

(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
14. Mai 2010 (14.05.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/051932 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16B 39/24 (2006.01) *F16B 43/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/007725

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Oktober 2009 (28.10.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 056 368.4
7. November 2008 (07.11.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ESK CERAMICS GMBH & CO. KG**
[DE/DE]; Max-Schaidhauf-Strasse 25, 87437 Kempten
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BURTSCHKE, Daniel**
[DE/DE]; Beim Thingerstobel 12, 87437 Kempten (DE).
MEYER, Jürgen [DE/DE]; Kettlerweg 1a, 87437 Kempten
(DE). **SCHREINER, Sven** [DE/DE]; Würthstrasse
14, 81667 München (DE). **FRIEDRICH, Hubert**
[DE/DE]; Stockerholzstrasse 29, 88048 Friedrichshafen
(DE).

(74) Anwalt: **MERKLE, Gebhard**; Ter Meer Steinmeister &
Partner GbR, Mauerkircherstrasse 45, 81679 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (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, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: FASTENING ELEMENT FOR SCREW CONNECTIONS AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung : SICHERUNGSELEMENT FÜR SCHRAUBVERBINDUNGEN UND DESSEN VERWENDUNG

(57) Abstract: The invention relates to a fastening element for screw connections in the form of an intermediate layer between the screw head and cladding material and/or between nut and cladding material, wherein the base body of the element comprises a metallic material, to the top and bottom side of which hard material particles are attached, characterized in that the hard material particles are attached by means of a metallic bonding phase, wherein the thickness of the metallic bonding phase is less than the mean diameter of the hard material particles so that the hard material particles protrude out of the metallic bonding phase. The invention also relates to the use of a fastening element according to the invention for highly stressed, permanent and removable screw connections, wherein the fastening element is used as an intermediate layer between the screw head and the cladding material and/or between nut and cladding material.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Sicherungselement für Schraubverbindungen als Zwischenlage zwischen Schraubenkopf und Aufagewerkstoff und/oder zwischen Mutter und Aufagewerkstoff, wobei der Grundkörper des Elements aus einem metallischen Werkstoff besteht, auf dessen Ober- und Unterseite Hartstoffpartikel fixiert sind, gekennzeichnet dadurch, dass die Hartstoffpartikel mittels einer metallischen Bindephase fixiert sind, wobei die Dicke der metallischen Bindephase geringer ist als der mittlere Durchmesser der Hartstoffpartikel, so dass die Hartstoffpartikel aus der metallischen Bindephase herausragen. Die Erfindung betrifft ebenso die Verwendung eines erfindungsgemäßen Sicherungselements für hochbelastete, dauerhafte und wieder lösbare Schraubverbindungen, wobei das Sicherungselement als Zwischenlage zwischen Schraubenkopf und Aufagewerkstoff und/oder zwischen Mutter und Aufagewerkstoff eingesetzt wird.



WO 2010/051932 A1

1 **Sicherungselement für Schraubverbindungen und dessen Verwendung**

Gebiet der Erfindung

5 Die Erfindung betrifft eine mechanische Schraubensicherung in Form eines Sicherungselements für Schraubverbindungen als Zwischenlage zwischen Schraubenkopf und Auflagewerkstoff und/oder zwischen Mutter und Auf-
lagewerkstoff sowie die Verwendung eines solchen Sicherungselements für hoch-
belastete, dauerhafte und wieder lösbare Schraubverbindungen.

10

Hintergrund der Erfindung

Schraubverbindungen werden in allen Bereichen des Maschinen-, Anlagen-
und Kraftfahrzeugbaus eingesetzt, um kraftschlüssige Verbindungen zu erzie-
15 len. Insbesondere bei dynamischer Belastung der Schraubverbindungen ge-
währleisten viele der herkömmlichen Schraubverbindungen keine ausreichen-
de Sicherheit gegen ein selbsttätiges Lösen der Schraubverbindungen. Man ist
daher bestrebt, Maßnahmen zur Sicherung von Schraubverbindungen vorzu-
sehen, um bei hohen und insbesondere dynamischen Belastungen ein selbst-
20 tätiges Lösen der Schraubverbindungen zu verhindern.

Stand der Technik

Es gibt verschiedene mechanische Schraubensicherungen, die im Handel er-
25 hältlich sind. Beispiele für solche Schraubensicherungen sind die Ripp-
schraube, die Sperrzahnschraube, das NordLock-Scheibenpaar, die Tecken-
trup-Scheibe und die Schnorr-Scheibe.

Die beispielsweise in der DE 25 56 985 A1 beschriebene Rippschraube (oder
30 auch die Rippmutter) hat auf der Unterseite des Schraubenkopfs eine Profilie-
rung. Durch die elastischen Rippen stellt sich im gering plastischen Bereich
der Auflagen die Sicherungswirkung ein (Rolliereffekt). Hierbei wird keine se-
parate Sicherungsscheibe verwendet.

