg 5, 35325 Mücke (DE).
- (74) Anwalt: **TAPPE, Hartmut**; advotec. Patent- und
Rechtsanwälte, Georg-Schlosser-Strasse 6, 35390 Gießen
(DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

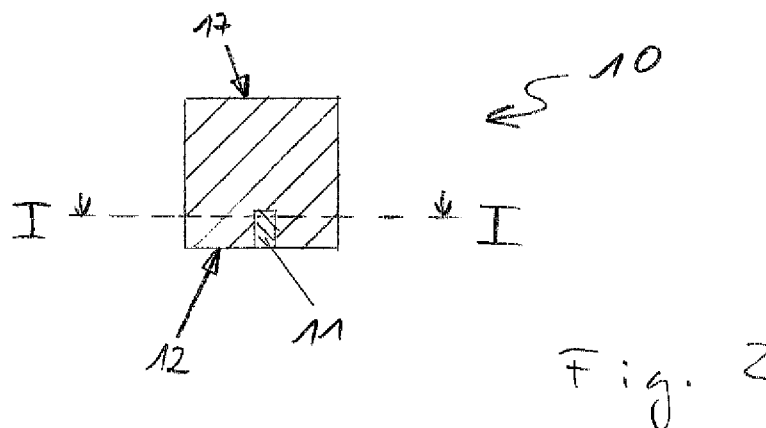
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: WEAR DETECTION SYSTEM AND A METHOD FOR DETECTING WEAR

(54) Bezeichnung : VERSCHLEIßBERKENNUNGSSYSTEM UND VERFAHREN ZUR VERSCHLEIßBERKENNUNG



(57) Abstract: The invention relates to a system for detecting wear, comprising an image processing device and a contact strip (10), as well as to a method for monitoring the wear of a contact strip for a catenary wire-bound current supply to vehicles, in which said contact strip comprises at least one wear indicator marking (11) that is designed such that it can be captured by means of an image processing device, said image processing device being an infrared camera for the purpose of capturing said wear indicator marking.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verschleißerkennungssystem mit einer Bildverarbeitungsvorrichtung und einer Schleifleiste (10) sowie ein Verfahren zur Verschleißüberwachung einer Schleifleiste für eine fahrdrahtgebundene Stromversorgung von Fahrzeugen, wobei die Schleifleiste zumindest

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/173798 A2

5

10

Verschleißerkennungssystem und Verfahren zur Verschleißerkennung

15 Die Erfindung betrifft ein Verschleißerkennungssystem mit einer Bild-
verarbeitungsvorrichtung und einer Schleifleiste sowie ein Verfahren zur
Verschleißüberwachung einer Schleifleiste für eine fahrdrahtgebundene
Stromversorgung von Fahrzeugen.

Zur Stromversorgung von schienenengebundenen aber auch nicht schienen-
20 gebundenen Fahrzeugen über einen Fahrdraht, kommen regelmäßig
Schleifleisten aus Kohlenstoff zum Einsatz. Materialbedingt sind derar-
tige Schleifleisten immer einem Verschleiß durch Abrieb des Kohlen-
stoffmaterials unterworfen. Beim Einsatz solcher Schleifleisten, bei-
spielsweise auf Lokomotiven von Zügen, ist es nötig, diese bereits vor
25 dem Erreichen einer endgültigen Verschleißgrenze auszutauschen, um
gefährliche Betriebszustände, Defekte oder Pannen zu vermeiden. Zwar
ist regelmäßig in Schleifleisten eine Notabschaltungsfunktion integriert,
welche ein Absenken der Schleifleiste bei Erreichen eines endgültigen
Verschleißgrades, oder bereits vorher bei einer Beschädigung der
30 Schleifleiste, bzw. einem Bruch, bewirkt; nach der Auslösung einer
solchen Notabschaltung ist eine weitere Stromversorgung und somit ein

weiterer Betrieb des Fahrzeugs jedoch mittels dieser Schleifleiste nicht mehr möglich. Um derartige Situationen zu vermeiden ist es vonnöten, die Schleifleisten turnusmäßig im Hinblick auf ihren Verschleißgrad hin zu inspizieren. Derartige Inspektionen erfolgen regelmäßig durch Personal, wobei dies nur aufwendig durchzuführen ist, da die Schleifleisten auf einem Dach eines Fahrzeugs, wie beispielsweise einer Lokomotive angebracht sind und aufgrund der am Fahrdraht anliegenden Hochspannung besondere Sicherheitsvorkehrungen eingehalten werden müssen, weshalb derartige Inspektionen dann nur in Bahnbetriebswerken durchgeführt werden können. Zur Vermeidung dieser aufwändigen Kontrollen sind teilweise automatisierte Verschleißüberwachungssysteme bekannt, welche ein Erreichen einer Verschleißgrenze signalisieren können.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Schleifleiste, ein Verschleißerkennungssystem und ein Verfahren zur Verschleißerkennung vorzuschlagen, welche bzw. welches einen Verschleißgrad automatisiert und zuverlässig signalisieren bzw. erfassen kann und dabei kostengünstig herzustellen ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verschleißerkennungssystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Verschleißüberwachung mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst.

Die erfindungsgemäße Verschleißerkennungssystem umfasst eine Bildverarbeitungsvorrichtung und eine Schleifleiste für eine fahrdrahtgebundene Stromversorgung von Fahrzeugen, wobei die Schleifleiste zumindest eine Verschleißanzeigemarkierung aufweist, welche derart ausgebildet ist, dass sie mittels einer Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar ist, wobei die Bildverarbeitungsvorrichtung eine Infrarotkamera zur Erfassung der Verschleißanzeigemarkierung ist.

Die Schleifleiste umfasst ein in der Regel aus Kohlenstoff gebildetes Kontaktelement, welches an einem Fahrdraht anliegen kann und dadurch

eine elektrische Verbindung mit diesem herstellen kann. Dieses Kontaktelement ist durch einen Schleifleistenträger gehalten, welcher wiederum auf einem sogenannten Pantograph angebracht ist, welcher seinerseits auf dem Dach eines Fahrzeugs angebracht ist. Das Kontaktelement weist
5 dabei zumindest eine Verschleißanzeigemarkierung auf, die derart ausgebildet ist, dass sie mittels einer Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar ist. Da eine Erkennung optisch erfolgt, besteht nicht die Gefahr einer Übertragungsstörung wie bei funkbasierten Verschleißerkennungssystemen. Die Verschleißanzeigemarkierung kann bei einer Herstellung
10 der Schleifleiste direkt in diese integriert werden und bedarf keines aufwändigen eigenen Herstellungsprozesses. Somit ist eine erfindungsgemäße Schleifleiste mit einer Verschleißanzeigemarkierung auch deutlich kostengünstiger als die bekannten Systeme herstellbar. Darüber hinaus ist eine derartige Schleifleiste vollständig wartungsfrei und kann
15 nach einer automatisch generierten Meldung über ein Erreichen eines definierten Verschleißgrades ausgetauscht werden.

