



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 640 108 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.03.2006 Patentblatt 2006/13

(51) Int Cl.:
B23K 26/32 (2006.01) H01R 13/03 (2006.01)
H01H 11/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04022661.5**

(22) Anmeldetag: **23.09.2004**

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

- **Storz, Karlheinz**
78739 Hardt (DE)
- **Hettich, Richard**
78713 Schramberg (DE)
- **Wölfle, Tobias**
78713 Schramberg (DE)

(71) Anmelder: **Hugo Kern und Liebers GmbH & Co.**
**KG Platinen-und
Federnfabrik**
78713 Schramberg (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte
Westphal, Mussnug & Partner**
Am Riettor 5
78048 Villingen-Schwenningen (DE)

(72) Erfinder:
• **Frietsch, Klaus**
78713 Schramberg (DE)
• **Dr. Müller, Matthias**
78661 Dietingen (DE)

Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2)
EPÜ.

(54) **Kontaktherstellungsverfahren**

(57) Die Erfindung betrifft ein Kontaktherstellungsverfahren, wobei eine Kontakt gebende Beschichtung (20) auf einen Träger (14) durch Laserschweißen unter Verwendung eines gepulsten Lasers (26), unter Zuführung von Beschichtungsmaterial (28), in mindestens ei-

nem Laserpulszug aufgebracht wird. Dabei sind die Betriebsparameter derart dimensioniert, dass die Temperatur im Schweißbereich (22) während des Schweißvorgangs um die Schmelztemperatur oszilliert und zwar dergestalt, dass die Schmelze abwechselnd verflüssigt wird und wieder erstarrt.

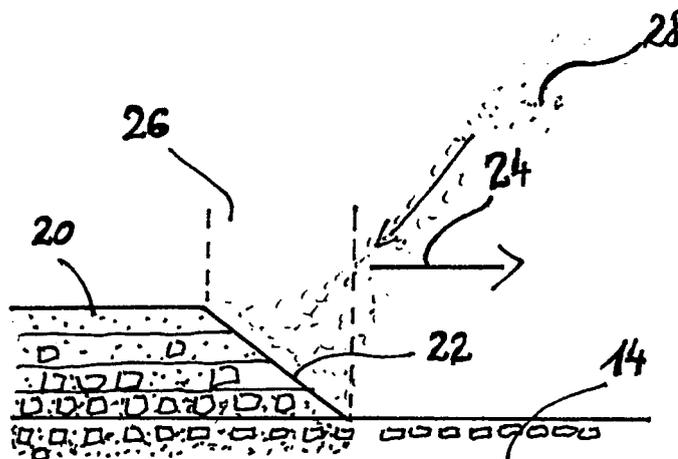


Fig. 5

EP 1 640 108 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Kontakten gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus der DE 101 57 320 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen von Mikroschleifkontakten bekannt. Die mit dem Verfahren hergestellten Mikroschleifkontakte dienen zum Kontaktieren von Leiterbahnen oder -flächen, wobei häufig eine Relativbewegung zwischen den Mikroschleifkontakten und der Leiterbahn bzw. -fläche stattfindet. Um einen zuverlässigen Kontakt zu erzielen, bestehen die Mikroschleifkontakte aus mehreren Kontaktfedern, die möglichst dicht nebeneinander angeordnet sind. Die Kontaktfedern können beispielsweise als Federzungen ausgebildet sein, die aus Federblechbändern ausgestanzt werden. Eine dichtere Anordnung von Kontaktfedern, d. h. eine größere Anzahl von Kontaktfedern pro Fläche, kann durch die Verwendung von Runddrähten als Kontaktfedern erhalten werden.

[0003] Bei den bekannten Verfahren werden Kontaktfedern (Träger) des Mikroschleifkontaktes aus einem kostengünstigen Metall mit guten Federeigenschaften und guter elektrischer Leitfähigkeit hergestellt. Die hohe Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit, die nur für die Kontaktflächen notwendig sind, werden dadurch erreicht, dass die Träger im späteren Kontaktbereich durch Auftragsschweißen mit einer Edelmetall enthaltenden Legierung beschichtet werden.

[0004] Bei dem Auftragsschweißen wird ein Pulver der Edelmetall enthaltenden Legierung auf den Träger unter Verwendung eines gepulsten Laserstrahls aufgeschmolzen. Dabei ist die Energiezufuhr so groß, dass ein großes Schmelzvolumen erhalten wird, das aus verflüssigtem Trägermaterial sowie verflüssigtem Beschichtungsmaterial besteht. Das bekannte Verfahren führt dazu, dass in der Schmelze Vermischungsprozesse, insbesondere aufgrund der Marangoni-Strömung, stattfinden, was zu einer starken Durchmischung von Trägermaterial und Beschichtungsmaterial führt. Dies wiederum hat zur Folge, dass bei einer aus Kostengründen erwünschten geringen Schichtdicke der Reinheitsgrad des Beschichtungsmaterials an der Kontaktfläche nicht optimal ist, was negative Auswirkungen auf die Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit haben kann.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kontaktherstellungsverfahren vorzuschlagen, mit dem Kontakte hoher Qualität kostengünstig hergestellt werden können.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0007] Vorteilhafte Ausführungen des Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0008] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Temperatur im Schweißbereich oszillierend um den Schmelzpunkt des Trägermaterials und des Beschichtungsmaterials gehalten. Die Schmelze erhält durch die

