



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.06.2004 Patentblatt 2004/27

(51) Int Cl.7: **C22C 32/00**, B22F 9/08,
C22C 1/10, H01H 1/02

(21) Anmeldenummer: **03025163.1**

(22) Anmeldetag: **04.11.2003**

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

(72) Erfinder:
• **Buresch, Isabell, Dr.**
89257 Illertissen (DE)
• **Strum, Hermann**
89287 Bellenberg (DE)
• **Binder, Roland**
89269 Vöhringen (DE)

(30) Priorität: **27.12.2002 DE 10261303**

(71) Anmelder: **Wieland-Werke AG**
89070 Ulm (DE)

(54) **Verbundmaterial zur Herstellung elektrischer Kontakte und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Die Erfindung betrifft ein elektrisch leitfähiges Verbundmaterial (1) zur Herstellung elektrischer Kontaktbauteile, bestehend aus einem Metallband (2) und einer zumindest einseitig aufgetragenen Kontaktschicht (4) aus einem Silber- oder Zinn-Kontaktwerkstoff, wobei der Kontaktwerkstoff als ersten Zusatz 0,5 bis 60 Gew.-% Kohlenstoff-Pulver in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_1 = 5$ bis 200 nm und 0,5 bis 60 Gew.-%

eines zweiten pulverförmigen Zusatzes in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 5$ bis 200 nm enthält.

Darüber hinaus ist eine Vorrichtung zur Gaszerstäubung eines Strahls aus fließfähigem oder flüssigem Material und ein Verfahren zur Herstellung eines elektrisch leitfähigen Verbundmaterials sowie dessen Verwendung vorgesehen.

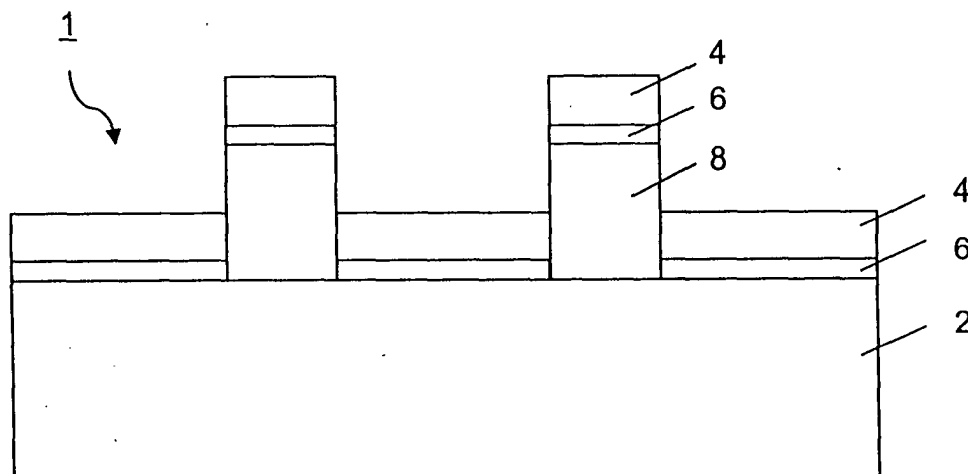


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektrisch leitfähiges Verbundmaterial zur Herstellung elektrischer Kontaktbauteile, bestehend aus einem Metallband und einer zumindest einseitig aufgetragenen Kontaktschicht aus einem Silber- oder Zinn-Kontaktwerkstoff. Darüber hinaus ist eine Vorrichtung zur Gaszerstäubung eines Strahls aus fließfähigem oder flüssigem Material und ein Verfahren zur Herstellung eines elektrisch leitfähigen Verbundmaterials sowie dessen Verwendung vorgesehen.

[0002] Derartige elektrische Kontaktbauteile werden beispielsweise als Steckkontakte in Steckverbindern oder in Steckverbinder-Anschlüssen in der Automobilindustrie eingesetzt.

[0003] Für die Zuverlässigkeit von Steckverbindern spielt die Ausführung der Kontaktelemente eine entscheidende Rolle. Im Betrieb bestimmt das verwendete Kontaktträgermaterial zusammen mit der verwendeten Kontaktoberfläche das Alterungsverhalten und die Lebensdauer.

[0004] Die bekannten elektrischen Kontakte für diesen Verwendungszweck bestehen üblicherweise aus einem Grundkörper (Metallband), insbesondere aus einer Cu-Legierung, und einem auf galvanischem Wege, durch Schmelztauchverfahren (z.B. Feuerverzinnung) oder durch Walzplattieren aufgetragenen Kontaktwerkstoff. Hierzu werden insbesondere Gold-, Silber- oder Zinnschichten verwendet. Eine pulvermetallurgische Herstellung der Kontaktpunkte, welche auf den Kontaktbereich aufgeschweißt werden, ist bei Steckverbindern - insbesondere dem Buchsenteil - nicht möglich, da der Kontaktbereich umgeformt wird und damit nicht frei zugänglich ist.

[0005] Damit lassen sich nur für Betriebsspannungen bis 14 Volt, unter den bisher geforderten Randbedingungen, eine hinreichende Verschleißbeständigkeit und ein geringer Kontaktwiderstand des Steckverbinder-Systems während der geplanten Lebensdauer erreichen.