Bei dem erfindungsgemäßen Verschleißerkennungssystem ist die Schleifleiste mittels einer Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar. Die Bildverarbeitungsvorrichtung ist vorteilhafterweise eine Kamera zur Erfassung
20 einer Verschleißanzeigemarkierung. Es ist möglich eine derartige Kamera zur Erfassung der Verschleißanzeigemarkierungen ortsfest entlang einer Strecke anzubringen welche von Fahrzeugen passiert wird, auf welchen eine Schleifleiste angebracht ist. Durch ein derartiges Verschleißerkennungssystem kann eine kontinuierliche Überwachung des
25 Verschleißgrades der Schleifleisten auf vorbeifahrenden Fahrzeugen sicher gestellt werden. Es ist beispielsweise denkbar, dass beim Passieren eines Fahrzeugs mit einer Schleifleiste, welche einen definierten Verschleißgrad erreicht bzw. überschritten hat, eine automatische Meldung durch das Verschleißerkennungssystem generiert wird. Die Kamera
30 des Verschleißerkennungssystems kann dabei besonders vorteilhaft an bereits bestehender Infrastruktur, wie z.B. Brücken, Masten oder Gebäuden angebracht werden. Durch ein derartiges Verschleißerkennungssystem

tem kann eine kontinuierliche und zuverlässige Überwachung von Verschleißgraden von Schleifleisten auf fahrdrahtgebundenen Fahrzeugen sichergestellt werden. Aufwendige Kontrollen durch Betriebspersonal können entfallen, wodurch Ausfallzeiten der Fahrzeuge verringert und
5 Kosten eingespart werden können.

Die Kamera des erfindungsgemäßen Verschleißerkennungssystems ist als eine Infrarotkamera ausgebildet. Ist die Verschleißanzeigemarkierung der Schleifleiste derart ausgebildet, dass zwischen ihr und dem restlichen Material der Schleifleiste ein durch die Infrarotkamera detektierbarer Temperaturunterschied besteht, kann durch ein derart ausgebildetes
10 Verschleißerkennungssystem eine Störungsanfälligkeit der Erkennung reduziert werden. Ein derartiges System ist vor allem resistent gegenüber schlechten Beleuchtungsverhältnissen, Niederschlag oder Nebel. Die Kamera kann beispielsweise auch innerhalb eines Tunnels angebracht
15 werden, wodurch Einflüsse aufgrund der Witterung vermieden werden können.

Beim bestimmungsgemäßen Gebrauch der Schleifleiste nutzt sich diese kontinuierlich ab, da durch den Kontakt mit dem Fahrdraht ein stetiger Abrieb des Kohlenstoffs an einer Oberseite stattfindet. Um einen Grad
20 des Verschleißes bzw. des Abriebs der Schleifleiste ermitteln zu können, können eine oder mehrere Verschleißanzeigemarkierungen in die Schleifleiste integriert sein. Sind mehrere gleichartige Verschleißanzeigemarkierungen in die Schleifleiste integriert, so erhöht sich die Zuverlässigkeit der Erkennung, da die Verschleißanzeigemarkierungen redundant
25 zueinander ausgebildet sein können. Befindet sich beispielsweise beim Passieren der Schleifleiste einer Bildverarbeitungsvorrichtung ein optisches Hindernis derart zwischen der Verschleißanzeigemarkierung und der Bildverarbeitungsvorrichtung, dass die Verschleißanzeigemarkierung nicht von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfasst werden kann,
30 so kann durch ein Vorhandensein einer weiteren, redundanten Verschleißanzeigemarkierung in der Schleifleiste eine Erkennung eines

Verschleißgrades der Schleifleiste dennoch sichergestellt werden. So ist es denkbar eine Vielzahl zueinander redundanter Verschleißanzeigemarkierungen in der Schleifleiste vorzusehen. Anhand dieser Verschleißanzeigemarkierungen kann ein Verschleißgrad der Schleifleiste zuverlässig
5 festgestellt werden und somit können aufwändige Kontrollen durch das Betriebspersonal entfallen.

Die geometrische Form der Verschleißanzeigemarkierung kann dabei nahezu beliebig gewählt werden. Sie kann rund, eckig, kantig oder eine Kombination davon sein. Beispielsweise kann die Verschleißanzeigemar-
10 kierung in Form eines Quaders, eines Keils, einer Pyramide, eines Zylinders, eines Kegels, eines Polyeders oder einer Kombination dieser Formen ausgebildet sein. Sind mehrere Verschleißanzeigemarkierungen in der Schleifleiste vorgesehen, so können diese unterschiedlich ausgebildet sein. Durch eine solche Ausbildung einer Verschleißanzeigemar-
15 kierung kann eine störungsfreie und zuverlässige Erkennung eines Verschleißgrades der Schleifleiste sichergestellt werden.

Eine Erkennung kann erfolgen, indem sich bei zunehmender Abnutzung der Schleifleiste und schließlich bei Erreichen eines definierten Verschleißgrades ein von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbares Bild
20 der Schleifleiste gegenüber einem Bild der Schleifleiste vor Überschreitung des definierten Verschleißgrades verändert. Dadurch ist es besonders einfach, das Erreichen eines definierten Verschleißgrades erkennen zu können.

Um einen derartigen Effekt zu bewirken, kann die Verschleißanzeigemarkierung in ein Material der Schleifleiste eingebettet sein, was eine vereinfachte Herstellung und Handhabung der Schleifleiste ermöglicht,
25 da keine weiteren Bauteile an der Schleifleiste angebracht oder verkabelt werden müssen.

Die Veränderung des von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbaren
30 Bildes der Schleifleiste kann dabei auf verschiedene Arten erfolgen.

Beispielsweise kann die Schleifleiste derart ausgebildet sein, dass bei Überschreitung eines definierten Verschleißgrades der Schleifleiste durch Erscheinen der Verschleißanzeigemarkierung die Gestalt oder ein Bild der Schleifleiste verändert wird. Dadurch kann zweifelsfrei das Erreichen eines definierten Verschleißgrades von der Bildverarbeitungs-
5 vorrichtung festgestellt werden.

In einer Ausführungsform kann die Verschleißanzeigemarkierung derart in die Schleifleiste integriert sein, dass sie zunächst vom Material der Schleifleiste derart verdeckt ist, dass sie für die Bildverarbeitungsvor-
10 richtung unerfassbar ist.