Abstände zwischen den Laserpulsspitzen ausreichend Zeit, um die Temperatur durch Wärmeleitung in das Trägermaterial und/oder in das bereits aufgebraute Beschichtungsmaterial unter die Schmelztemperatur abzusinken. Hierdurch bleibt das Schmelzvolumen sehr klein. Der Schichtaufbau erfolgt bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kaskadenartig. Dies bedeutet, dass bei jedem Laserpuls lediglich eine geringe obere Schicht des bereits wieder erstarrten Materials und das seit dem letzten Verflüssigungsvorgang hinzu gekommene Beschichtungsmaterial geschmolzen werden. Hierdurch verringert sich die Durchmischung von vorhandenem und jeweils neu aufgeschmolzenem Material und damit der Anteil des Trägermaterials in der Beschichtung mit zunehmender Dicke der Beschichtung, wodurch eine Kontaktoberfläche mit einem äußerst hohem Anteil (Reinheitsgrad) an Beschichtungsmaterial erhalten wird. Die Durchmischung der beiden Werkstoffe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren gegenüber bekannten Verfahren reduziert. Die mittels des erfindungsgemäßen Kontaktherstellungsverfahrens hergestellte Beschichtung ist aufgrund des hohen Reinheitsgrades äußerst korrosionsbeständig und resistent gegen mechanische und abrasive Beanspruchung. Besonders hervorzuheben ist der dauerhaft gleichmäßige elektrische Übergangswiderstand der mittels des Verfahrens aufgetragenen Beschichtung. Die Beschichtung zeichnet sich weiterhin durch eine große Resistenz gegen Abbrand und Materialwanderung aus.

[0009] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Laserpulszug 10 bis etwa 20 zeitlich voneinander beabstandete Laserpulse beinhaltet. Dabei ist es von Vorteil, wenn diese Laserpulse eine in etwa gleich hohe Spitzenenergie und eine in etwa gleich hohe Energiedichte sowie eine in etwa gleich große Pulslänge aufweisen. Bei einem Beschichtungsvorgang werden in der Regel mehrere Laserpulszüge hintereinander geschaltet. Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn die Laserpulsrepetitionsrate im Bereich von etwa 5kHz bis etwa 50kHz, bevorzugt zwischen etwa 10kHz bis 20kHz beträgt und die Laserpulszugrepetitionsrate innerhalb des Laserpulszuges etwa zwischen 50Hz und 500Hz, bevorzugt 50Hz bis 150Hz, beträgt. Die Obergrenze der Laserpulsrepetitionsrate liegt im Bereich von 50kHz. Wird diese Obergrenze überschritten, werden die Laserpulsphasen zu klein, so dass die Schmelze nicht erstarren kann und das Schmelzvolumen im Verlauf des Beschichtungsvorgangs zunimmt, wodurch die Vermischungsvorgänge zunehmen. Die Laserpulsrepetitionsrate innerhalb eines Laserpulszuges ist für die Effizienz des Verfahrens maßgeblich. Die Durchführung des Verfahrens ist auch mit einer Laserpulsrepetitionsrate von weniger als 10kHz möglich - der Beschichtungsvorgang läuft dann jedoch entsprechend langsamer ab.

[0010] Um eine flächige Beschichtung des Trägers zu erreichen, wird der Träger relativ zum Laserstrahl bewegt. Die Vorschubgeschwindigkeit beträgt mit Vorteil

etwa 5mm/s bis 10mm/s. Die Laserpulszugrepetitionsrate steht im Zusammenhang mit der Relativgeschwindigkeit. Je höher die Geschwindigkeit und/oder je niedriger die Laserpulszugrepetitionsrate gewählt wird, desto größer wird der Versatz der beschichteten Spuren auf dem Träger.

[0011] Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, einen beliebigen Beschichtungskonturverlauf (geometrisch adaptive Beschichtung) auf dem Träger zu schaffen, indem beispielsweise die Relativgeschwindigkeit zwischen Laserstrahl und Trägeroberfläche während des Schweißvorgangs verändert wird. Hierdurch können unterschiedliche Oberflächengeometrien geschaffen werden. Beispielsweise ist es möglich, durch eine geregelte oder gesteuerte Veränderung von Betriebsparametern während des Auftragsschweißvorgangs eine abgerundete oder gerade Oberflächenkontur zu schaffen.

[0012] Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0013] Es zeigen:

Fig. 1 in perspektivischer vergrößerter Darstellung einen Mikroschleifkontakt,

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Mikroschleifkontakt,

Fig. 3 eine Seitenansicht des Mikroschleifkontaktes,

Fig. 4 vergrößert die Einzelheit A der Fig. 3 gemäß der Erfindung,

Fig. 5 eine schematische Darstellung der kaskadenförmigen Beschichtung,

Fig. 6 eine Darstellung des Pulsenergieverlaufs und des Temperaturverlaufs über die Zeit während eines Pulszuges mit konstanten Energiespitzen,

Fig. 7 eine Darstellung des Pulsenergieverlaufs und des Temperaturverlaufs über die Zeit während eines Pulszuges mit abnehmenden Energiespitzen und

Fig. 8 vergrößert die Einzelheit A' der Fig. 3 gemäß der Erfindung.

[0014] In den Figuren 1 bis 3 ist ein Beispiel eines Mikroschleifkontaktes dargestellt, zu dessen Herstellung das erfindungsgemäße Herstellungs- bzw. Beschichtungsverfahren eingesetzt werden kann.

[0015] Ein U-förmiges Stanzteil 10 aus Blech, z. B. aus Stahl oder einer Kupfer-Legierung ist in einen Trägerblock 12 eingesetzt. Auf die freien Schenkel des U-förmigen Stanzteils 10 sind als Träger 14 ausgebildete Kontaktfedern aufgeschweißt, die in dem dargestellten Bei-

spiel als Runddrähte ausgebildet sind. Die Träger 14 sind mit ihren hinteren Enden auf Prägerippen 16 des Stanzteils 10 aufgeschweißt. Die freien Enden 18 der Träger 14 sind rechtwinklig abgebogen. An den freien Enden 18 der Träger 14 ist eine Kontakt gebende Beschichtung 20 vorgesehen, die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens aufgebracht wurde.