[0006] Dies trifft jedoch nicht mehr zu, wenn erhöhte Anforderungen an die Steckkontakte gestellt werden, beispielsweise hinsichtlich der möglichen Gefahr der Lichtbogenbildung bei einem 42 V-Bordnetzes in der Automobilindustrie oder hinsichtlich der Platzierung der Steckkontakte in unmittelbarer Motornähe aufgrund hoher Temperaturen. Die Problematik einer Lichtbogenentstehung ist bei schaltenden Kontakten, beispielsweise bei Relais, bereits bekannt. Bei schaltenden Kontakten werden die speziellen Kontaktbeschichtungen durch einen zusätzlichen Arbeitsgang auf das Trägermaterial durch Auflöten oder Aufschweißen aufgebracht. Das Kontaktmaterial selbst wird in einem vorangehenden Arbeitsschritt durch Sintern oder Strangpressen hergestellt.

Bei gebräuchlichen Steckverbindungen im Automotive Bereich tritt dieses Phänomen erst ab einer Spannung von über 16 Volt in Erscheinung. Bei einem 42 V-Bord-

netz besteht die Gefahr der Lichtbogenbildung und des Kontaktprellens beim Stecken bzw. Ziehen der Steckverbinderanschlüsse. Durch den Lichtbogen kommt es lokal zu einer Erwärmung des Materials bis über 1000°C, dies führt zum Abbrennen der Kontaktflächen des Steckverbinders. Auch können unvollständig gesteckte Verbindungen durch die im Fahrbetrieb entstehenden Vibrationen derartige Lichtbögen hervorrufen, die zu einem schleichenden Abbrand und letztendlich zum Totalausfall einer Steckverbindung führen.

[0007] Aus der Druckschrift DE 195 03 184 C1 ist ein Werkstoff für elektrische Kontakte aus Silber- und Kohlenstoff bekannt. Es handelt sich dabei um einen Sinterwerkstoff, der durch einen gewissen Rußanteil eine verbesserte Abbrandeigenschaft aufweist. Zu dessen Herstellung wird der Kohlenstoff in Form von Ruß mit einer Primärteilchengröße von weniger als 150 nm Silber zugesetzt, das Gemisch kalisotatisch verpresst und anschließend gesintert. Mit gleicher Zielsetzung, die Abbrandeigenschaften und die Verschleißresistenz zu verbessern, ist aus der Druckschrift DE 41 11 683 C2 ein Verbundwerkstoff für elektrische Kontakte bekannt. Der Verbundwerkstoff besteht aus Silber oder einer Silberlegierung mit einem Kohlenstoffanteil, der in Form einer Kombination aus Kohlenstoffpulver und Kohlenstofffasern in einem Massenverhältnis von 10:1 bis 1:10 mit der Metallkomponente verarbeitet wird.

[0008] Nachteil derartiger Werkstoffe ist, dass deren Herstellung und Weiterverarbeitung nicht mit der Herstellung elektrischer Kontaktbauteile in Verbindung mit einer Verformung der Metallbänder geeignet ist.

[0009] Des Weiteren ist aus der Druckschrift EP 0 225 080 B1 eine Vorrichtung mit einem Zerstäuber bekannt, mit der ein Strahl aus flüssigem Metall mit einem Gasstrahl in einen aus Tröpfchen bestehenden Sprühnebel zerstäubt wird. Der Zerstäuber ist dabei um eine feststehende Achse kippbar so gelagert, dass sich der Sprühnebel auf einem bewegten bandförmigen Substrat oder einer anderweitigen Auffangvorrichtung gleichmäßig verteilt. Die Vorrichtung wird zur Herstellung von dünnen Metallbändern oder zum Beschichten von Bändern verwendet.

[0010] Mit dem Herstellungsverfahren wird zwar eine flächenmäßig gleichförmige Verteilung der aufgetragenen Metallschicht verfolgt, es gestattet jedoch in erster Linie nur eine einfache Materialauswahl mit einer Schmelzkomponente. Außerdem stellt ein relativ zum Metallstrahl beweglicher Zerstäuber einen zusätzlichen apparativen Aufwand dar.

[0011] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein metallisches Verbundmaterial anzugeben, das mittels einer gegenüber dem Stand der Technik verbesserten Vorrichtung hergestellt wird und das auch den eingangs genannten erhöhten Anforderungen weitestgehend genügt.

[0012] Die Aufgabe wird hinsichtlich des Erzeugnisses gelöst durch ein elektrisch leitfähiges Verbundmaterial zur Herstellung elektrischer Kontaktbauteile, be-

stehend aus einem Metallband und einer zumindest einseitig aufgetragenen Kontaktschicht aus einem Silber- oder Zinn-Kontaktwerkstoff, wobei der Kontaktwerkstoff als ersten Zusatz 0,5 bis 60 Gew.-% Kohlenstoff-Pulver in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_1 = 5$ bis 200 nm und 0,5 bis 60 Gew.-% eines zweiten pulverförmigen Zusatzes in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 5$ bis 200 nm enthält.

[0013] Das erfindungsgemäße Verbundmaterial eignet sich insbesondere für Steckverbindern und Steckverbinder-Anschlüsse und auch schaltende Kontakte.