In einer weiteren Ausführungsform der Schleifleiste kann diese derart ausgebildet sein, dass die Verschleißanzeigemarkierung nicht vom Material der Schleifleiste überdeckt ist und daher zu Beginn der Verwendung der Schleifleiste bis zum Erreichen eines definierten Verschleißgrades, gegen Ende ihrer Standzeit, von der Bildverarbeitungsvor-
15 richtung erfasst werden kann.

Die Verschleißanzeigemarkierung kann dabei vorzugsweise in einer dem Fahrdrabt zugewandten Seite der Schleifleiste eingebettet sein, so dass die Verschleißanzeigemarkierung im gleichen Maß wie die Schleifleiste vom Fahrdrabt abgerieben wird und nach Erreichen eines definierten Verschleißgrades vollständig verschwunden ist. Die von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbare Veränderung der Gestalt oder des Bildes der Schleifleiste wird bei dieser Ausführungsform also durch die Konsumierung der Verschleißanzeigemarkierung sichergestellt.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Schleifleiste ist die Verschleißanzeigemarkierung aus einem zum Material der Schleifleiste optisch kontrastierenden Material ausgebildet, wodurch sie von der Bildverarbeitungsvorrichtung besonders gut erfassbar ist. Der optisch erfassbare Kontrast kann dadurch hergestellt werden, dass die Verschleißanzeigemarkierung sich vom Material der Schleifleiste hinsicht-
30

lich ihrer Farbe, ihrer Reflektionseigenschaften, ihrer oberflächlichen Rauigkeit oder ihrer thermodynamischen Eigenschaften, wie z.B. der Wärmekapazität, unterscheidet. Sie kann beispielsweise aus einem farblich abgesetzten Kohlenstoff bzw. Graphit ausgebildet sein, was die Ausgestaltung der Schleifleiste auf ein einziges Material reduzieren kann und wodurch ein völlig gleichmäßiger Abrieb der Schleifleiste und der Verschleißanzeigemarkierung sichergestellt werden kann. Um hohen Temperaturen zuverlässig widerstehen zu können, kann die Verschleißanzeigemarkierung darüber hinaus auch aus einem Metall wie z.B. Aluminium, (Edel)stahl, Kupfer oder einer beliebigen an die jeweiligen Bedingungen angepassten Legierung ausgebildet sein. Die Verschleißanzeigemarkierung kann aber auch aus einem sonstigen geeigneten Werkstoff ausgebildet sein.

Die Verschleißanzeigemarkierung kann darüber hinaus auch aus einem Kunststoff, wie beispielsweise Polytetrafluorethylen ausgebildet sein; was die Möglichkeit der Farbgestaltung und damit die Erfassbarkeit der Verschleißanzeigemarkierung deutlich verbessern kann.

In einer weiteren Ausführungsform kann die Verschleißanzeigemarkierung durch eine Ausnehmung in der Schleifleiste ausgebildet sein. Eine derartige Bauform der Schleifleiste ist besonders einfach und kostengünstig herzustellen, da hierzu kein weiteres Material in die Schleifleiste eingebracht werden muss. Die Ausnehmung kann dabei entweder auf der dem Fahrdrabt zugewandten Seite der Schleifleiste geöffnet sein, oder aber eine Öffnung zu der dem Fahrdrabt abgewandten Seite hin aufweisen, bzw. einen Hohlraum in der Schleifleiste ausbilden. Darüber hinaus kann die Ausnehmung seitlich, entlang einer Längskante der Schleifleiste, auf Höhe einer Verschleißgrenze angeordnet sein. Dies beeinflusst das von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbare Bild der Schleifleiste dahingehend, dass die Ausnehmung entweder zunächst erfasst wird und bei zunehmendem Abrieb der Schleifleiste verschwindet oder aber dass die Ausnehmung zunächst nicht erfassbar ist und bei Erreichen

eines definierten Verschleißgrades der Schleifleiste erfassbar wird. Durch die Ausführung der Verschleißanzeigemarkierung als Ausnehmung ist diese besonders einfach und kostengünstig herstellbar, da kein weiteres Material benötigt wird. Um einen ausreichenden Temperaturunter-
5 schied, welcher von einer Infrarotkamera erfasst werden kann, zwischen der Schleifleiste und der Verschleißanzeigemarkierung zu gewährleisten, ist es besonders vorteilhaft für ein derartiges Verschleißerkennungssystem die Verschleißanzeigemarkierung als eine Ausnehmung auszuführen. Die Ausnehmung kann auch einen durchgängigen Kanal durch die
10 Schleifleiste zwischen einer einer Fahrtrichtung zugewandten Seite der Schleifleiste und einer dem Fahrdraht zugewandten Seite ausbilden, wobei die Öffnung des Kanals auf der dem Fahrdraht zugewandten Seite zunächst durch das Material der Schleifleiste überdeckt sein kann und erst bei zunehmendem Abrieb des Schleifleistenmaterials freigelegt
15 werden kann. Im Bereich der Ausnehmung kann eine geringere Temperatur gegenüber einem umliegenden Bereich der Schleifleiste vorherrschen. Dadurch ist es möglich, als Bildverarbeitungsvorrichtung eine Infrarotkamera einzusetzen, welche diesen Temperaturunterschied detektieren bzw. erfassen kann und dadurch einen Verschleißgrad der Schleifleiste
20 ermitteln kann.

In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform der Schleifleiste kann die Verschleißanzeigemarkierung derart ausgebildet sein, dass sich ein Bild ihres Längsschnitts entlang einer senkrechten, bzw. orthogonal zum Fahrdraht stehenden, gedachten Achse, verändert.
25 Dadurch wird es möglich, dass sich das von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbare Bild der Verschleißanzeigemarkierung bei zunehmendem Abrieb des Schleifleistenmaterials kontinuierlich verändert. Beispielsweise kann die Verschleißanzeigemarkierung derart keilförmig ausgebildet sein, sodass sich das Bild ihres Querschnitts infolge zunehmenden Abriebs der Schleifleiste kontinuierlich vergrößert oder verkleinert.
30 Anhand dieses sich kontinuierlich verändernden Bildes der Ver-

schleißanzeigemarkierung sind nicht nur zwei Verschleißzustände, sondern eine stufenlose Verschleißanzeige zu erhalten.