35 Bei der NordLock-Schraubensicherung (Losdrehsicherung) wird ein Keilsiche-
rungsscheibenpaar eingesetzt. Die Scheiben haben auf der Außenseite Radial-
rippen und auf der Innenseite Keilflächen, deren Steigung stets größer als die

1 Gewindesteigung ist. Die paarweise verklebten Scheiben werden unter den
Schraubenkopf und/oder die Mutter gelegt. Aufgrund der Radialrippen kommt
es beim Festziehen zu einem Formschluss. Das Scheibenpaar sitzt nun fest
an seinem Platz und Bewegungen sind nur noch zwischen den Keilflächen
5 möglich. Schon bei geringster Drehung in Löserichtung erfolgt aufgrund der
Keilwirkung eine Erhöhung der Klemmkraft und die Schraube sichert sich so-
mit selbst. Ein Montageelement für ein NordLock-Keilsicherungsscheibenpaar
ist beispielsweise in der WO 02/31368 A1 beschrieben.

10 Die Schnorrscheibe ist eine federnde Scheibe zwischen Schraubenkopf und
Werkstück, die an der Ober- und Unterseite verzahnt ist.

Die Teckentrup-Scheibe sichert kraftschlüssig und formschlüssig gegen Lo-
ckern und Losdrehen von Schraubverbindungen. Der Kraftschluß der Tecken-
15 trup-Scheibe wird durch Federkraft bewirkt. Den Formschluß erreicht die Te-
ckentrup-Scheibe durch eine spezifische Oberflächenprägung.

Einige dieser Schraubensicherungen haben sich als unbrauchbar erwiesen,
wie etwa die Teckentrup- und die Schnorr-Scheibe (siehe Vergleichsbeispiele).
20 Die Teckentrup- und die Schnorr-Scheibe bieten keine Sicherungswirkung ge-
gen Losdrehen unter Querlast. Das NordLock-Scheibenpaar hat den Nachteil,
dass es unter dynamischer Belastung der Schraubverbindungen zu einem
Verlust der Vorspannkraft durch Setzen und/oder Relaxation kommt, insbe-
sondere bei hochfesten Schrauben der Festigkeitsklassen 10.9 und 12.9 (sie-
25 he Vergleichsbeispiele).

Die Sperrzahnschraube ist wie die Rippschraube ein kopfsperrendes System,
für das kein separates Sicherungselement benötigt wird. Die Sperrzahn-
schraube zeigt zwar eine gute Sicherungswirkung, ist jedoch darin nachteilig,
30 dass die Verzahnungen in die Gegenlagen, also die Oberflächen der Auflage-
werkstoffe, eindringen und dass es damit zu einer relativ großen Verletzung
der Oberflächen der Auf lagewerkstoffe kommt. Auch die Rippen der NordLock-
Scheiben dringen in die Gegenlagen ein.

35 Eine große Verletzung der Oberfläche der Auf lagewerkstoffe wirkt sich auch
sehr negativ für die Wiederverschraubbarkeit aus. Die Oberflächenrauigkeit

1 wird stark verändert, was die Unterkopfreibung unkontrolliert erhöht und damit die Vorspannkraft verändert.

Auch die Rippsschraube zeigt eine gute Sicherungswirkung (dazu siehe Vergleichsbeispiel 1).

Beim Einsatz von kopfsperrenden Sicherungsschrauben (Stahlschrauben) in Leichtmetall- bzw. Aluminiumkonstruktionen, welche Betriebstemperaturen von 110°C und mehr erfahren, werden die Stahlschrauben über die Streckgrenze hinaus belastet. Nach Rückkühlung auf Raumtemperatur treten erhöhte Vorspannkraftsetzverluste auf.

Ein weiterer Nachteil der kopfsperrenden Systeme ist, dass bei Mehrfachverwendung die kopfsperrenden Schrauben und Muttern in den Sperrbereichen geräumt werden müssen.

Weiterhin gibt es auch gewindesperrende Systeme wie beispielsweise Spira-Lock (Sperrgewinde mit einer speziellen Auslegung des Gewindeprofils). Nachteilig bei diesen Systemen ist, dass grifftrocken geschmierte Schrauben eingesetzt werden müssen, da die Reibwerte im ungeschmierten Zustand über $\mu_{\text{ges}} = 0,25$ liegen, während die VDI 2230 für die Berechnung einen Reibwert von $\mu_{\text{ges}} = 0,12$ vorsieht.

Eine weitere Möglichkeit für die Sicherung von Schrauben ist die Verklebung mittels eines Flüssigkunststoffs. Hierfür ist jedoch ein hoher Reinigungsgrad erforderlich, was zu einem erhöhten Aufwand führt.

In der DE 40 38 557 C2 ist eine Sicherungsscheibe für Schraubverbindungen beschrieben, die aus einer Papier-, Kunststoff- oder Metallfolie in einer Dicke von 0,1 bis 0,3 mm mit auf der Ober- und Unterseite aufgeklebten harten Partikeln besteht. Bei den harten Partikeln handelt es sich bevorzugt um oxidkeramische runde Partikel mit einer Größe von 50 bis 150 μm .