[0014] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass das Verbundmaterial eine Vielzahl optimal aufeinander abgestimmte Eigenschaften ausweisen sollte. Für die Auswahl eines geeigneten Kontaktwerkstoffes auf einem Trägermaterial sollten u. a. folgende Kriterien bzw. Eigenschaften optimiert sein:

- Bogenerosionsbeständigkeit
- hohe elektrische / thermische Leitfähigkeit
- niedrige erforderliche Kontaktkraft
- Abrieb- / Abnutzungsbeständigkeit
- gute Verarbeitbarkeit: lötbar.

Insbesondere sollten dabei die Bogenerosionsbeständigkeit für den Einsatz bei 42V Bordnetzen in der Automobilbranche im Vordergrund stehen, um ein Abbrennen der Kontakte zu verhindern.

[0015] Das elektrisch leitfähige Verbundmaterial ist dazu mit einem Zusatz von Kohlenstoff versehen. Der beim Stecken und Ziehen von Steckverbindern und Kontakten entstehende Lichtbogen erzeugt frei werdende Kohlenstoffverbindungen, durch die eine Erhöhung des Kontaktwiderstandes durch Oxidation der Kontaktflächen in der Umgebung weitgehend verhindert wird.

[0016] So ist der Hauptbestandteil der Kontaktschicht ein Metall mit bereits guter elektrischer Leitfähigkeit, das die Matrix bildet, in welche die beiden Zusätze entsprechend ihrer geringen Durchmesser besonders fein verteilt eingelagert sind und ein homogenes Verbundmaterial bilden. Dies wirkt sich unmittelbar auch auf weitere Werkstoffeigenschaften positiv aus. Insbesondere steht die Feinverteilung der Legierungsbestandteile unterschiedlicher Härte und die damit erzielte Homogenisierung dem Verschleiß einer mechanischen Beanspruchung der Oberfläche entgegen.

[0017] Bei der Steckerfertigung müssen die Bänder umgeformt werden. Zu einer guten Bearbeitbarkeit zählt dann, dass sich bei der Umformung die Kontaktschicht nicht vom Träger löst. In bevorzugter Ausführungsform wird ein Optimum dadurch erzielt, indem zwischen Metallband und Kontaktschicht eine Zwischenschicht aus Ag bzw. Sn der Dicke $D_3 = 0,1$ bis $1 \mu\text{m}$ angeordnet ist. Die Zwischenschicht ist dabei auf eine gereinigte und aktivierte Bandoberfläche abgeschieden.

[0018] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält der Kontaktwerkstoff als ersten Zusatz 3 bis 40 Gew.-% Kohlenstoff-Pulver plättchenförmig und/oder globular

und/oder geperlt in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_1 = 20$ bis 150 nm. Kohlenstoff hat eine ausgesprochen geringe Härte im Vergleich zu metallischen Werkstoffen. Gerade aus diesem Grund ist es von Bedeutung, dass die geringe Teilchengröße dieses Zusatzes im Nanometerbereich zu einem Verbundmaterial führt, das an seiner Oberfläche durch die metallischen Bestandteile eine ausreichende Härte und damit Abriebbeständigkeit gegen mechanische Beanspruchung aufweist. Das weiche Kohlenstoffpulver wird hierzu in ein härteres metallisches Grundgerüst eingelagert.

[0019] Zusätzlich zum ersten Zusatz kommen mit dem zweiten Zusatz Stoffe in Betracht, die die elektrische Leitfähigkeit, Bogenerosionsbeständigkeit, Härte und Abriebfestigkeit verbessern. So können auch metallische Teilchen eingebracht werden. In einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei dem zweiten Zusatz um 2 bis 50 Gew.-% eines Metalls aus der Gruppe Co, Cu, Mo, Ni, Ti, W in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 10$ bis 200 nm.

[0020] Alternativ kommen auch Hartteilchen als zweiter Zusatz in Betracht. Vorteilhafterweise handelt es sich hierbei um 2 bis 40 Gew.-% eines Karbids, bevorzugt aus der Gruppe SiC, WC, in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 10$ bis 200 nm.

[0021] Alternativ handelt es sich vorteilhafterweise beim zweiten Zusatz um 0,5 bis 40 Gew.-% eines Disulfids, bevorzugt aus der Gruppe MoS_2 , WS_2 , in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 50$ bis 200 nm.

[0022] In einer weiteren alternativen Ausführungsform besteht der zweite Zusatz aus 2 bis 40 Gew.-% SnO_2 in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 5$ bis 100 nm.

[0023] Bei einer ebenso alternativen Ausführungsform handelt es sich bei dem zweiten Zusatz um 2 bis 40 Gew.-% oxidische Keramikteilchen, bevorzugt aus der Gruppe Al_2O_3 , ZrO_2 , mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 50$ bis 150 nm.

[0024] Des Weiteren vorteilhaft als zweiter Zusatz ist 2 bis 20 Gew.-% PTFE (Polytetrafluoräthylen) in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 50$ bis 200 nm.