Eine weitere Möglichkeit die Schleifleiste derart auszubilden, dass zumindest zwei Verschleißgrade erfasst werden können, kann darin
5 bestehen, zumindest zwei oder aber auch mehr Verschleißanzeigemarkierungen in der Schleifleiste vorzusehen. So kann das Bild oder die Gestalt der Schleifleiste, welches von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfasst wird, bei Erreichen eines ersten definierten Verschleißgrades mittels einer ersten Verschleißanzeigemarkierung verändert werden und bei
10 Erreichen eines weiteren definierten Verschleißgrades der Schleifleiste durch eine weitere Verschleißanzeigemarkierung weiter verändert werden. So ist es möglich anhand auf unterschiedlichen Höhen angeordneter Verschleißanzeigemarkierungen eine Mehrzahl von Verschleißgraden der Schleifleiste erfassen zu können.

15 Darüber hinaus kann die Schleifleiste derart ausgebildet sein, dass die Verschleißanzeigemarkierung in einem einer Fahrtrichtung zugewandten oder einem der Fahrtrichtung abgewandten Randbereich der Schleifleiste derart angeordnet ist, dass eventuelle Beschädigungen oder Abbrüche eines Materials der Schleifleiste in diesem Randbereich mittels der
20 Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar sind. Dadurch können Beschädigungen der Schleifleiste, welche während dem Betrieb entstanden sind, detektiert und gemeldet werden, woraufhin eine genauere Überprüfung des Zustands der Schleifleiste durch Betriebspersonal vorgenommen werden kann. Die Verschleißanzeigemarkierung kann dabei in einem
25 oberen Bereich innerhalb der Schleifleiste derart angeordnet sein, dass am Anfang der Standzeit der Schleifleiste die Verschleißanzeigemarkierung zunächst sichtbar ist und bei Erreichen einer Verschleißgrenze der Schleifleiste das von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbare Bild der Schleifleiste dahingehend verändert, dass die Verschleißanzeigemar-
30 kierung nicht mehr detektiert werden kann. Tritt vor Erreichen dieses Verschleißgrades der Schleifleiste eine Beschädigung der Schleifleiste in

einem Bereich der Verschleißanzeigemarkierung auf, wobei die Verschleißanzeigemarkierung ebenfalls beschädigt oder vollständig abgerissen, bzw. abgelöst wird, so kann dies durch die Bildverarbeitungsvorrichtung ebenfalls erfasst werden. Die Verschleißanzeigemarkierung
5 kann jedoch auch in einem unteren Bereich innerhalb der Schleifleiste derart angeordnet sein, dass sie erst bei Erreichen eines definierten Verschleißgrades derart freigelegt wird, dass sie von der Bildverarbeitungsvorrichtung detektiert werden kann. Tritt vor Erreichen dieses Verschleißgrades der Schleifleiste eine Beschädigung der Schleifleiste in
10 einem Bereich zwischen der Verschleißanzeigemarkierung und dem Fahrdraht auf, kann die Verschleißanzeigemarkierung freigelegt sein, wodurch eine Beschädigung der Schleifleiste von der Bildverarbeitungsvorrichtung detektiert werden kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Verschleißüberwachung einer
15 Schleifleiste für eine fahrdrahtgebundene Stromversorgung von Fahrzeugen mit einem Verschleißerkennungssystem, weist das Verschleißerkennungssystem eine Bildverarbeitungsvorrichtung und eine Schleifleiste auf, wobei die Schleifleiste eine Verschleißanzeigemarkierung aufweist, wobei die Verschleißanzeigemarkierung mittels der Bildverarbeitungsvorrichtung erfasst wird, wobei die Bildverarbeitungsvorrichtung eine
20 Infrarotkamera ist mittels der die Verschleißanzeigemarkierung erfasst wird. Die Vorteile des Verfahrens zur Verschleißüberwachung betreffend wird auf die nähere Beschreibung der erfindungsgemäßen Schleifleiste und des erfindungsgemäßen Verschleißerkennungssystems verwiesen.

25 Das Verfahren kann besonders vorteilhaft ausgeführt werden, wenn bei einem Verschleiß der Schleifleiste zumindest eine in die Schleifleiste integrierte Verschleißanzeigemarkierung und damit ein Bild oder eine Gestalt der Schleifleiste verändert wird, und diese Veränderung durch eine Bildverarbeitungsvorrichtung erfasst und ausgewertet wird, und
30 dass dadurch ein Verschleißgrad der Schleifleiste bestimmt wird.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich aus den Merkmalsbeschreibungen der auf den Vorrichtungsanspruch 1 rückbezogenen Unteransprüche.

Im Folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügte
5 Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1** Eine Schnittansicht einer ersten Ausführungsform einer Schleifleiste entlang einer Achse I - I aus Fig. 2;
- Fig. 2** eine Schnittansicht der Schleifleiste entlang einer Achse II - II
10 aus Fig. 1;
- Fig. 3** eine Schnittansicht der Schleifleiste entlang einer Achse III - III aus Fig. 1;
- Fig. 4** eine räumliche Darstellung der Schleifleiste;
- Fig. 5** eine Längsschnittansicht einer zweiten Ausführungsform einer
15 Schleifleiste;
- Fig. 6** eine Längsschnittansicht einer dritten Ausführungsform einer Schleifleiste;
- Fig. 7** eine Längsschnittansicht einer vierten Ausführungsform einer Schleifleiste;
- Fig. 8** eine Längsschnittansicht einer fünften Ausführungsform einer
20 Schleifleiste;
- Fig. 9a** eine Längsschnittansicht einer sechsten Ausführungsform einer Schleifleiste im unbenutzten Neuzustand;

- Fig. 9b** eine Längsschnittansicht der Schleifleiste aus Fig. 9a in einem benutzten Zustand bei Erreichen eines definierten Verschleißgrades;
- Fig. 10** eine Längsschnittansicht einer siebten Ausführungsform einer Schleifleiste;
- Fig. 11** eine perspektivische Ansicht eines Pantographen mit einer achten Ausführungsform einer Schleifleiste;
- Fig. 12** eine Querschnittansicht einer neunten Ausführungsform einer Schleifleiste.
- 10 Eine Zusammenschau der **Fig. 1** bis **4** zeigt eine erste Ausführungsform einer Schleifleiste 10 mit zwei Verschleißanzeigemarkierungen 11 in einer schematischen Darstellung, welche innerhalb der Schleifleiste 10, angrenzend an eine einem hier nicht dargestellten dem Fahrdraht abgewandten Unterseite 12 der Schleifleiste, in einer Fahrtrichtung 13 mittig der Schleifleiste 10 gleichmäßig und symmetrisch entlang einer Längsachse 14 angeordnet sind.
- 15 Die **Fig. 4** zeigt eine räumliche Ansicht der Schleifleiste 10. Die Schleifleiste 10 ist dabei derart ausgebildet, dass die Verschleißanzeigemarkierungen 11 derart in ein Schleifleistenmaterial 15 der Schleifleiste 10 eingebettet sind, dass sie zunächst für eine hier nicht dargestellte Bildverarbeitungsvorrichtung unerfassbar sind. Bei Erreichen eines durch eine Verschleißgrenze 16 definierten Verschleißgrades infolge eines bestimmungsgemäßen Gebrauchs der Schleifleiste 10 und eines damit einhergehenden Abriebs des Schleifleistenmaterials 15 werden die
- 20 Verschleißanzeigemarkierungen 11 gegen Ende einer Standzeit der Schleifleiste 10 freigelegt, wodurch ein von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbares Bild einer Oberseite 17 der Schleifleiste 10 gegenüber einem Bild der Oberseite 17 der Schleifleiste 10 vor Überschreitung des definierten Verschleißgrades verändert ist. Da die Verschleißanzei-
- 25