[0016] Die Endstirnseite der Beschichtung 20 sitzt auf nicht dargestellten Leiterbahnen auf. Auf diese Weise kann der Mikroschleifkontakt über die Beschichtung 20, die Träger 14 und das U-förmige Stanzteil 10 zwei Leiterbahnen miteinander verbinden.

[0017] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind mehrere Träger 14, z. B. fünfzehn Runddrähte, mit jeweils einem Durchmesser von ca. 0,1mm nebeneinander liegend und einander berührend angeordnet. Auf diese Weise kann eine große Zahl von Kontaktpunkten auf einer relativ kleinen Breite von beispielsweise 2mm nebeneinander angeordnet werden. Es ist offensichtlich, dass an Stelle der Runddrähte auch aus dem Blech des Stanzteils 10 ausgestanzte Träger 14 als Kontaktfedern verwendet werden können. Durch das Stanzen der Träger 14 bleibt zwischen diesen jeweils ein Spalt frei, sodass die Anzahl der auf einer vorgegebenen Breite nebeneinander angeordneten Träger 14 in einer solchen Ausführung geringer ist.

[0018] Um den elektrischen Kontakt dauerhaft konstant zu gewährleisten, kommt es entscheidend auf den Reinheitsgrad der Beschichtung an. Je weniger Trägermaterial nahe der Oberfläche der Beschichtung 20 enthalten ist, umso genauer wird die gewünschte Legierungszusammensetzung erreicht bzw. eingehalten und umso geringer sind Korrosionserscheinungen an der Beschichtungsfläche und umso konstanter bleibt der Übergangswiderstand über die Zeit.

[0019] Zur Herstellung der Beschichtung 20 wird auf die Oberflächen der Träger 14 kontinuierlich Beschichtungsmaterial, vorzugsweise Metallpulver aus einer ein Edelmetall enthaltenen Legierung, aufgebracht. Das Auftragsschweißen, welches vorzugsweise unter Schutzgas stattfindet, erfolgt mittels eines gepulsten Laserstrahls. Dabei kommt es entscheidend darauf an, dass die Betriebsparameter derart dimensioniert sind, dass die Temperatur im Schweißbereich 22 um die Schmelztemperatur oszilliert und zwar dergestalt, dass die Schmelze abwechselnd verflüssigt wird und wieder erstarrt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens beträgt die Pulsenergie eines Laserpulses zwischen etwa 0,5mJ und 5mJ, insbesondere zwischen 1mJ und 2mJ. Die wirksame Laserstrahlquerschnittsfläche beläuft sich bei einem bevorzugten Laserstrahldurchmesser von 250µm auf etwa 0,05mm². Bei einer Pulsenergie von beispielsweise 2mJ ergibt sich somit eine Pulsenergiegedichte von etwa 40mJ/mm² pro Laserpuls. Die Pulslänge beläuft sich auf etwa 0,01ms bis 0,1ms, vorzugsweise auf 0,025ms bis 0,075ms. Die Laserpulsrepetitionsrate innerhalb eines Laserpulszuges mit etwa 10 bis 20 Laserpulsen beträgt

etwa 10.000Hz. Die mittlere Leistung eines Laserpulses beträgt etwa zwischen 1000mW und 10000mW, bevorzugt zwischen 1500mW und 2500mW, wobei die Puls-spitzenleistung etwa 50W bis 200W, vorzugsweise 100W bis 150W beträgt. Die Leistungsdichte eines Pul-ses liegt im Bereich von etwa $1 \cdot 10^4 \text{W/cm}^2$ bis $1 \cdot 10^5 \text{W/cm}^2$. Die Dicke der mit einer Laserüberfahrt auf-
getragenen Beschichtung beträgt je nach Erfordernis ca. $10 \mu\text{m}$ bis $50 \mu\text{m}$, mit Vorteil etwa $30 \mu\text{m}$. Um eine flächige Beschichtung zu erreichen, ist mit Vorteil vorgesehen, dass die Beschichtung in mehreren Laserpulszügen erfol-
gt, wobei zur Beschichtung der Oberfläche eines Runddrahtes eines Mikrokontaktes etwa ein Laserpuls-
zug notwendig ist und zur Beschichtung einer Federzunge etwa drei Laserpulzüge notwendig sind. Die Beschich-
tungslänge eines Laserpulzuges beträgt etwa 0,1 mm. Die Laserpulzugrepetitionsrate beträgt zwischen 50Hz
und 500Hz, bevorzugt zwischen 50Hz und 150Hz. In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der Laserstrahl-
durchmesser von etwa $250 \mu\text{m}$ groß gegenüber dem Durchmesser eines einzelnen Trägers (Runddraht) von
0,1 mm. In dem beschriebenen Ausführungsbeispiel be-
trägt die Relativgeschwindigkeit zwischen Laserstrahl und Träger 5mm/s. Bei Trägern, die breiter sind, als der
Durchmesser des Laserstrahls, wird dieser nach einem Pulszug benachbart zu einer bereits beschichteten Spur
positioniert. Auf diese Weise kann eine flächige Be-
schichtung streifenförmig aufgebaut werden. Es können auch mehrere Laserstrahlen seriell und/oder parallel ein-
gesetzt werden, um die Prozessgeschwindigkeit zu stei-
gern.