[0025] Für die Haftfähigkeit der Kontaktschicht auf dem Träger ist auch von Bedeutung, dass außer der elektrischen Eigenschaften auch eine Umformung bei der Steckerherstellung gelingt, ohne die Kontaktschicht abzulösen. In bevorzugter Ausführungsform beträgt hierzu die Dicke des Metallbandes $D_1 = 0,06$ bis 1,2 mm und der Kontaktschicht $D_2 = 0,5$ bis $10 \mu\text{m}$. Daraus resultieren auch für das Umformen geeignete Dickenverhältnisse, die ein Abplatzen der Schichten verhindert.

[0026] Für ein geeignetes Verbundmaterial müssen auch die Träger entsprechend ausgewählt werden. Bevorzugt sind dabei Werkstoffe, die zumindest eine gute bis sehr gute elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Vorteilhafterweise besteht das Metallband aus Cu oder einer Cu-Legierung, aus Fe oder einer Fe-Legierung, aus

Al oder einer Al-Legierung, aus Ni oder einer Ni-Legierung.

[0027] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen bezüglich des Verbundmaterials insbesondere darin, dass bei hohen Steck- und Ziehgeschwindigkeiten entweder die Entstehung eines Lichtbogens verhindert wird oder sofern es zur Lichtbogenbildung kommt, dieser sofort verlöscht und es nicht zur Oxidation der Kontaktoberfläche führt. Insbesondere wird durch die Zwischenschicht eine optimale Haftfestigkeit der Kontaktschicht auf dem Träger gewährleistet. Über bereits bestehende Verbundmaterialien hinaus werden mit der erfinderischen Lösung die Eigenschaften des Verbundmaterials für den Einsatz in der Elektrotechnik optimiert.

[0028] Die Aufgabe wird hinsichtlich der Vorrichtung zur Gaszerstäubung eines Strahls aus fließfähigem oder flüssigem Material, beispielsweise eines Strahls aus flüssigem Metall oder einer Metalllegierung, mit einer Zerstäubereinheit zum Beaufschlagen von Zerstäubergas auf den Strahl zum Zerstäuben des Strahls in einen aus Tröpfchen bestehenden Sprühnebel gelöst, wobei die Zerstäubereinheit ringförmig oder lang gestreckt ausgebildet ist und diese einen durchgehenden Austrittsspalt für das Zerstäubergas aufweist. Oberhalb des Bereiches der Zerstäubereinheit ist ein Injektor für Pulver mit einer Verwirbelungskammer angeordnet, der mit einer Feststoffzuführeinheit verbunden ist.

[0029] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen bezüglich der Vorrichtung zur Gaszerstäubung darin, dass die Pulverbestandteile in der Verwirbelungskammer homogen in den Sprühnebel eingebracht werden. Hierzu erzeugt die hohe Gasgeschwindigkeit des Zerstäubergases im Bereich der Verwirbelungskammer einen Unterdruck, der die Pulverteilchen konstant aus der Kammer abführt. Die Teilchenbewegung in der Wirbelkammer löst die Agglomeration feiner Pulverteilchen auf und sorgt so für eine homogene Verteilung in der abgeschiedenen Schicht. Insbesondere mit einer lang gestreckten Form der Zerstäubereinheit können breitere Bänder beschichtet werden, ohne dass die Gaszerstäubervorrichtung oder deren Teile bewegt werden müssen. Hierzu ist der längliche Teil senkrecht zur Bewegungsrichtung des Bandmaterials ausgerichtet.

[0030] Eine Beaufschlagung des Sprühnebels mit Pulverteilchen stellt je nach Pulverbeschaffenheit unterschiedliche Anforderungen an die Art der Beimengung. In bevorzugter Ausführungsform umfasst die Feststoffzuführeinheit einen Vorratsbehälter für trockenes Pulver oder einen Behälter für mit Pulver beaufschlagte Flüssigkeiten mit Zuleitungen. So kann bereits durch die Pulveraufbereitung, insbesondere durch ein Aufschlämmen in einer geeigneten Flüssigkeit, die Agglomeration der Teilchen herabgesetzt werden.

[0031] Vorteilhafterweise ist die Materialmenge des Strahls über eine Vorrichtung mit Ventilsteuerung und/oder einer Vorrichtung zur Druckbeaufschlagung eines Schmelzevorratsbehälters gesteuert. Mit einer entsprechenden Druckbeaufschlagung kann gezielt der Mate-

rialstrom auch ohne ein Ventil gesteuert werden, da ein Schmelzeffluss nur mit einem entsprechenden Überdruck aufrecht erhalten werden kann. Ein zusätzliches Ventil gestattet jedoch noch kürzere Schaltzeiten zum An- und Abschalten des Schmelzefflusses.

[0032] Die Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens zur Herstellung eines Verbundmaterials mit einer Vorrichtung zur Gaszerstäubung mit den Schritten gelöst, nach denen ein Metall oder eine Metalllegierung in einem Vorratsbehälter über den Schmelzpunkt erwärmt wird, die Schmelze mit Druckbeaufschlagung in Form eines Schmelzestrals austritt und mittels eines Gasstroms zu einem Sprühnebel zerstäubt, mit nicht schmelzenden Zusätzen in Partikelform vermengt wird und anschließend die zerstäubten Tröpfchen auf ein Trägermaterial oder eine Auffangvorrichtung abgeschieden werden.