Eine Sicherungsscheibe gemäß DE 40 38 557 C2 hat sich in der Praxis nicht bewährt. Die hier verwendeten runden Partikel begünstigen das Gleiten der Trennflächen zueinander, was nachteilig im Hinblick auf die Sicherungswirkung ist. Die Verwendung von Partikeln einer Größe von 50 bis 150 μm führt

1 zu einem Spalt, der die Ebenheit der Substrate und die Planizität der Kon-
taktflächen zueinander nachteilig beeinflussen kann. Aufgrund der geringen
Scherfestigkeit des Klebers besteht zudem das Problem, dass die Partikel
beim Verschraubungsvorgang und der dabei stattfindenden Relativbewegung
5 zwischen Partikeln und Oberflächen nicht an ihrer ursprünglichen Position
verbleiben, was eine unkontrollierte, inhomogene Belegung der Oberfläche mit
Partikeln zur Folge hat. Neben der ungeeigneten sphärischen Partikelform
führt dies insgesamt zu einer schlechten Sicherungswirkung.

10 **Aufgabe der Erfindung**

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Schraubensicherung
zur Verfügung zu stellen, die hinsichtlich der Sicherungswirkung den be-
kannten Schraubensicherungen des Standes der Technik mindestens gleich-
15 wertig oder aber überlegen ist, die aber die Nachteile des Standes der Technik
vermeidet, insbesondere nicht zu einer relativ großen Eindringung der
Schraubensicherung in die Oberfläche des Auflagewerkstoffs und somit nicht
zu einer relativ großen Verletzung der Oberfläche des Auflagewerkstoffs führt,
und welche für hochbelastete, dauerhafte, wieder lösbare und wieder ver-
20 schraubbare Schraubverbindungen eingesetzt werden kann.

Zusammenfassung der Erfindung

Die vorstehende Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein
25 Sicherungselement für Schraubverbindungen gemäß Anspruch 1 sowie dessen
Verwendung gemäß Anspruch 11. Vorteilhafte und besonders zweckmäßige
Ausgestaltungen des Anmeldungsgegenstandes sind in den Unteransprüchen
angegeben.

30 Gegenstand der Erfindung ist somit ein Sicherungselement für Schraubver-
bindungen als Zwischenlage zwischen Schraubenkopf und Auflagewerkstoff
und/oder zwischen Mutter und Auflagewerkstoff, wobei der Grundkörper des
Elements aus einem metallischen Werkstoff besteht, auf dessen Ober- und
Unterseite Hartstoffpartikel fixiert sind, das dadurch gekennzeichnet ist,
35 dass die Hartstoffpartikel mittels einer metallischen Bindephase fixiert sind,
wobei die Dicke der metallischen Bindephase geringer ist als der mittlere

- 1 Durchmesser der Hartstoffpartikel, so dass die Hartstoffpartikel aus der metallischen Bindephase herausragen.

5 Gegenstand der Erfindung ist ebenso die Verwendung eines erfindungsgemäßen Sicherungselements für hochbelastete, dauerhafte und wieder lösbare Schraubverbindungen, wobei das Sicherungselement als Zwischenlage zwischen Schraubenkopf und Auflagewerkstoff und/oder zwischen Mutter und Auflagewerkstoff eingesetzt wird.

- 10 Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Sicherungselements liegt darin, dass es bei der Verschraubung zu einer relativ geringen Eindringung in die Oberfläche der Auflagewerkstoffe und somit zu einer nur relativ geringen Verletzung der Oberfläche der Auflagewerkstoffe kommt.

- 15 Für herkömmliche Sicherungssysteme mit geriffelten Oberflächen in der Schraubenkopfunterseite wie der Sperrzahnschraube oder in Sicherungsscheiben wie dem NordLock-Scheibenpaar liegt die Verletzungstiefe im Bereich von etwa 100 bis 200 μm , während sie bei Einsatz des erfindungsgemäßen Sicherungselements, beispielsweise bei Verwendung einer Hartstoffkör-
20 nung mit einer mittleren Partikelgröße von 10 μm , nur ca. 4 – 6 μm entsprechend dem freien Kornüberstand beträgt.

- 25 Im Falle des Öffnens und Schließens einer erfindungsgemäß gesicherten Schraubverbindung werden die Gegenflächen nur wenig beschädigt, so dass vor dem erneuten Schließen der Verbindung die Gegenflächen nicht oder nur wenig geräumt und gereinigt oder mechanisch nachbearbeitet werden müssen.

- 30 Mit dem erfindungsgemäßen Sicherungselement ist daher eine Wiederverschraubung möglich, ohne dass aufwendige Reinigungs- und Bearbeitungsmaßnahmen erforderlich sind, d.h. die Schraubverbände müssen vor einer Wiederverschraubung nicht überarbeitet werden. Vorzugsweise wird für eine Wiederverschraubung jedoch ein neues Sicherungselement eingesetzt. Das erfindungsgemäße Sicherungselement kann in allen Materialien einschließlich
35 aller gehärteten Materialien eingesetzt werden, im Gegensatz zu einigen der handelsüblichen Sicherungssysteme wie den kopfsperrenden Systemen und dem NordLock-Scheibenpaar, die nur in ungehärteten Materialien einsetzbar