gemarkierung 11 nach Überschreiten des definierten Verschleißgrades der Schleifleiste 10 einen optischen Kontrast zum restlichen Material 15 der Schleifleiste 10 bildet, kann der Verschleißgrad von der Bildverarbeitungsvorrichtung ermittelt werden, wodurch von der Bildverarbeitungsvorrichtung, bzw. einem mit der Bildverarbeitungsvorrichtung verbundenen, hier ebenfalls nicht dargestellten Computer, eine Meldung über das Erreichen des Verschleißgrades der Schleifleiste 10 generiert werden kann.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Schleifleiste 18 mit Verschleißanzeigemarkierungen 19, welche an einer Oberseite 20 der Schleifleiste 18 innerhalb dieser angeordnet sind. Die Schleifleiste 18 ist derart ausgebildet, dass zu Beginn ihrer Lebensdauer die Verschleißanzeigemarkierungen 19 bereits von einer hier nicht dargestellten Bildverarbeitungsvorrichtung erfasst werden können, wobei bei Erreichen eines definierten Verschleißgrades die Verschleißanzeigemarkierung 19 vollständig konsumiert ist, wodurch sich ein von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbares Bild der Schleifleiste 18 verändert, was ebenfalls ein Überschreiten eines definierten Verschleißgrades anzeigt.

Fig. 6 zeigt eine dritte Ausführungsform einer Schleifleiste 21, wobei Verschleißanzeigemarkierungen 22 und 23 derart ausgebildet sind, dass zu Beginn einer Lebensdauer der Schleifleiste 21 ein Teil der Verschleißanzeigemarkierung 22 bzw. ein Bild der Verschleißanzeigemarkierung von einer nicht gezeigten Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar ist, und infolge zunehmenden Abriebs der Schleifleiste 21 die Verschleißanzeigemarkierung 23 bei Erreichen eines ersten definierten Verschleißgrades zutage treten und so von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar sind. Bei Erreichen eines weiteren definierten Verschleißgrades der Schleifleiste 21 ist die bereits zu Beginn der Lebensdauer der Schleifleiste 14 erfassbare Verschleißanzeigemarkierung 22 vollständig konsumiert, wodurch dieser von der Bildverarbeitungsvorrichtung nicht

mehr erfasst werden kann, wodurch ein weiterer definierter Verschleißgrad der Schleifleiste 21 angezeigt ist.

Fig. 7 zeigt eine vierte Ausführungsform einer Schleifleiste 24 mit einer keilförmigen Verschleißanzeigemarkierung 25, wobei die Verschleißanzeigemarkierung 25 derart ausgebildet ist, dass zu Beginn einer Lebensdauer der Schleifleiste lediglich ein sehr kleiner Abschnitt bzw. kein Abschnitt der Verschleißanzeigemarkierung 25 von einer hier nicht dargestellten Bildverarbeitungsvorrichtung erfasst werden kann, wobei bei zunehmenden Verschleiß der Schleifleiste 24 infolge Abriebs eines Schleifleistenmaterials 26 aufgrund einer Keilform der Verschleißanzeigemarkierung 25 ein von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbares Bild der Schleifleiste 24 sich kontinuierlich dahingehend verändert, dass eine von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbare Längsschnittsfläche 27 der Verschleißanzeigemarkierung 25 stetig zunimmt. Somit kann anhand einer durch die Bildverarbeitungsvorrichtung erfassten Flächen-
größe oder sichtbaren Länge der Verschleißanzeigemarkierung 25 ein Verschleißgrad der Schleifleiste 24 stufenlos ermittelt werden.

Fig. 8 zeigt eine fünfte Ausführungsform einer Schleifleiste 28 mit Verschleißanzeigemarkierungen 29, 30, 31, welche ausgehend von einer Unterseite 32 innerhalb der Schleifleiste 28 angeordnet sind und unterschiedliche Höhen a, b, c aufweisen, wobei infolge zunehmenden Abriebs eines Schleifleistenmaterials 33 zunächst bei Erreichen eines ersten definierten Verschleißgrades der Schleifleiste 28 die Verschleißanzeigemarkierung 31 an einer Oberseite 34 der Schleifleiste 28 hervortritt und von einer Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar ist, wobei bei Erreichen eines zweiten definierten Verschleißgrades die Verschleißanzeigemarkierung 30 hervortritt und von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar ist, und wobei bei Erreichen eines dritten Verschleißgrades der Schleifleiste 28 die Verschleißanzeigemarkierung 29 ein Bild der Oberseite 34 der Schleifleiste 28 dahingehend verändert, dass das Erreichen

eines weiteren definierten Verschleißgrades der Schleifleiste 28 angezeigt ist.

Fig. 9a zeigt eine sechste Ausführungsform einer Schleifleiste 35 mit einer Verschleißanzeigemarkierung 36, wobei die Verschleißanzeigemarkierung 36 derart angeordnet ist, dass bei Erreichen eines definierten Verschleißgrades der Schleifleiste 35 das Bild einer Oberseite 37 der Schleifleiste 35 dahingehend verändert ist, dass bei Erreichen einer Verschleißgrenze 38 ein definierter Verschleißgrad angezeigt ist.

Fig. 9b zeigt die Schleifleiste 35 nach Erreichen des definierten Verschleißgrades der Schleifleiste 35. Die Verschleißanzeigemarkierung 36 ist nunmehr von einer hier nicht gezeigten Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar, wodurch das Erreichen des definierten Verschleißgrades angezeigt ist.