[0033] Als Auffangvorrichtung kann ein sich unter dem Sprühstrahl bewegendes Kühlband dienen, von dem sich das Sprühprodukt ablösen lässt.

[0034] In einer bevorzugten Ausführungsform werden die nicht schmelzenden Zusätze dem Schmelzestrom aus einer Verwirbelungskammer zugeführt.

[0035] Bei diesem Herstellungsverfahren kann entweder im Durchlaufbetrieb oder im Batchbetrieb gearbeitet werden, bei dem das zu beschichtende Band entweder kontinuierlich oder von einem Stapel übereinanderliegender Bandabschnitte zugeführt wird. Die Anlage ist in ein mit Stickstoff oder Stickstoff/Wasserstoff-Gemisch geflutetem Gehäuse mit Ein- und Auslaufschleuse untergebracht. Der Einlaufschleuse vorgeschaltet ist eine Bandreinigungs- und -aktivierungsstation, mit der die Bandoberfläche vor der Beschichtung für eine gute Haftfestigkeit der abgeschiedenen Schicht entsprechend vorbereitet wird.

[0036] In bevorzugter Ausführungsform erfolgt das Verdüsen der Pulverteilchen unter Einsatz von N_2 . Hierzu werden die Zusätze in den Sprühstrahl bei einem Druck von 0,15 bis 1,5 MPa eingeblasen. Durch den Überdruck tritt der Stickstoff über einen Austrittsspalt in eine Mischkammer mit sehr hoher Geschwindigkeit ein, um die in der Mischkammer eingebrachten feinen Pulverteilchen zu verwirbeln und eine optimale Durchmischung zu erhalten. Zudem kann mit einer Gasgeschwindigkeit, die durchaus auch im Überschallbereich liegen kann, eine Agglomeration des Nanopulvers effektiv verhindert werden. Hierzu wird für eine optimale Vermischung die Druckbeaufschlagung der Pulverkomponenten entsprechend gesteuert.

[0037] Um im Fertigungsprozess die Zusätze in variabler Zusammensetzung abscheiden zu können erfolgt vorteilhafterweise das Einblasen der Zusätze unabhängig voneinander.

[0038] Bei der Wahl der Abscheidebedingungen wird eine gleichförmige Kontaktschicht mit fein dispergierten Zusätzen angestrebt. Vorteilhafterweise wird hierzu das Metallband auf eine Temperatur von $(0,6 \text{ bis } 0,9) \times T_s$ des Kontaktwerkstoffes Sn oder Ag erwärmt. Damit kön-

nen derartige Schichten zugleich mit geringer Porosität und hoher Haftung abgeschieden werden.

[0039] Um die Haftfestigkeit der Schicht auf dem Trägermaterial zu verbessern wird vor der Abscheidung der Schicht vorteilhafterweise das Metallband zur Aktivierung mit Flußmittel oberflächenbehandelt.

[0040] Über wiederum andere Abscheideparameter wird die Schichtdicke eingestellt. Hierzu wird in bevorzugter Ausführungsform die Dicke D_2 der Kontaktschicht über die Sprühstrahldichte und die Durchlaufgeschwindigkeit des zu beschichtenden Metallbandes gesteuert. Bevorzugt wird die Sprühstrahldichte über ein Nadelventil oder dergleichen gesteuert. Ist dabei das Nadelventil permanent geöffnet, so kann auch eine vollflächige einseitige Beschichtung erfolgen. Zur Herstellung einer gleichförmigen Schicht kann das Metallband mit konstanter Geschwindigkeit unter dem Sprühstrahl hindurch gezogen werden. Alternativ kann auch ohne Ventilvorrichtung allein durch eine Druckbeaufschlagung der Schmelze der Materialfluss im Sprühkopf gesteuert werden.

[0041] Unter geeigneter Wahl der Abscheidebedingungen lassen sich die Dichte bzw. die Porosität der Kontaktschicht auch gezielt einstellen. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform wird über die gewählten Sprühparameter eine offene Porosität der Kontaktschicht von 70 bis 85 % eingestellt. Die poröse Kontaktschicht wird anschließend zur Selbstschmierung mit Öl infiltriert.

[0042] Poröse Schichten werden in einem weiteren Verfahrensschritt nachbehandelt, indem das besprühte Metallband bei einer Temperatur von mindestens $0,8 \times T_s$ des Schichtmatrixwerkstoffs nachgewalzt wird, um eine 100 %ige Dichte zu erzielen.

[0043] In besonders bevorzugter Ausführungsform wird das Metallband nur teilweise beschichtet. Damit kann eine partiell resistive Beschichtung beispielsweise an der Spitze eines Steckers erzeugt werden.

[0044] Bei partiell resistiven Beschichtungen wird während des Ziehvorganges der Strom kontinuierlich herabgesetzt, so dass sich in Abhängigkeit vom Material und der Spannung ab einem gewissen Grenzwiderstand kein Lichtbogen mehr ausbilden kann. Bei derartigen selbstabschaltenden Kontakten wird auf diese Weise der Abbrand minimiert.

[0045] Zur Herstellung partiell resistiver Beschichtungen wird vorteilhafterweise das Metallband mit einer Maske bedeckt. Alternativ kann das Metallband gegen den Sprühstrahl abgeschirmt werden. Hierzu wird die Maske nicht auf den Träger aufgelegt, sondern in einem gewissen Abstand im Strahl positioniert.