[0020] In Figur 6 sind die relative Laserpulsenergie und die Temperatur in der Schmelzzone während eines La-
serpulzuges, hier mit beispielhaft lediglich sechs peri-
odischen Einzellaserpulsen, als Funktion der Zeit darge-
stellt. Die absoluten Dimensionsangaben ergeben sich aus den in der Beschreibung und den Ansprüchen ange-
gebenen Wertebereichen. In dem Diagramm ist zu er-
kennen, dass während Laserpulse gleicher Energie auf-
einander folgen, die Temperatur im Schweißbereich um
die Schmelztemperatur des Trägermaterials und des Be-
schichtungsmaterials oszilliert.

In dem Diagramm ist beispielhaft dargestellt, dass die
Energie des Laserstrahls zwischen zwei benachbarten
Energiespitzen auf den Wert null absinkt. Dies ist nicht
zwingend notwendig - es reicht aus, wenn zwischen zwei
Spitzen eine Phase geringerer Laserenergie vorgesehen
ist. Die Parameter müssen so gewählt sein, dass die
Schmelze ausreichend Zeit hat, die Wärme an das Trä-
germaterial zumindest teilweise abzugeben und dadurch
zu erstarren. Es sind daher auch Laserpulzüge denkbar,
bei denen zwischen den einzelnen Laserpulsen längere
Pausen ohne Laserbeaufschlagung eingehalten wer-
den, die als Abkühlphasen dienen. Die dargestellte Kur-
venform des Energieverlaufs der Laserpulse ist nur bei-
spielhaft gewählt. Andere Kurvenformen sind ebenso
denkbar, z.B. ein stärker rechteckförmiger, trapezförmiger,
sinusförmiger oder dreieckförmiger Energieverlauf.

Am Ende des. Laserpulzuges kühlt die Schmelze in dem
Zeitintervall 3 wieder ab und die Beschichtung erstarrt
vollständig.

[0021] In Figur 7 ist ein alternativer Verlauf der relati-
ven Laserpulsenergie als Funktion der Zeit dargestellt.
Die absoluten Dimensionsangaben ergeben sich aus
den in der Beschreibung und den Ansprüchen angege-
benen Wertebereichen. In dem Diagramm ist zu erken-
nen, dass die Energiespitzen der aufeinanderfolgenden
Laserpulse eines Laserpulzuges logarithmisch abneh-
men. Hierdurch wird die während eines Laserpulzuges
auftretende Erwärmung des Trägermaterials kompensiert
bzw. berücksichtigt. Die Temperatur im
Schweißbereich oszilliert erfindungsgemäß ebenfalls
um die Schmelztemperatur des Trägermaterials und des
Beschichtungsmaterials.

[0022] In Figur 8 ist der kaskadische Aufbau der Be-
schichtung 20 schematisch dargestellt. Der Pfeil 24 sym-
bolisiert die Relativgeschwindigkeit zwischen Laser-
strahl 26 und Träger 14, wobei sich der Laserstrahl relativ
zum Träger nach rechts bewegt in Pfeilrichtung. In die-
sem Ausführungsbeispiel beträgt diese Relativge-
schwindigkeit 5mm/s, wobei der Laser fixiert ist und der
Träger 14 unterhalb des Lasers hindurch nach links be-
wegt wird. Beschichtungsmaterial 28 wird dem
Schweißbereich 22 kontinuierlich zugeführt. In diesem
Ausführungsbeispiel wird das Beschichtungsmaterial 28
als Metallpulver mittels eines nicht dargestellten Pulver-
förderers aufgeblasen. Es ist auch denkbar, das Be-
schichtungsmaterial von einem Vorratskörper, beispiels-
weise einem Draht aus Beschichtungsmaterial, durch
Laserbeschuss abzutragen und dadurch dem Schweiß-
bereich zuzuführen (sogenanntes Laser-Droplet-Wel-
ding).

[0023] Dadurch, dass die Schmelze im Schweißbe-
reich abwechselnd verflüssigt wird und wieder erstarrt,
bleibt das gesamte Schmelzvolumen sehr klein. In Figur
5 wird der Laserstrahl 26 und die Pulverzuführung in der
Zeichenebene nach rechts bzw. der Träger 14 nach links
bewegt. Im rechten Bereich des Schweißbereichs 22
wird das Trägermaterial 14 sowie das in diesem Bereich
befindliche Beschichtungsmaterial 28 aufgeschmolzen,
wodurch sich die beiden Materialien durchmischen und
danach wieder erstarren. Bei diesem Vorgang wandert
der Laserstrahl 26 in der Zeichenebene minimal weiter
nach rechts. Durch den nachfolgenden Laserpuls wird
nur die obere Schicht des soeben beschriebenen Be-
reichs des Schmelzbereichs 22 und das zwischenzeitlich
neu hinzu gekommene Beschichtungsmaterial wieder
verflüssigt. Hierdurch steigt der prozentuale Anteil des
Beschichtungsmaterials 28 in diesem Bereich der
Schmelze und die Vermischung mit aufgeschmolzenem
Trägermaterial nimmt sehr schnell ab. Je dicker die Be-
schichtung 20 wird, umso höher wird der Reinheitsgrad
(Anteil an Beschichtungsmaterial) im oberen Bereich der
Beschichtung 20. Die mit dem erfindungsgemäßen Ver-
fahren erzielten Reinheitsgrade können nur dadurch er-
zielt werden, dass die Schmelze abwechselnd verflüssigt

wird und wieder erstarrt. Hierdurch wird immer nur die jeweils obere Schicht der aufgetragenen Beschichtung angeschmolzen, was dazu führt, dass der prozentuale Anteil des neu hinzu kommenden, kontinuierlich zugeführten Beschichtungsmaterials sich mit steigender Beschichtungsdicke erhöht. Bereits bei geringen Dicken der Beschichtung ergibt sich eine hohe Reinheit des Beschichtungsmaterials im Oberflächenbereich. Das Metallpulver hat auf Grund des sehr großen Oberflächen-/Volumenverhältnisses eine hohe spezifische Absorption der Laserenergie und wird dadurch bevorzugt aufgeheizt und aufgeschmolzen. Das "spiegelnde" Grundmaterial des Trägers absorbiert die Laserenergie nur in einer Tiefe bis etwa der Größe der Wellenlänge des Lasers und wird dadurch nur an der Oberfläche erhitzt. Durch einen Wärmeleitprozess wird die Wärme in den Träger abgeführt. Hierdurch erhält man ein vorteilhaftes Verhältnis von Beschichtungsmaterial zu Trägermaterial in der Beschichtung.