- 1 sind. Auch in Leichtmetallkonstruktionen, beispielsweise in Aluminium-
konstruktionen, kann das erfindungsgemäße Sicherungselement eingesetzt
werden.
- 5 Falls als erfindungsgemäßes Sicherungselement eine dünne beschichtete Folie
in einer Stärke von 0,1 mm eingesetzt wird, ergibt sich hier der zusätzliche
Vorteil einer erheblichen Gewichtsersparnis gegenüber Standard-Sicherungs-
elementen, die beispielsweise bei einer Standard M6-Verschraubung mit einer
Standard-Sicherungsscheibe von 1,6 mm Stärke bereits ca. 94% beträgt, so-
10 wie weiterhin der Vorteil eines geringeren Bauraums.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

- Der Grundkörper des erfindungsgemäßen Sicherungselements besteht aus ei-
15 nem metallischen Werkstoff, vorzugsweise Stahl und weiter vorzugsweise Fe-
derstahl. Es kann ein handelsüblicher unlegierter Federbandstahl eingesetzt
werden. Solche feder- bzw. biegungselastischen Stähle besitzen vorzugsweise
eine Zugfestigkeit im Bereich von 350-1850 N/mm², noch weiter bevorzugt
von 800-1600 N/mm². Es können aber auch andere, insbesondere auch wei-
20 chere Stähle eingesetzt werden. Anwendungsbezogen werden säure- und/oder
temperaturbeständige Stähle verwendet.

- Die Dicke des Sicherungselements ist sowohl von der Anwendung als auch
von der Schraubengröße abhängig und beträgt vorzugsweise ≤ 2 mm, weiter
25 vorzugsweise $\leq 0,2$ mm, und insbesondere bevorzugt 0,1 - 0,2 mm. Dünne Fo-
lien einer Stärke von 0,1 bis 0,2 mm werden vorzugsweise dann eingesetzt,
wenn Gewichtsersparnis und beschränkter Bauraum oder Packungsdichte
eine Rolle spielen. Dickere Elemente werden beispielsweise eingesetzt bei grö-
ßeren Verschraubungen und Mehrfachverschraubungen bzw. Flanschen, bei
30 denen keine Einzelemente eingesetzt werden sollten. Die Dicke der Elemente
kann nach DIN 125 abhängig vom Schraubendurchmesser gewählt werden.

- Die Elemente können durch Stanzen, Lasern oder Erodieren hergestellt wer-
den.
35

Als Hartstoffe werden vorzugsweise Materialien eingesetzt, die unter den jewei-
ligen Einsatzbedingungen weder mit den Werkstoffen der Schraubenverbin-

1 dungen noch mit Umgebungsmedien chemisch reagieren. Bevorzugte Beispiele
für Hartstoffe sind Carbide wie SiC, WC und B₄C, Nitride wie Si₃N₄ und kubi-
sches BN, Boride oder SiO₂ oder Al₂O₃ oder Diamant. Insbesondere bevorzugt
werden Diamant, B₄C oder SiC eingesetzt.

5

Die Größe der harten Partikel ist so zu wählen, dass die Beschädigung der
Auflagwerkstoffe durch das Eindrücken der Partikel kein unzulässiges Aus-
maß erreicht. Eine Partikelgröße mit einem maximalen Durchmesser von 0,1
mm erfüllt im allgemeinen diese Forderung.

10

Besonders bevorzugt werden harte Partikel mit einem maximalen Durchmes-
ser von 35 µm eingesetzt, insbesondere bevorzugt sind Körnungen mit einer
mittleren Korngröße D₅₀ im Bereich von 8 bis 35 µm, weiter vorzugsweise von
10 bis 25 µm. Die Bestimmung der Korngröße erfolgt in bekannter Weise mit-
15 tels Laserbeugung, beispielsweise mit einem Gerät der Firma CILAS (CILAS
1064), an Feststoffdispersionen.

In Fällen, bei denen bestehende Korrosionsschutzschichten durchdrungen
werden müssen, kann es sinnvoll sein, harte Partikel einer mittleren Größe
20 von mehr als 30 µm einzusetzen. Typische Korrosionsschutzmaßnahmen sind
Phosphatierungen und KTL-Lacke. Phosphatierungen haben üblicherweise
Schichtdicken bis 15 µm, KTL- Lacke bis 25 µm. Für Phosphatierungen kann
daher die Verwendung harter Partikel mit einem mittleren Durchmesser von
35 µm oder mehr sinnvoll sein, bei KTL-Lacken von 55 µm oder mehr.

25

Die Zahl der harten Partikel pro Flächeneinheit der Kontaktflächen der Aufla-
gewerkstoffe ist vorzugsweise so zu wählen, dass beim Anziehen der Schrau-
ben ein Eindrücken der Partikel in die Gegenfläche gewährleistet ist. Dazu
sollten wenigstens 5 % der Kontaktfläche des Sicherungselements mit harten
30 Partikeln belegt sein, eine Belegung größer 30 % bringt keine weiteren Vortei-
le mehr.