[0046] Elektronik vor Ort bedeutet zum einen erhöhte Temperaturen, zum anderen eine erhöhte Schwingungsbelastung. Dies gilt insbesondere für die Mehrventiltechnik. Für eine Anwendung im Automotiv Bereich werden stromleitende Anschlüsse wie Steckverbinder, Stanzgitteranschlüsse, Relaisanschlüsse sowie verschleiß- und schwingungsbeständige, hochtempe-

raturfeste Beschichtungen benötigt. Auf diese Weise findet das elektrisch leitfähigen Verbundmaterial Verwendung für den Automotiv Bereich und insbesondere in elektrischen Kontaktbauteilen wie Steckverbinder und Steckverbinderanschlüsse.

[0047] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen bezüglich des Verfahrens insbesondere darin, dass die Kontaktbeschichtung eines Metallbandes als Trägermaterial partiell aufgebracht werden kann, um selbstabschaltende Kontakte mit geringen Abbrandverhalten zu erzeugen. Insbesondere wird in einem Prozessablauf über eine geeignete Parameterwahl eine Kontaktschicht auf einem Trägermaterial erzeugt, die unmittelbar als Bandmaterial weiterverarbeitet werden kann. Über bereits bestehende Fertigungsverfahren hinaus kann der Beschichtungsprozess damit ohne Weiteres in eine rationelle Serienfertigung eingebunden werden.

[0048] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 ein Verbundmaterial mit Träger und Kontaktschicht,
und

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Gaszerstäubervorrichtung.

[0049] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0050] Das Verbundmaterial 1 zur Herstellung elektrischer Kontaktbauteile nach Figur 1 ist aus einem Metallband 2 als Träger aus Metall und einer zumindest einseitig aufgetragenen Kontaktschicht 4 aus einem Silber- oder Zinn-Kontaktwerkstoff aufgebaut. Der Kontaktwerkstoff enthält als ersten Zusatz 0,5 bis 60 Gew.-% Kohlenstoff-Pulver in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_1 = 5$ bis 200 nm und 0,5 bis 60 Gew.-% eines zweiten pulverförmigen Zusatzes unterschiedlicher Materialien in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 5$ bis 200 nm.

Zwischen Metallband 2 und Kontaktschicht 4 ist eine Zwischenschicht 6 aus Ag bzw. Sn der Dicke $D_3 = 0,1$ bis 1 μm angeordnet.

Die Dicke des Metallbandes 2 beträgt bevorzugt $D_1 = 0,06$ bis 1,2 mm und der Kontaktschicht 4 $D_2 = 0,5$ bis 10 μm . Das Metallband 2 wird zur Aktivierung mit Flußmittel oberflächenbehandelt.

[0051] Die in Fig. 2 schematisch dargestellte Gaszerstäubervorrichtung 10 beinhaltet einen in einem beheizten Gehäuse 40 angeordneten Schmelzebehälter 12 mit Einfüllstutzen und Zuführkanälen 14 für die Schmelze zu einer Düse 28 mit einem Nadelventil 18, aus dem der Strahl aus flüssigem Metall oder einer Metalllegierung austritt. Die Austrittsmenge wird über einen am Schmelzebehälter 12 angebrachten Anschluss zur Druckbeaufschlagung 16 gesteuert. Der Einfüllstutzen am Schmelzebehälter 12 ist zur Druckbeaufschlagung mit einem Stopfen oder einer Schraubverbindung gas-

dicht verschlossen.

[0052] Zudem ist im beheizten Gehäuse 40 ein Behälter 20 mit Einfüllstutzen für Flüssigkeiten und Gemische aus einer mit Pulver beaufschlagten Flüssigkeit angeordnet. Dieser ist über Zuführkanäle 22 mit der um das Nadelventil 18 angeordneten Injektoreinheit 32 mit Verwirbelungskammer 26 verbunden. Auch aus diesem Behälter wird die Austrittsmenge über einen am Behälter 20 angebrachten Anschluss zur Druckbeaufschlagung 24 gesteuert. Alternativ oder zusätzlich besteht die Möglichkeit weitere Feststoffzuführeinheiten mit einem Pulvergefäß 44 für trockenes Pulver an das beheizte Gehäuse 40 anzuschließen, die über nicht in der schematischen Darstellung abgebildete Kanäle eine Verbindung zur Injektoreinheit 32 besitzen. Weitere Schmelzgefäße, gegebenenfalls mit getrennter Heizung, können an einer Anschlusseinheit 42 angedockt werden.

[0053] Die durch das Nadelventil 18 austretende Schmelze wird mit den Feststoffen aus der Wirbelkammer vermischt und mit der N₂-Zerstäubereinheit 34 mit Zerstäubergas so beaufschlagt, dass aus dem Strahl ein aus Tröpfchen bestehender Sprühnebel entsteht, der auf ein Band 2 abgeschieden wird. Eine N₂-Kammer 36, unmittelbar vor den N₂-Austrittsspalt 38, sorgt für eine konstante Gaszufuhr.