[0024] Beispielsweise kann aufgrund der Variation der Relativgeschwindigkeit der Beschichtungsdickenverlauf und der Beschichtungskonturverlauf variiert werden. Soll die Beschichtung an einigen Stellen des Trägers dicker ausgeführt werden als an anderen Stellen, so kann dieser spezielle Bereich entweder mehrmals mit dem Laser überfahren werden oder die Relativgeschwindigkeit kann in dem Bereich reduziert werden. Ebenso ist es denkbar, beispielsweise über die Laserpulsenergiedichte oder die Laserpulslänge sowie die Repetitionsrate Einfluss auf den Beschichtungsvorgang zu nehmen.

[0025] In Figur 8 ist eine alternative Ausgestaltung eines Mikroschleifkontaktes dargestellt. Im Gegensatz zu der in Figur 4 dargestellten Ausführungsvariante ist die Kontakt gebende Beschichtung 20 nicht an den freien Enden 18 der Träger 14 vorgesehen. Die Kontakt gebende Beschichtung 20 ist vielmehr am Außenradius des abgebogenen Trägers 14 vorgesehen. Der Träger 14 sitzt mit der am Außenradius vorgesehenen Beschichtung 20 auf nicht dargestellten Leiterbahnen auf. Auf diese Weise kann der Mikroschleifkontakt über die Beschichtung 20, die Träger 14 und das U-förmige Stanzteil 10 zwei Leiterbahnen miteinander verbinden.

[0026] Bezugszeichenliste

10	Stanzteil
12	Trägerblock
14	Träger
16	Prägerippen
18	freies Ende
20	Beschichtung
22	Schweißbereich
24	Pfeil (Relativgeschwindigkeit)
26	Laserstrahl
28	Beschichtungsmaterial

Patentansprüche

1. Kontaktherstellungsverfahren, wobei eine Kontakt gebende Beschichtung auf einen Träger durch Laserschweißen unter Verwendung eines gepulsten Lasers, unter Zuführung von Beschichtungsmaterial, in mindestens einem Laserpulszug aufgebracht wird,
dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsparameter derart dimensioniert sind, dass die Temperatur im Schweißbereich während des Schweißvorgangs um die Schmelztemperatur oszilliert und zwar dergestalt, dass die Schmelze abwechselnd verflüssigt wird und wieder erstarrt.
2. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Laserpulszug, vorzugsweise etwa 10 bis etwa 20, zeitlich voneinander beabstandete Laserpulse beinhaltet, vorzugsweise mit in etwa gleicher Spitzenenergie und/oder mit in etwa gleicher Energiedichte und/oder mit in etwa gleicher Pulslänge.
3. Kontaktherstellungsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Energiedichte eines Laserpulses etwa $0,05\text{mJ}/\text{cm}^2$ bis etwa $0,5\text{mJ}/\text{cm}^2$, vorzugsweise etwa $0,1\text{mJ}/\text{cm}^2$ bis etwa $0,2\text{mJ}/\text{cm}^2$ beträgt.
4. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Laserpulslänge etwa $0,01\text{ms}$ bis etwa $0,1\text{ms}$, vorzugsweise etwa $0,025\text{ms}$ bis etwa $0,075\text{ms}$ beträgt.
5. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Laserpulsrepetitionsrate etwa 5kHz bis etwa 50kHz , vorzugsweise etwa 10kHz bis 20kHz , beträgt.
6. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Laserpulsspitzenleistungsdichte etwa $1 \cdot 10^4\text{W}/\text{cm}^2$ bis etwa $1 \cdot 10^5\text{W}/\text{cm}^2$ beträgt.
7. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der wirksame Laserstrahldurchmesser etwa $0,1\text{mm}$ bis etwa 1mm , vorzugsweise etwa $0,2\text{mm}$ bis etwa $0,5\text{mm}$ beträgt.
8. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Laserstrahlquerschnittsfläche etwa $0,03\text{mm}^2$ bis etwa