Die erfindungsgemäßen Sicherungselemente in Form von Lochelementen wer-
den mit einer metallischen Schicht mit eingelagerten Hartstoffpartikeln be-
35 schichtet. Vorzugsweise erfolgt die Beschichtung mittels galvanotechnischer
Verfahren. Die Beschichtung erfolgt vorzugsweise nach der Herstellung der
Lochelemente, es ist aber auch möglich, eine Bandbeschichtung durchzufüh-

1 ren und danach die Einzelelemente vom Band zu trennen, beispielsweise durch Stanzen oder Lasern.

Die metallische Schicht dient als Bindephase für die Hartstoffpartikel. Insbesondere bevorzugt können die Beschichtungen mittels einer außenstromlosen (= chemischen) Vernickelung hergestellt werden. Die aufgetragenen Chemisch-Nickel-Schichten können durch eine Wärmebehandlung bis ca. 400°C ausgehärtet werden, wodurch die Haftung auf dem Elementmaterial verbessert und die Eigenfestigkeit der Schicht erhöht wird.

10 In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Festigkeit der metallischen Bindephase mindestens ebenso hoch wie die Festigkeit des Auflage- und Schraubenwerkstoffs. Es ist aber auch möglich, dass die Festigkeit der Bindephase geringer ist wie die Festigkeit des Auflage- und Schraubenwerkstoffs.

15 Die Dicke der metallischen Bindephase sollte geringer sein als die mittlere Partikelgröße der harten Partikel, damit diese aus der Beschichtung herausragen und in die Oberfläche der Aufagewerkstoffe eingreifen können. Vorzugsweise beträgt die Dicke der metallischen Bindephase maximal etwa 60% des mittleren Durchmessers der Hartstoffpartikel. Die Schichtdicke ist somit in Abhängigkeit von der Partikelgröße der harten Partikel zu wählen. Beispielsweise sollte die Schichtdicke bei einer mittleren Korngröße der harten Partikel von 10 μm ca. 6 μm betragen.

25 Die beschichteten Sicherungselemente sind beständig gegen Säuren und Laugen sowie temperaturbeständig. Bei Verwendung von Diamant als Hartstoffpartikel sind Temperaturanwendungen bis etwa 500°C, bei Carbiden auch bis zu höheren Temperaturen von ca. 800°C möglich.

30 Das erfindungsgemäße Sicherungselement kann als Einloch- oder Mehrloch-Sicherungselement ausgebildet sein. In der einfachsten und bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem erfindungsgemäßen Sicherungselement um eine Sicherungsscheibe, insbesondere eine Einloch- oder Mehrlochscheibe. Das Sicherungselement kann jedoch auch beliebige regelmäßige oder unregelmäßige Außenkonturen aufweisen, beispielsweise um sich den Konturen des Aufagewerkstoffs der Schraubverbindungen anzupassen. Dies gilt sowohl für Einfach- als auch Mehrfachsicherungselemente.

35

1 Das erfindungsgemäße Sicherungselement kann insbesondere für hochbelas-
tete, dauerhafte Verschraubungen eingesetzt werden, die wieder lösbar und
wieder verschraubbar sein müssen. Sie kann für Verschraubungen eingesetzt
werden, die ohne aufwendiges Reinigen oder Räumen der Verschraubungsflä-
5 chen wieder nutzbar sein müssen.

Üblicherweise wird ein Sicherungselement pro Schraubverbindung eingesetzt,
das unter den Schraubenkopf und/oder die Mutter gelegt und verschraubt
wird. Es ist jedoch auch möglich, bei Mehrfachverschraubungen, bei denen
10 eine Verbindung durch mehrere Schraubverbindungen nebeneinander herge-
stellt wird, anstelle von einzelnen Sicherungselementen für jede einzelne der
Schraubverbindungen ein einziges Sicherungselement einzusetzen für alle
Schrauben gemeinsam. Dieses Sicherungselement kann beispielsweise eine
kreisförmige Scheibe sein, in der mehrere kreisförmige Durchbrüche vorhan-
15 den sind für die einzelnen Schrauben, aber auch andere Außenkonturen sind
möglich. Eine solche Mehrfachsicherungsscheibe bietet Vorteile für die Mon-
tage einer solchen Verbindung, da dann nicht einzelne Sicherungsscheiben
einzeln aufgelegt und verschraubt werden müssen.

20 **Beispiele und Vergleichsbeispiele**

Die nachfolgenden Beispiele und Vergleichsbeispiele dienen zur weiteren Er-
läuterung der Erfindung.

25 Beispiel 1

Herstellung eines erfindungsgemäßen Sicherungselements

Lochscheibe $D_a = 20 \text{ mm}$ $D_i = 10,3 \text{ mm}$ $h = 2 \text{ mm}$

Zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Sicherungselements werden zu-
30 nächst ringförmige Scheiben in den Abmessungen $d20/10.3 * 2.0 \text{ mm}$ aus un-
beschichtetem 2.0 mm dickem Stahlblech C 75 S +QT gestanzt. Dieses Blech
weist eine Festigkeit von $1412 - 1449 \text{ N/mm}^2$ auf.

Die vorgefertigten Scheiben werden auf geeignete Halterungen gesteckt und
35 nach den allgemeinen Regeln der Galvanotechnik durch Entfetten, Beizen und
Aktivieren vorbehandelt.