[0054] Zur Führung des Sprühstrahls dient ein Austrittstrichter 30 mit einem vorgegebenen Austrittskegel, der eine Abscheidung über die gesamte Bandbreite gewährleistet. Zur selektiven Abscheidung wird eine Maske 8 im Strahl positioniert oder auf dem Substrat aufgebracht.

[0055] Die Zerstäubereinheit 34 ist ringförmig oder lang gestreckt in die Bildebene der Fig. 2 hinein ausgebildet, wobei diese einen durchgehenden Austrittsspalt 38 für das N₂-Zerstäubergas aufweist. Mit der Reinigungs- und Aktiviereinheit 48 wird das Metallband 2 zur Aktivierung mit Flussmittel an der Oberflächen vorbehandelt. Das Band kann im Durchlaufbetrieb kontinuierlich oder in Form einer Stapellage im Batchbetrieb 46 beschichtet werden.

Bezugszeichenliste

[0056]

- 1 Verbundmaterial
- 2 Metallband
- 4 Kontaktschicht
- 6 Zwischenschicht
- 8 Maske
- 10 Gaszerstäubervorrichtung
- 12 Schmelzebehälter
- 14 Zuführkanäle für Schmelze
- 16 Anschluss zur Druckbeaufschlagung
- 18 Nadelventil
- 20 Behälter für Flüssigkeiten und Gemische
- 22 Zuführkanäle

- 24 Anschluss zur Druckbeaufschlagung
- 26 Verwirbelungskammer
- 28 Düse
- 30 Austrittstrichter/Sprühstrahlführung
- 32 Injektoreinheit mit Wirbelkammer
- 34 N₂-Zerstäubereinheit
- 36 N₂-Kammer
- 38 N₂-Austrittsspalt
- 40 beheiztes Gehäuse
- 42 Anschluss für weiteres Schmelzegefäß
- 44 Pulvergefäß
- 46 Stapellage für Batchbetrieb
- 48 Reinigungs- und Aktiviereinheit

Patentansprüche

1. Elektrisch leitfähiges Verbundmaterial (1) zur Herstellung elektrischer Kontaktbauteile, insbesondere von Steckverbindern, Steckverbinder-Anschlüssen, bestehend aus einem Metallband (2) und einer zumindest einseitig aufgetragenen Kontaktschicht (4) aus einem Silber- oder Zinn-Kontaktwerkstoff, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Kontaktwerkstoff als ersten Zusatz 0,5 bis 60 Gew.-% Kohlenstoff-Pulver in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_1 = 5$ bis 200 nm und 0,5 bis 60 Gew.-% eines zweiten pulverförmigen Zusatzes in Form feiner Teilchen, die die elektrische Leitfähigkeit, Härte und Abriebfestigkeit verbessern, mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 5$ bis 200 nm enthält.
2. Verbundmaterial nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** zwischen Metallband (2) und Kontaktschicht (4) eine Zwischenschicht (6) aus Ag bzw. Sn der Dicke $D_3 = 0,1$ bis 1 μm angeordnet ist.
3. Verbundmaterial nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Kontaktwerkstoff als ersten Zusatz 3 bis 40 Gew.-% Kohlenstoff-Pulver plättchenförmig und/oder globular und/oder geperlt in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_1 = 20$ bis 150 nm enthält.
4. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** es sich bei dem zweiten Zusatz um 2 bis 50 Gew.-% eines Metalls aus der Gruppe Co, Cu, Mo, Ni, Ti, W in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 10$ bis 200 nm handelt.
5. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** es sich bei dem zweiten Zusatz um 2 bis 40 Gew.-% eines Karbids in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2$

= 10 bis 200 nm handelt.

6. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem zweiten Zusatz um 0,5 bis 40 Gew.-% eines Disulfids aus der Gruppe MoS₂, WS₂, in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 50$ bis 200 nm handelt.
7. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem zweiten Zusatz um 2 bis 40 Gew.-% SnO₂ in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 5$ bis 100 nm handelt.
8. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem zweiten Zusatz um 2 bis 40 Gew.-% oxidische Keramikeilchen aus der Gruppe Al₂O₃, ZrO₂, mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 50$ bis 150 nm handelt.
9. Verbundmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem zweiten Zusatz um 2 bis 20 Gew.-% PTFE in Form feiner Teilchen mit einem Durchmesser $\varnothing_2 = 50$ bis 200 nm handelt.
10. Verbundmaterial nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke des Metallbandes (2) $D_1 = 0,06$ bis 1,2 mm und der Kontaktschicht (4) $D_2 = 0,5$ bis 10 μ m beträgt.
11. Verbundmaterial nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (2) aus Cu oder einer Cu-Legierung, aus Fe oder einer Fe-Legierung, aus Al oder einer Al-Legierung, aus Ni oder einer Ni-Legierung besteht.
12. Vorrichtung zur Gaszerstäubung (10) eines Strahls aus fließfähigem oder flüssigem Material mit einer Zerstäubereinheit (34) zum Beaufschlagen von Zerstäubergas auf den Strahl zum Zerstäuben des Strahls in einen aus Tröpfchen bestehenden Sprühnebel, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zerstäubereinheit (34) ringförmig oder lang gestreckt ausgebildet ist, wobei diese einen durchgehenden Austrittsspalt (38) für das Zerstäubergas aufweist und oberhalb des Bereiches der Zerstäubereinheit eine Injektoreinheit (32) für Pulver mit einer Verwirbelungskammer (26) angeordnet ist, der mit einer Feststoffzuführeinheit verbunden ist.
13. Vorrichtung zur Gaszerstäubung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Feststoffzuführeinheit einen Vorratsbehälter für trockenes

Pulver (44) oder einen Behälter für mit Pulver beaufschlagte Flüssigkeiten (20) mit Zuleitungen umfasst.