- 3,15mm², vorzugsweise etwa 0,28mm² bis etwa 0,79mm² beträgt.
9. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Relativbewegung zwischen Laser und Träger vorgesehen ist, wobei die Relativgeschwindigkeit zwischen Laser und Träger etwa 1mm/s bis 20mm/s, vorzugsweise etwa 5mm/s bis 10mm/s beträgt.
10. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Beschichtung eines Trägers mehrere Laserpulszüge ausgeführt werden, vorzugsweise mit einer Laserpulszugrepetitionsrate von etwa 50Hz bis etwa 500Hz, vorzugsweise von etwa 50Hz bis etwa 150Hz.
11. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die mit einem Laserpulszug aufgetragene Beschichtungsdicke etwa 5µm bis etwa 100µm, vorzugsweise etwa 30µm, beträgt.
12. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Laserstrahl nach einem Pulszug neu positioniert wird, vorzugsweise benachbart zu einer bereits beschichteten Spur zur Herstellung einer flächigen Beschichtung.
13. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Energiespitze des ersten Laserpulses eines Laserpulszuges höher ist, oder die Energiespitzen der ersten Laserpulse eines Laserpulszuges höher sind, als die übrigen Energiespitzen der Laserpulse des Laserpulszuges.
14. Kontaktherstellungsverfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die Energiespitzen der aufeinanderfolgenden Laserpulse eines Laserpulszuges, vorzugsweise linear oder logarithmisch, abnehmen.
15. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur der Schmelze, insbesondere mit einer Infrarotkamera, überwacht wird und dass in Abhängigkeit der Temperatur der Schmelze die Laserstrahlbeaufschlagung der Schmelze gesteuert wird, vorzugsweise in der Art, dass wenn die Temperatur der Schmelze unter die Schmelztemperatur sinkt, die Schmelze mit mindestens einem Laserpuls beaufschlagt wird.
16. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine geometrisch adaptive Beschichtung des Trägers (14) mit dem Beschichtungsmaterial (28) erfolgt, indem zumindest ein Betriebsparameter während des Schweißvorgangs, vorzugsweise in Abhängigkeit der Temperatur des Trägers (14) und/oder in Abhängigkeit der Temperatur der Beschichtung (20) und/oder in Abhängigkeit der Temperatur der Schmelze und/oder in Abhängigkeit der Beschichtungsdicke, verändert wird.
17. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtungsdicke **dadurch** variiert wird, dass mit dem Laserstrahl mehrere Überfahrten über dieselbe Stelle durchgeführt werden, vorzugsweise indem eine bereits beschichtete Spur mehrmals überfahren wird.
18. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die hergestellten Kontakte Mikroschleifkontakte mit mehreren mit einer Beschichtung versehenen Kontaktfedern sind.
19. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmaterial (28) aus einer Legierung besteht, die mindestens ein Edelmetall enthält.
20. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Legierung für die Beschichtung eines oder mehrere der Metalle Platin, Palladium, Gold und Silber enthält.
21. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Legierung mit mindestens einem Edelmetall Kupfer enthält.
22. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenlänge des Laserlichtes für kupferhaltiges Trägermaterial etwa 532nm beträgt.
23. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenlänge des Laserlichtes für eisenhaltiges Trägermaterial etwa 1064nm beträgt.
24. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführung von Beschichtungsmaterial kontinuierlich erfolgt.

25. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmaterial als Pulver zugeführt, vorzugsweise mittels eines Pulverförderers mit Schutzgas (z. B. Ar, N₂, He) aufgeblasen, wird. 10
26. Kontaktherstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 15
dadurch gekennzeichnet, dass das Beschichtungsmaterial von einem Vorratskörper, insbesondere einen Draht aus Beschichtungsmaterial, durch Laserbeschuss abgeschmolzen und **dadurch** dem Schweißbereich zugeführt wird. 20

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2) EPÜ. 20

1. Kontaktherstellungsverfahren, wobei eine Kontakt gebende Beschichtung auf einen Träger durch Laserschweißen unter Verwendung eines gepulsten Lasers, unter Zuführung von Beschichtungsmaterial, in mindestens einem Laserpulszug aufgebracht wird, 25
dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsparameter des gepulsten Lasers derart dimensioniert sind, dass die Temperatur im Schweißbereich während des Schweißvorgangs um die Schmelztemperatur oszilliert und zwar dergestalt, dass die Schmelze abwechselnd verflüssigt wird und wieder erstarrt, und dass maßgebliche Betriebsparameter die Laserpulsenergie und die Abstände zwischen Laserpulsitzen sind, und dass die Laserpulsenergie ausreichend sein muss, um sowohl das Trägermaterial als auch des Beschichtungsmaterial zu schmelzen, und dass die Abstände zwischen Laserpulsitzen derart gewählt sein müssen, dass die Schmelze ausreichend Zeit erhält, um die Temperatur durch Wärmeleitung in das Trägermaterial und/oder in das bereits aufgebracht Beschichtungsmaterial unter die Schmelztemperatur abzusauben. 30
35
40
45