- 1 Sodann wird der Warenträger mit den Scheiben in ein Chemisch Nickel Bad
getaucht, in dem Diamantpulver mit 20 μm mittlerem Partikeldurchmesser
dispergiert ist. Die Menge des dispergierten Diamantpulvers wird so gewählt,
dass bei den im Beschichtungsbad herrschenden Bedingungen (Badbewegung;
5 Abscheidegeschwindigkeit) die gewünschte Flächenbelegung mit Diamantpar-
tikel erreicht wird. Im vorliegenden Fall wurde eine Flächenbelegung von 19.5
 ± 1.5 % ermittelt. Die Dicke der abgeschiedenen Metallschicht wurde mit 10
 μm so eingestellt, dass der freie Kornüberstand etwa 50 % des Korndurchmes-
sers entspricht. Um einen sehr gleichmäßigen Kornüberstand zu erreichen,
10 ist es vorteilhaft, die Diamantpartikel in einem ersten Beschichtungsschritt
auf der Scheibenoberfläche zu fixieren, wobei die Schichtdicke $< 3 \mu\text{m}$ beträgt.
In einem zweiten Beschichtungsschritt wird die endgültige Schichtdicke in ei-
nem feststofffreiem Nickelbad eingestellt. Bei üblichen Verfahrenbedingungen
beträgt die Gesamttauchzeit in den Beschichtungsbädern etwa 30 Minuten.
15
- Der Warenträger mit den nunmehr beschichteten Scheiben wird aus dem Be-
schichtungsbad entnommen und in einem Ultraschallbad gereinigt, um nur
lose anhaftende Diamantpartikel zu entfernen.
- 20 Die gereinigten Scheiben werden vom Warenträger abgenommen und einer
Wärmebehandlung von 2 Stunden bei 350 °C unterzogen. Diese Behandlung
verbessert die Haftung der Chemisch-Nickel-Schicht auf der Stahlfolie sowie
den Sitz der Partikel in der Schicht selbst. In Abhängigkeit vom Substrat
kann auch eine Wärmebehandlung bei reduzierten Temperaturen vorteilhaft
25 sein.

Beispiel 2 und Vergleichsbeispiele 1 bis 4

- Zur Untersuchung der Sicherungswirkung wurde auf einem Rüttelprüfstand
30 der Bauart Junker ein Vibrationsversuch nach DIN 65151 mit 12,5 Hz dyna-
misch wechselnder Querkraftbelastung durchgeführt. Der Vorspannkraftver-
lauf wurde als Funktion der Lastwechsel (Zeit) gemessen und registriert. Es
wurden jeweils 1000 Lastwechsel durchgeführt. Für die Versuche wurden
schwarze M10-Schrauben nach DIN EN ISO 4017 eingesetzt der Festigkeits-
35 klasse 10.9 nach ISO 898-1. Die Klemmlänge betrug 1,5 mm. Die Schrauben
wurden zügig und gleichmäßig mit Drehmomentschlüssel angezogen. Die Vor-
spannkraft betrug 40 kN.

1 Die Beurteilung der Sicherungswirkung erfolgt an Hand des Vorspannkraftab-
falls über die Versuchszeit. Beträgt die Vorspannkraft am Ende des Versuchs
noch 80% der ursprünglichen Vorspannkraft und mehr, so ist die Sicherungs-
wirkung einer Losdrehsicherung gegeben. Liegt die Vorspannkraft am Ende
5 des Versuchs unterhalb 80%, beträgt aber immer noch wenigstens 20%, so ist
noch die Wirkung einer Verliersicherung gegeben. Liegt die Vorspannkraft am
Ende des Versuchs unterhalb von 20%, ist das Sicherungselement unbrauch-
bar.

10 Als Auflagewerkstoff für die Versuche wurden eingesetzt: ein Baustahl middle-
rer Härte (Härte 163 HV5, Werkstoffbezeichnung S355J2G3 bzw. St 52-3), ein
Gußwerkstoff (EN-GJL-250), ein Einsatzstahl (Härte 210 HV5, Werkstoffbe-
zeichnung 16MnCr5) und ein Aluminiumwerkstoff (AlMgSi1). Die Oberflächen-
rauheit der Auflagewerkstoffe betrug $R_a = 1 \mu\text{m}$, für die Auflagewerkstoffe
15 S355J2G3 und EN-GJL-250 wurden zusätzlich Versuche mit $R_a = 2,5 \mu\text{m}$
durchgeführt.

Als Sicherungselemente für die Versuche wurden eine erfindungsgemäße Si-
cherungsscheibe gemäß Beispiel 1 eingesetzt sowie weitere handelsübliche
20 Schraubensicherungen (Sicherungsscheiben NordLock, Teckentrup und
Schnorr sowie die Rippschraube mit der Profilierung auf der Unterseite des
Schraubenkopfs).

Das Ergebnis der Versuche nach 1000 Lastwechseln ist in den Tabellen 1 und
25 2 dargestellt.