Fig. 10 zeigt eine siebte Ausführungsform einer Schleifleiste 39 mit einer Verschleißanzeigemarkierung 40, wobei die Verschleißanzeigemarkierung 40 dieser Ausführungsform durch Ausnehmungen 41 in einem Material 42 der Schleifleiste 39 gebildet ist. Die Ausnehmungen 41 sind dabei derart ausgebildet, dass sie bei Erreichen eines definierten Verschleißgrades 43 der Schleifleiste 39 freigelegt werden, wobei dies ein von einer Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbares Bild einer Oberseite 44 der Schleifleiste 39 dahingehend verändert, dass ein Verschleiß der Schleifleiste 39 angezeigt wird.

Fig. 11 zeigt eine achte Ausführungsform einer Schleifleiste 50 mit Verschleißanzeigemarkierungen 45, welche gleichmäßig über eine Fläche 46 der Schleifleiste 50 verteilt sind. In der **Fig. 11** ist die Schleifleiste 50 auf einem Schleifleistenträger 47 dargestellt, welcher seinerseits auf einem Pantograph 48 angebracht ist, welcher die Schleifleiste 50 anzuheben und abzusenken vermag. Die Schleifleiste 50 liegt an einem Fahrdrabt 49 an, wodurch eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der Schleifleiste 50 und dem Pantograph 48 hergestellt ist.

Fig. 12 zeigt eine neunte Ausführungsform einer Schleifleiste 54 mit Verschleißanzeigemarkierungen 51, welche in einem einer Fahrtrichtung 52 zugewandten Randbereich 53 der Schleifleiste 54 sowie einem der Fahrtrichtung abgewandten Randbereich 55 der Schleifleiste 54 angeordnet sind. Zudem sind die Verschleißanzeigemarkierungen 51 an einer Oberseite 57 der Schleifleiste 54 derart innerhalb dieser angeordnet, dass zu Beginn der Lebensdauer der Schleifleiste 54 die Verschleißanzeigemarkierungen 51 bereits von einer hier nicht dargestellten Bildverarbeitungsvorrichtung erfasst werden können, wobei bei Erreichen eines definierten Verschleißgrades die Verschleißanzeigemarkierungen 51 vollständig konsumiert sind, wodurch sich ein von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbares Bild der Schleifleiste 54 verändert, was ein Überschreiten eines definierten Verschleißgrades anzeigt. Wird die Schleifleiste 54 während ihrer Lebensdauer derart beschädigt, dass Stücke des Schleifleistenmaterials 56 in einem der Randbereiche 53, 55 der Schleifleiste 54 herausbrechen, so ist ein von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbares Bild der Schleifleiste 54 und der Verschleißanzeigemarkierungen 51 derart verändert, dass eine Beschädigung der Schleifleiste 54 angezeigt ist.

5

10

Patentansprüche

1. Verschleißerkennungssystem mit einer Bildverarbeitungsvorrichtung und einer Schleifleiste (10, 18, 21, 24, 28, 35, 39, 50, 54) für eine fahrdrahtgebundene Stromversorgung von Fahrzeugen,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schleifleiste zumindest eine Verschleißanzeigemarkierung (11, 19, 22, 23, 25, 29, 30, 31, 36, 40, 45, 51) aufweist, welche derart ausgebildet ist, dass sie mittels einer Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar ist, wobei die Bildverarbeitungsvorrichtung eine Infrarotkamera zur Erfassung der Verschleißanzeigemarkierung ist.
2. Verschleißerkennungssystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels einer oder mehrerer Verschleißanzeigemarkierungen (11, 19, 22, 23, 25, 29, 30, 31, 36, 40, 45, 51) ein Verschleißgrad ermittelbar ist.

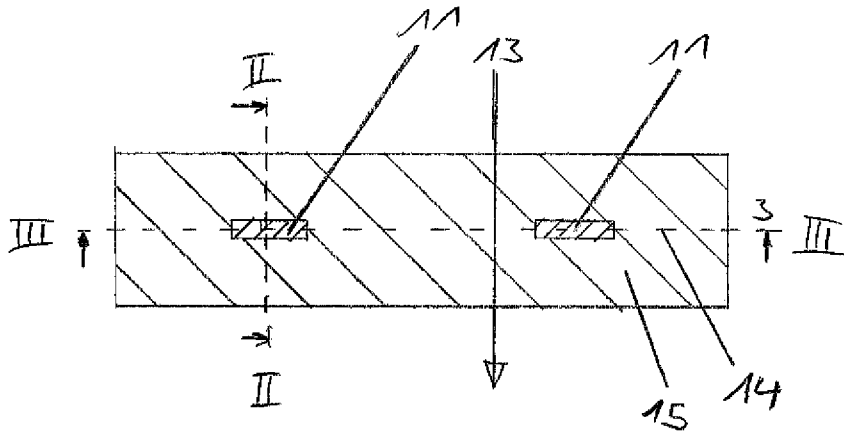
3. Verschleißerkennungssystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schleifleiste (10, 18, 21, 24, 28, 35, 39, 50, 54) derart ausgebildet ist, dass bei Überschreitung eines definierten Verschleißgrades der Schleifleiste ein von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbares Bild der Schleifleiste gegenüber einem Bild der Schleifleiste vor Überschreitung des definierten Verschleißgrades verändert ist.
5
4. Verschleißerkennungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die Verschleißanzeigemarkierung (11, 19, 22, 23, 25, 29, 30, 31, 36, 45, 51) in ein Material (33) der Schleifleiste (10, 18, 21, 24, 28, 35, 39, 50, 54) eingebettet ist.
5. Verschleißerkennungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass die Schleifleiste (10, 21, 28, 35, 39) derart ausgebildet ist, dass bei Überschreitung eines definierten Verschleißgrades der Schleifleiste eine Gestalt oder ein Bild der Schleifleiste durch Erscheinen
20 der Verschleißanzeigemarkierung (11, 23, 29, 30, 31, 36, 40) verändert ist.
6. Verschleißerkennungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Schleifleiste (10, 21, 28, 35, 39) derart ausgebildet ist, dass bis zur Überschreitung eines definierten Verschleißgrades der Schleifleiste die Verschleißanzeigemarkierung (11, 23, 29, 30, 31, 36, 40) vom Material (33) der Schleifleiste derart verdeckt ist, dass sie für die Bildverarbeitungsvorrichtung unerfassbar ist.

7. Verschleißerkennungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schleifleiste (18, 21, 50, 54) derart ausgebildet ist, dass bis
zur Überschreitung eines definierten Verschleißgrades der Schleif-
5 leiste die Verschleißanzeigemarkierung (19, 22, 45, 51) von der Bild-
verarbeitungsvorrichtung erfassbar ist.
8. Verschleißerkennungssystem nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei Überschreitung eines definierten Verschleißgrades der
10 Schleifleiste (18, 21, 50, 54) eine Gestalt der Schleifleiste durch
vollständige Abnutzung der Verschleißanzeigemarkierung (19, 22,
45, 51) verändert ist.
9. Verschleißerkennungssystem nach einem der vorangehenden Ansprü-
che,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass die Verschleißanzeigemarkierung (11, 19, 22, 23, 25, 29, 30, 31,
36, 45, 51) einen optischen Kontrast zu einem Material (33) der
Schleifleiste (10, 18, 21, 24, 28, 35, 50, 54) bildet.
10. Verschleißerkennungssystem nach einem der vorangehenden Ansprü-
20 che,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verschleißanzeigemarkierung (11, 19, 22, 23, 25, 29, 30, 31,
36, 45, 51) aus Kunststoff ausgebildet ist.
11. Verschleißerkennungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass die Verschleißanzeigemarkierung (40) durch eine Ausnehmung
(41) in der Schleifleiste (39) ausgebildet ist.

12. Verschleißerkennungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verschleißanzeigemarkierung (25) derart ausgebildet ist,
5 dass sich das von der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbare Bild
der Verschleißanzeigemarkierung bei zunehmendem Verschleiß kontinuierlich verändert.
13. Verschleißerkennungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die Schleifleiste (21, 28) zumindest zwei Verschleißanzeigemarkierungen (22, 23, 29, 30, 31) umfasst, welche derart in der
Schleifleiste angeordnet sind, dass mittels einer ersten Verschleißanzeigemarkierung (22, 31) das Erreichen eines ersten definierten Verschleißgrades angezeigt und dass mittels zumindest einer weiteren
15 Verschleißanzeigemarkierung (23, 29, 30) das Erreichen zumindest eines weiteren definierten Verschleißgrades angezeigt ist.
14. Verschleißerkennungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass die Verschleißanzeigemarkierung (51) in einem einer Fahrtrichtung (52) zugewandten Randbereich (53) der Schleifleiste (54) oder
einem der Fahrtrichtung abgewandten Randbereich (55) der Schleifleiste derart angeordnet ist, dass eventuelle Beschädigungen oder
25 Abbrüche eines Materials (56) der Schleifleiste in diesem Randbereich mittels der Bildverarbeitungsvorrichtung erfassbar sind.

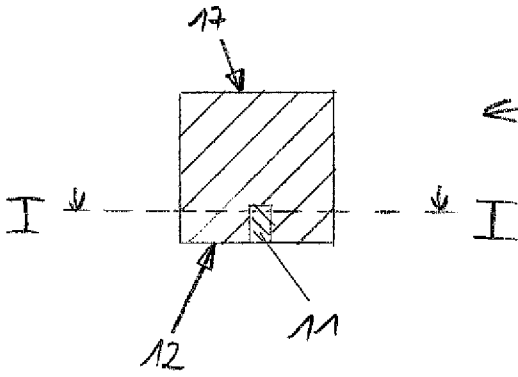
15. Verfahren zur Verschleißüberwachung einer Schleifleiste für eine fahrdrahtgebundene Stromversorgung von Fahrzeugen mit einem Verschleißerkennungs-system, wobei das Verschleißerkennungs-system eine Bildverarbeitungsvorrichtung und eine Schleifleiste (10, 18, 21, 24, 28, 35, 39, 50, 54) aufweist,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass die Schleifleiste eine Verschleißanzeigemarkierung (11, 19, 22, 23, 25, 29, 30, 31, 36, 40, 45, 51) aufweist, wobei die Verschleißanzeigemarkierung mittels der Bildverarbeitungsvorrichtung erfasst
10 wird, wobei die Bildverarbeitungsvorrichtung eine Infrarotkamera ist mittels der die Verschleißanzeigemarkierung erfasst wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei einem Verschleiß der Schleifleiste (10, 18, 21, 24, 28, 35, 39, 50, 54) zumindest eine in die Schleifleiste integrierte Verschleiß-
15 anzeigemarkierung (11, 19, 22, 23, 25, 29, 30, 31, 36, 40, 45, 51) und damit ein Bild oder eine Gestalt der Schleifleiste verändert wird, und dass diese Veränderung durch die Bildverarbeitungsvorrichtung erfasst und ausgewertet wird, und dass dadurch ein Verschleißgrad der
20 Schleifleite bestimmt wird.