50

55

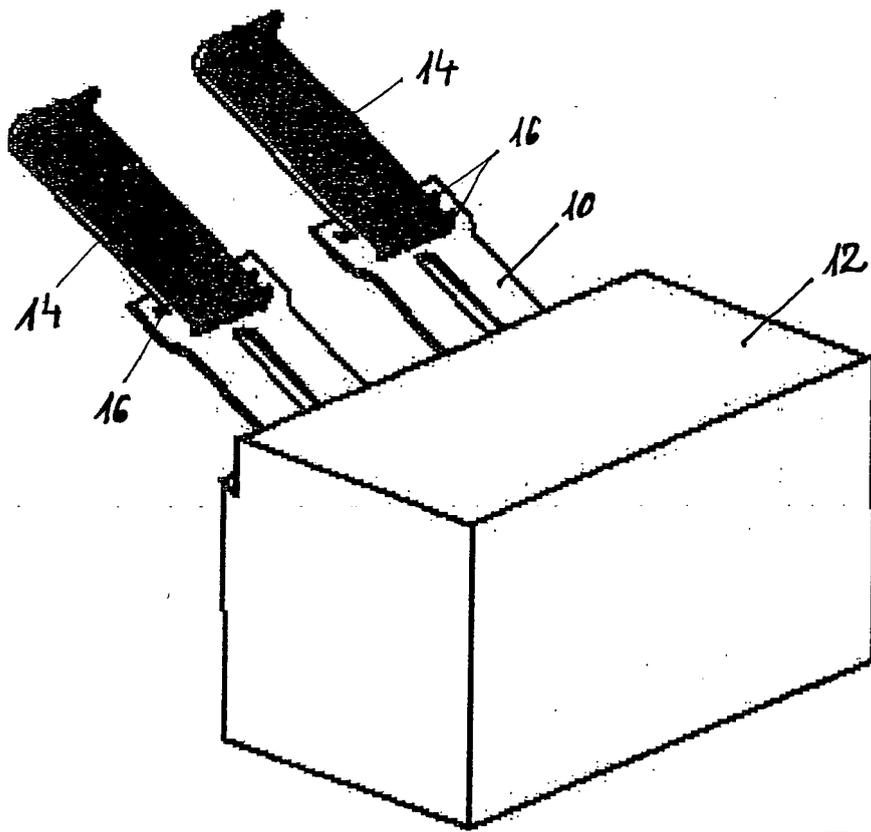


Fig. 1

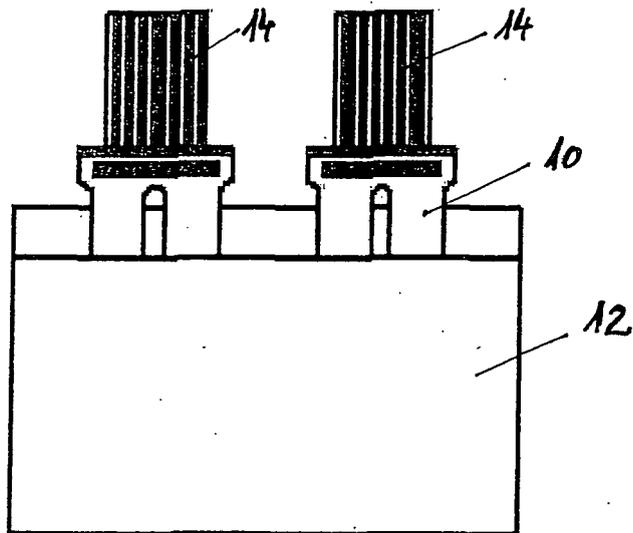
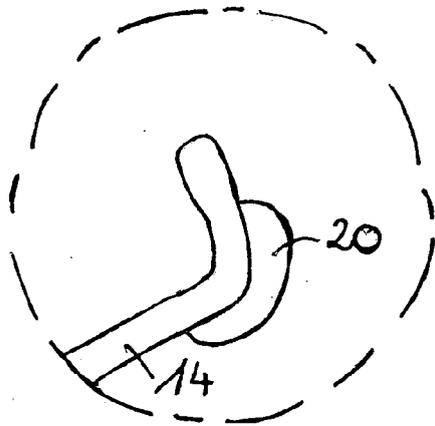
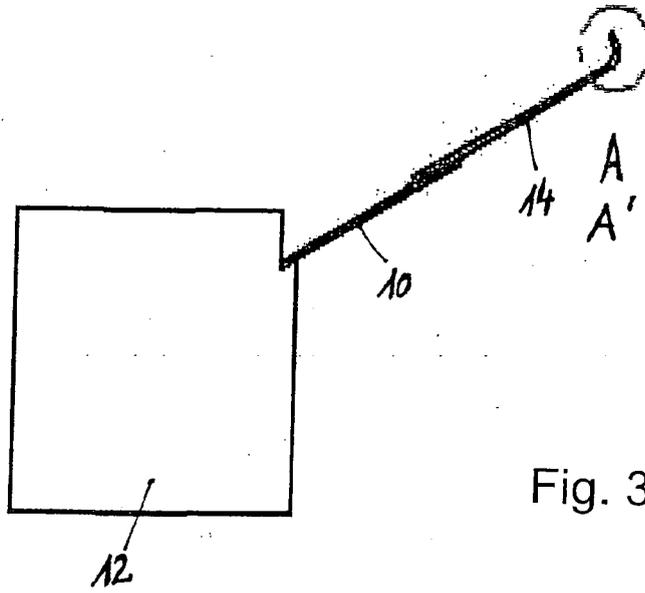


Fig. 2



ALTERNATIVE EINZELHEIT A'