In Tabelle 1 ist für die durchgeführten Versuche dargestellt, wie hoch die Vor-
spannkraft nach 1000 Lastwechseln war, bezogen auf die Vorspannkraft zu
Beginn der Versuche. Dieser Wert sollte bei mindestens 80% liegen, damit
30 eine gute Losdrehsicherungswirkung gegeben ist. Bei den Versuchen mit der
Schnorr-Scheibe und der Teckentrup-Scheibe war die Vorspannkraft bereits
nach weniger als 1000 Lastwechseln auf Null abgesunken, in der Tabelle ist
in diesen Fällen jeweils in eckigen Klammern angegeben, nach wieviel Last-
wechseln die Vorspannkraft auf Null abgesunken war.

35

In Tabelle 2 ist die Bewertung der durchgeführten Versuche im Hinblick auf
die Sicherungswirkung dargestellt.

1 Aus Tabelle 2 geht hervor, dass das erfindungsgemäße Sicherungselement
und die handelsübliche Rippsschraube die Voraussetzungen für die Siche-
rungswirkung einer Losdrehsicherung sehr gut erfüllen. Demgegenüber ist die
„NordLock“-Sicherung bereits etwas schlechter, da die Vorspannkraft bei den
5 geprüften Auflagewerkstoffen während des Versuchs deutlicher abfällt. Die
Schnorr-Scheibe und die Teckentrup-Scheibe erwiesen sich beide als un-
brauchbar. Der Abfall der Vorspannkraft fällt bei den Versuchen mit der er-
findungsgemäßen Sicherungsscheibe gemäß Beispiel 1 teilweise geringer aus
als bei den Versuchen mit der Rippsschraube.

10

Nach den Versuchen wurde die Verletzungstiefe des Aluminium-Auflagewerks-
toffs mittels konfokaler Laserscanning-Mikroskopie vermessen. Die mittlere
punktuelle Verletzungstiefe beträgt für die mit Beispiel 1 durchgeführten Ver-
suche 10 μm , bei Vergleichsbeispiel 1 (Rippsschraube) sind es flächig 140 μm .

15

Tabelle 1: Vorspannkraft nach 1000 Lastwechseln, bezogen auf Vorspann-
kraft zu Beginn der Versuche

20

25

30

	S355J2G3 (St 52-3)		EN-GJL-250		16MnCr5	AlMgSi1
	R _a = 1	R _a = 2,5	R _a = 1	R _a = 2,5	R _a = 1	R _a = 1
Beispiel 1	88%	86%	93%	91%	87%	90%
Vergleichsbeispiel 1 (Rippsschraube)	87%	88%	87%	87%	87%	88%
Vergleichsbeispiel 2 (Nord-Lock)	77%	78%	81%	81%	79%	76%
Vergleichsbeispiel 3 (Schnorr-Scheibe)	0% [250]	0% [300]	0% [300]	0% [300]	0% [300]	0% [220]
Vergleichsbeispiel 4 (Teckentrup)	0% [600]	0% [380]	0% [400]	0% [350]	0% [400]	0% [400]

35

- 1 Tabelle 2: Sicherungswirkung der verschiedenen Schraubensicherungen für verschiedene Auflagewerkstoffe

		S355J2G3 (St 52-3)	EN-GJL-250	16MnCr5	AlMgSi1
5	Beispiel 1	Sehr gut Losdrehsiche- rung	Sehr gut Losdrehsiche- rung	Sehr gut Losdrehsiche- rung	Sehr gut Losdrehsiche- rung
	Vergleichs- beispiel 1 (Rippschraube)	Sehr gut Losdrehsiche- rung	Sehr gut Losdrehsiche- rung	Sehr gut Losdrehsiche- rung	Sehr gut Losdrehsiche- rung
10	Vergleichs- beispiel 2 (Nord-Lock)	Befriedigend (Verliersiche- rung an der Grenze zur Losdreh- sicherung)	Gut (Losdrehsiche- rung, aber Vor- spannkraft ge- ringer als oben)	Befriedigend (Verlier- sicherung an der Grenze zur Losdreh- sicherung)	Befriedigend (Verlier- sicherung an der Grenze zur Losdreh- sicherung)
15	Vergleichs- beispiel 3 (Schnorr-Scheibe)	unbrauchbar	unbrauchbar	unbrauchbar	unbrauchbar
20	Vergleichs- beispiel 4 (Teckentrup)	unbrauchbar	unbrauchbar	unbrauchbar	unbrauchbar

1

Patentansprüche

5

10

15

20

25

30

35

1. Sicherungselement für Schraubverbindungen als Zwischenlage zwischen Schraubenkopf und Auflagewerkstoff und/oder zwischen Mutter und Auflagewerkstoff, wobei der Grundkörper des Elements aus einem metallischen Werkstoff besteht, auf dessen Ober- und Unterseite Hartstoffpartikel fixiert sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hartstoffpartikel mittels einer metallischen Bindephase fixiert sind, wobei die Dicke der metallischen Bindephase geringer ist als der mittlere Durchmesser der Hartstoffpartikel, so dass die Hartstoffpartikel aus der metallischen Bindephase herausragen.

2. Sicherungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der metallische Werkstoff des Sicherungselements Stahl, vorzugsweise Federstahl, weiter vorzugsweise Federstahl mit einer Zugfestigkeit von 350-1850 N/mm², ist.