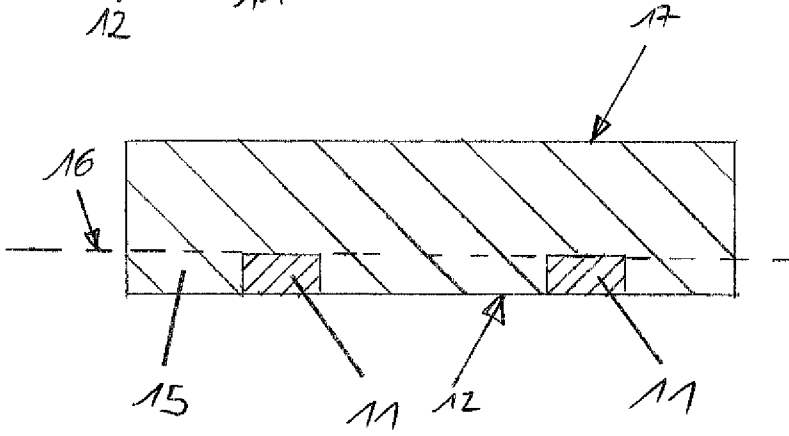
10

Fig. 1



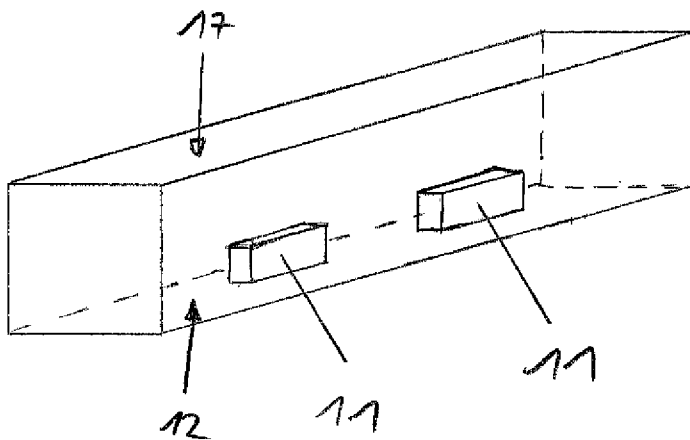
10

Fig. 2



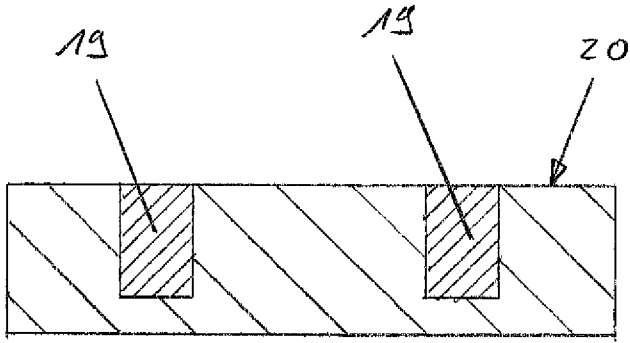
10

Fig. 3



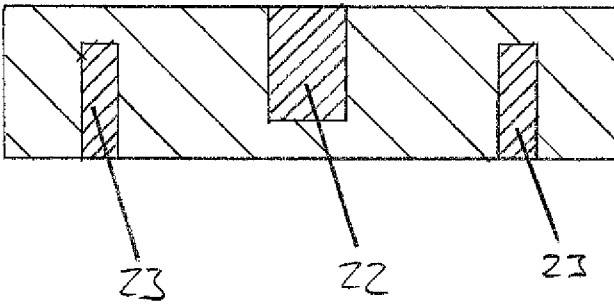
10

Fig. 4



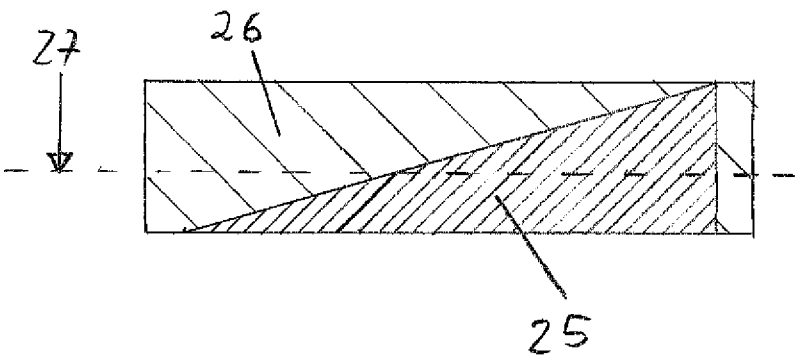
18 ↗

Fig. 5



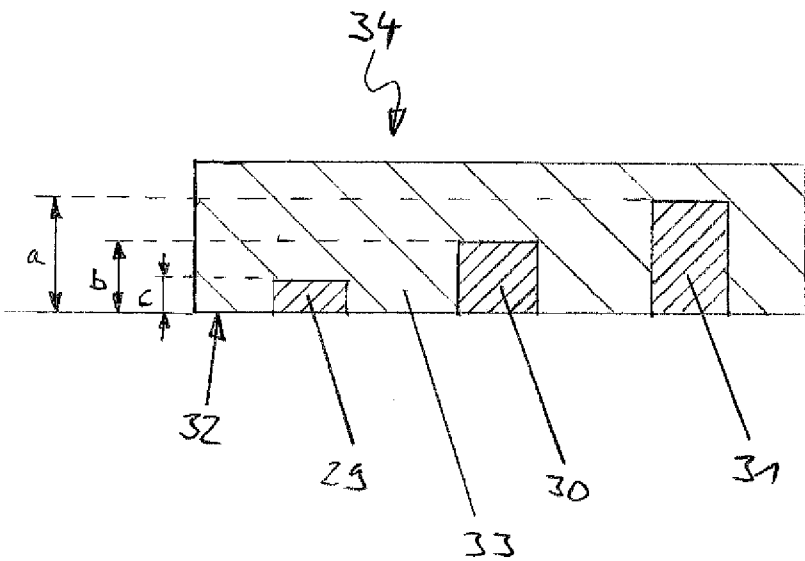
21 ↗

Fig. 6



24 ↗

Fig. 7



28 ↗

Fig. 8

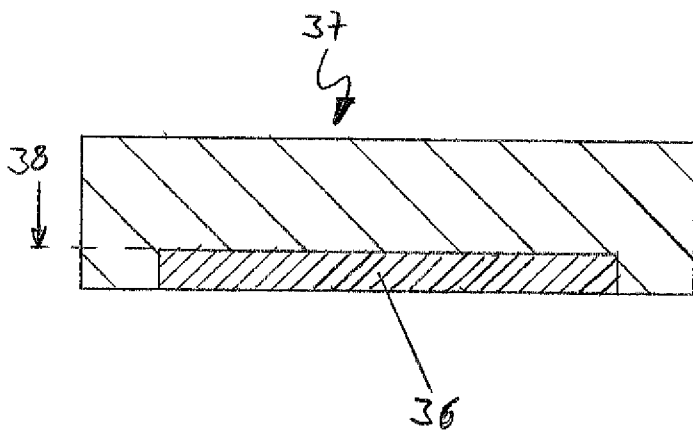


Fig. 9a

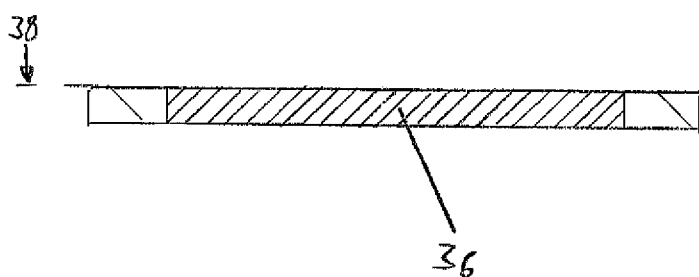


Fig. 9b

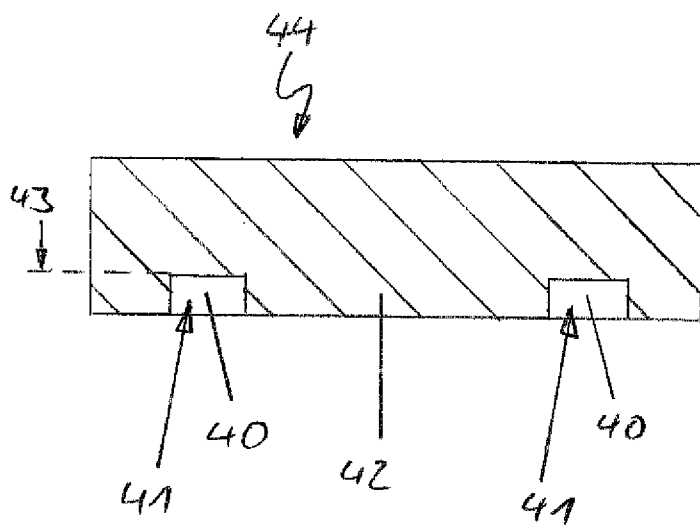


Fig. 10

4/4