Fig. 8

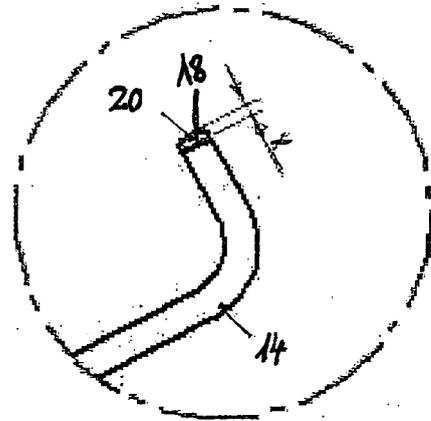


Fig. 4

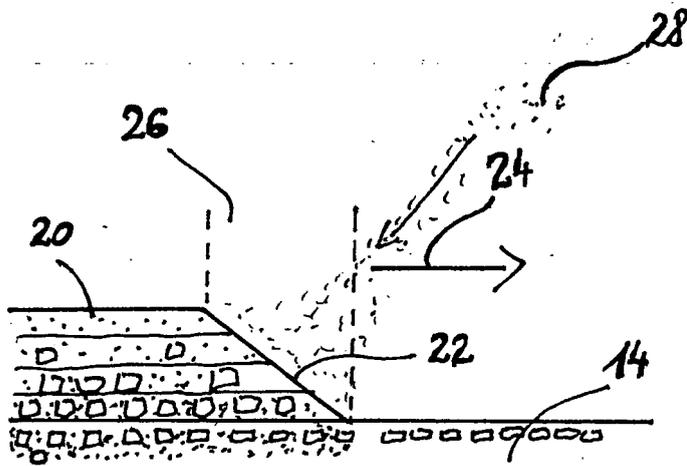


Fig. 5

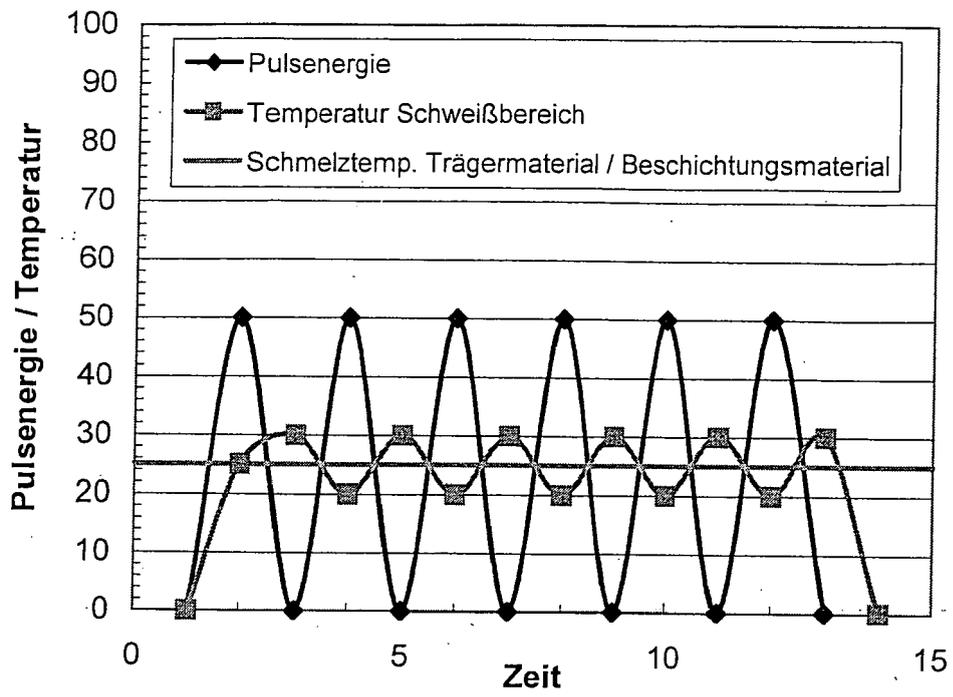


Fig. 6

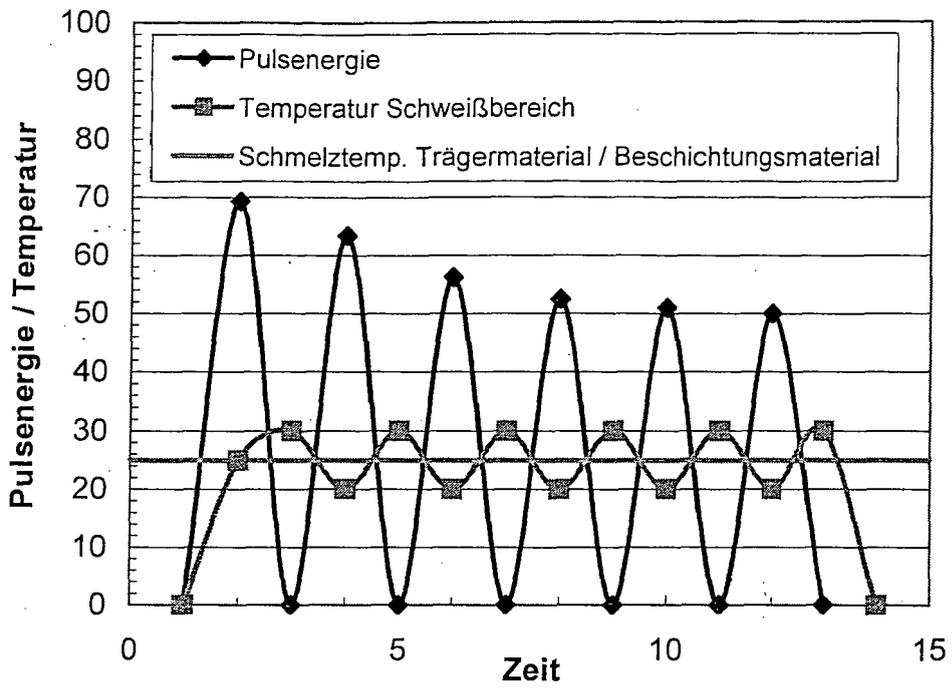


Fig. 7



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 4 348 263 A (DRAPER CLIFTON W ET AL) 7. September 1982 (1982-09-07) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 22 - Spalte 3, Zeile 36; Beispiel 3 *	1	B23K26/32 H01R13/03 H01H11/04
A	DE 28 49 716 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 14. Mai 1980 (1980-05-14) * Seite 3, Zeile 25 - Seite 4, Zeile 27; Abbildung 1 *	1	
A	DE 30 05 662 A (RAU GMBH G) 20. August 1981 (1981-08-20) * Seite 6, Zeile 23 - Seite 9, Zeile 25 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B23K H01H H01R H05K H01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Dezember 2004	Prüfer Kardinal, I
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 Patentedokument, 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 04 02 2661

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.

15-12-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4348263	A	07-09-1982	KEINE

DE 2849716	A	14-05-1980	CH 645208 A5 14-09-1984
			DE 2849716 A1 14-05-1980
			JP 55061024 A 08-05-1980
			US 4281236 A 28-07-1981

DE 3005662	A	20-08-1981	DE 3005662 A1 20-08-1981
			AT 384905 B 25-01-1988
			AT 70781 A 15-06-1987
			FR 2476394 A1 21-08-1981
			GB 2071703 A ,B 23-09-1981
			US 4414444 A 08-11-1983

EPO FORM P0461

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