3. Sicherungselement nach Anspruch 1 und/oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherungselement eine Dicke von ≤ 2 mm, vorzugsweise $\leq 0,2$ mm, weiter vorzugsweise 0,1 - 0,2 mm, aufweist.

4. Sicherungselement nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hartstoffpartikel aus der Gruppe gewählt sind, bestehend aus Carbiden, Nitriden, Boriden, Diamant, SiO₂ und Al₂O₃, vorzugsweise aus der Gruppe, bestehend aus Diamant, Siliciumcarbid und Borcarbid.

5. Sicherungselement nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hartstoffpartikel einen maximalen Durchmesser von 100 μ m, vorzugsweise 35 μ m, und vorzugsweise eine mittlere Korngröße D₅₀ im Bereich von 8 bis 35 μ m, weiter vorzugsweise 10 bis 25 μ m, aufweisen.

6. Sicherungselement nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** 5 bis 30% der Kontaktfläche des Sicherungselements mit Hartstoffpartikeln belegt sind.

- 1 7. Sicherungselement nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die metallische Bindephase eine galvanotechnisch erzeugte Chemisch-Nickel-Schicht ist.
- 5 8. Sicherungselement nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke der metallischen Bindephase maximal etwa 60% des mittleren Durchmessers der Harstoffpartikel beträgt.
- 10 9. Sicherungselement nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich um ein Einloch-Sicherungselement, vorzugsweise um eine Einlochscheibe handelt.
- 15 10. Sicherungselement nach mindestens einem der Ansprüche 1-8, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich um ein Mehrloch-Sicherungselement, vorzugsweise um eine Mehrlochscheibe handelt.
- 20 11. Verwendung eines Sicherungselements gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10 für hochbelastete, dauerhafte und wieder lösbare Schraubverbindungen, wobei das Sicherungselement als Zwischenlage zwischen Schraubenkopf und Auflagewerkstoff und/oder zwischen Mutter und Auflagewerkstoff eingesetzt wird.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/007725

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F16B39/24 F16B43/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F16B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 961 038 A1 (KEMPTEN ELEKTROSCHMELZ GMBH [DE] WACKER CHEMIE GMBH [DE]) 1 December 1999 (1999-12-01) paragraphs [0015], [0017], [0019], [0022], [0027], [0029]	1-11
Y	EP 1 300 485 A1 (WACKER CHEMIE GMBH [DE]) 9 April 2003 (2003-04-09) paragraph [0004]	1-11
A	DE 40 38 557 A1 (IOAN MUGIOIU DIPL ING [DE] IOAN MUGIOIU [DE]) 17 June 1992 (1992-06-17) cited in the application the whole document	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 February 2010

Date of mailing of the international search report

18/02/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rochus, Johann

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/007725

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0961038	A1	01-12-1999	AT 216758 T 15-05-2002
		BR 9901672 A 21-12-1999	
		CA 2273048 A1 28-11-1999	
		CN 1303579 A 11-07-2001	
		CZ 9901903 A3 11-04-2001	
		WO 9962314 A2 02-12-1999	
		DE 19823928 A1 09-12-1999	
		EP 1084599 A2 21-03-2001	
		ES 2175870 T3 16-11-2002	
		JP 3547645 B2 28-07-2004	
		JP 2000055095 A 22-02-2000	
		JP 2002517104 T 11-06-2002	
EP 1300485	A1	09-04-2003	DE 10148831 A1 24-04-2003
			JP 2003155576 A 30-05-2003
			US 2003087097 A1 08-05-2003
DE 4038557	A1	17-06-1992	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/007725

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F16B39/24 F16B43/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F16B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 961 038 A1 (KEMPTEN ELEKTROSCHMELZ GMBH [DE] WACKER CHEMIE GMBH [DE]) 1. Dezember 1999 (1999-12-01) Absätze [0015], [0017], [0019], [0022], [0027], [0029] -----	1-11
Y	EP 1 300 485 A1 (WACKER CHEMIE GMBH [DE]) 9. April 2003 (2003-04-09) Absatz [0004] -----	1-11
A	DE 40 38 557 A1 (IOAN MUGIOIU DIPL ING [DE] IOAN MUGIOIU [DE]) 17. Juni 1992 (1992-06-17) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-11



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Februar 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/02/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rochus, Johann

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/007725

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0961038	A1	01-12-1999	AT 216758 T 15-05-2002
			BR 9901672 A 21-12-1999
			CA 2273048 A1 28-11-1999
			CN 1303579 A 11-07-2001
			CZ 9901903 A3 11-04-2001
			WO 9962314 A2 02-12-1999
			DE 19823928 A1 09-12-1999
			EP 1084599 A2 21-03-2001
			ES 2175870 T3 16-11-2002
			JP 3547645 B2 28-07-2004
			JP 2000055095 A 22-02-2000
			JP 2002517104 T 11-06-2002
EP 1300485	A1	09-04-2003	DE 10148831 A1 24-04-2003
			JP 2003155576 A 30-05-2003
			US 2003087097 A1 08-05-2003
DE 4038557	A1	17-06-1992	KEINE