14. Vorrichtung zur Gaszerstäubung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Materialmenge des Strahls über eine Vorrichtung mit Ventilsteuerung und/oder eine Vorrichtung zur Druckbeaufschlagung eines Schmelzevorratsbehälters gesteuert ist.
15. Verfahren zur Herstellung eines Verbundmaterials nach einem der Ansprüche 1 bis 11 mit einer Vorrichtung zur Gaszerstäubung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **gekennzeichnet durch** die Schritte, gemäß denen ein Metall oder eine Metalllegierung in einem Vorratsbehälter über den Schmelzpunkt erwärmt wird, die flüssige Schmelze mit Druckbeaufschlagung in Form eines Schmelzestrals austritt und mittels eines Gasstroms zu einem Sprühnebel zerstäubt, mit nicht schmelzenden Zusätzen in Partikelform vermengt wird und anschließend die zerstäubten Tröpfchen auf ein Metallband (2) als Trägermaterial oder eine Auffangvorrichtung abgeschieden werden.
16. Verfahren zur Herstellung eines Verbundmaterials nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nicht schmelzenden Zusätze dem Schmelzestrom aus einer Verwirbelungskammer (26) zugeführt werden.
17. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zerstäuben unter Einsatz von N₂ oder eines N₂/H₂-Gemisches erfolgt.
18. Verfahren nach Anspruch 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Einblasen der Zusätze in den Sprühstrahl bei einem Druck von 0,15 bis 1,5 MPa erfolgt.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Einblasen der Zusätze unabhängig voneinander erfolgt.
20. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (2) auf eine Temperatur von $(0,6 \text{ bis } 0,9) \times T_s$ des Kontaktwerkstoffes erwärmt wird.
21. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (2) zur Aktivierung mit Flussmittel oberflächenbehandelt wird.

22. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dicke D_2 der Kontaktschicht (4) über die Sprühstrahldichte und die Durchlaufgeschwindigkeit des zu beschichtenden Metallbandes (2) gesteuert wird. 5
23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sprühstrahldichte über ein Nadelventil oder dergleichen gesteuert wird. 10
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (2) mit konstanter Geschwindigkeit unter dem Sprühstrahl hindurch gezogen wird. 15
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** über die gewählten Sprühparameter eine offene Porosität der Kontaktschicht (4) von 70 bis 85 % eingestellt wird. 20
26. Verfahren nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die poröse Kontaktschicht (4) mit Öl infiltriert wird. 25
27. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** das besprühte Metallband (2) bei einer Temperatur von mindestens $0,8 \times T_s$ des Metallbandwerkstoffs nachgewalzt wird, um eine 100 %ige Dichte zu erzielen. 30
35
28. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 15 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (2) nur teilweise beschichtet wird. 40
29. Verfahren nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (2) mit einer Maske (8) bedeckt wird. 45
30. Verfahren nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallband (2) gegen den Sprühstrahl abgeschirmt wird. 50
31. Verwendung eines elektrisch leitfähigen Verbundmaterials nach einem der Ansprüche 1 bis 11 im Automotive Bereich als elektrische Kontaktbauteile wie Steckverbinder und Steckverbinderanschlüsse. 55

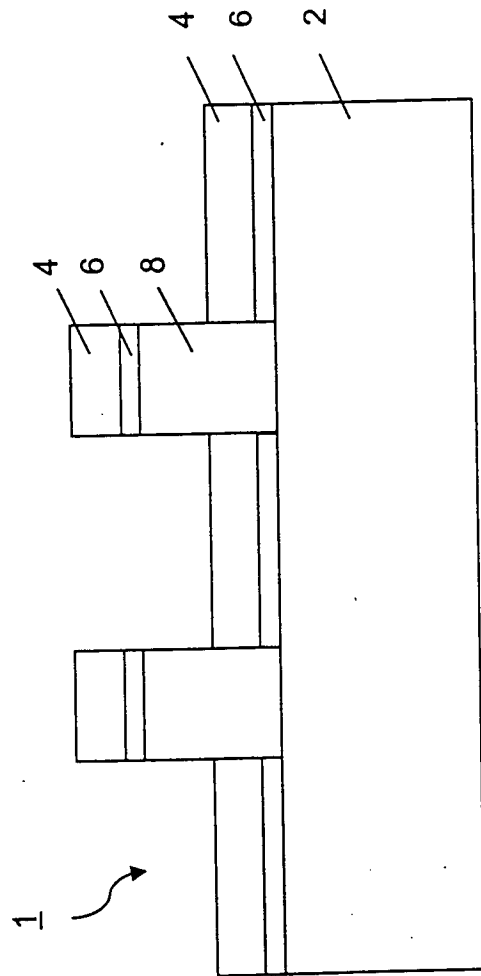


Fig. 1

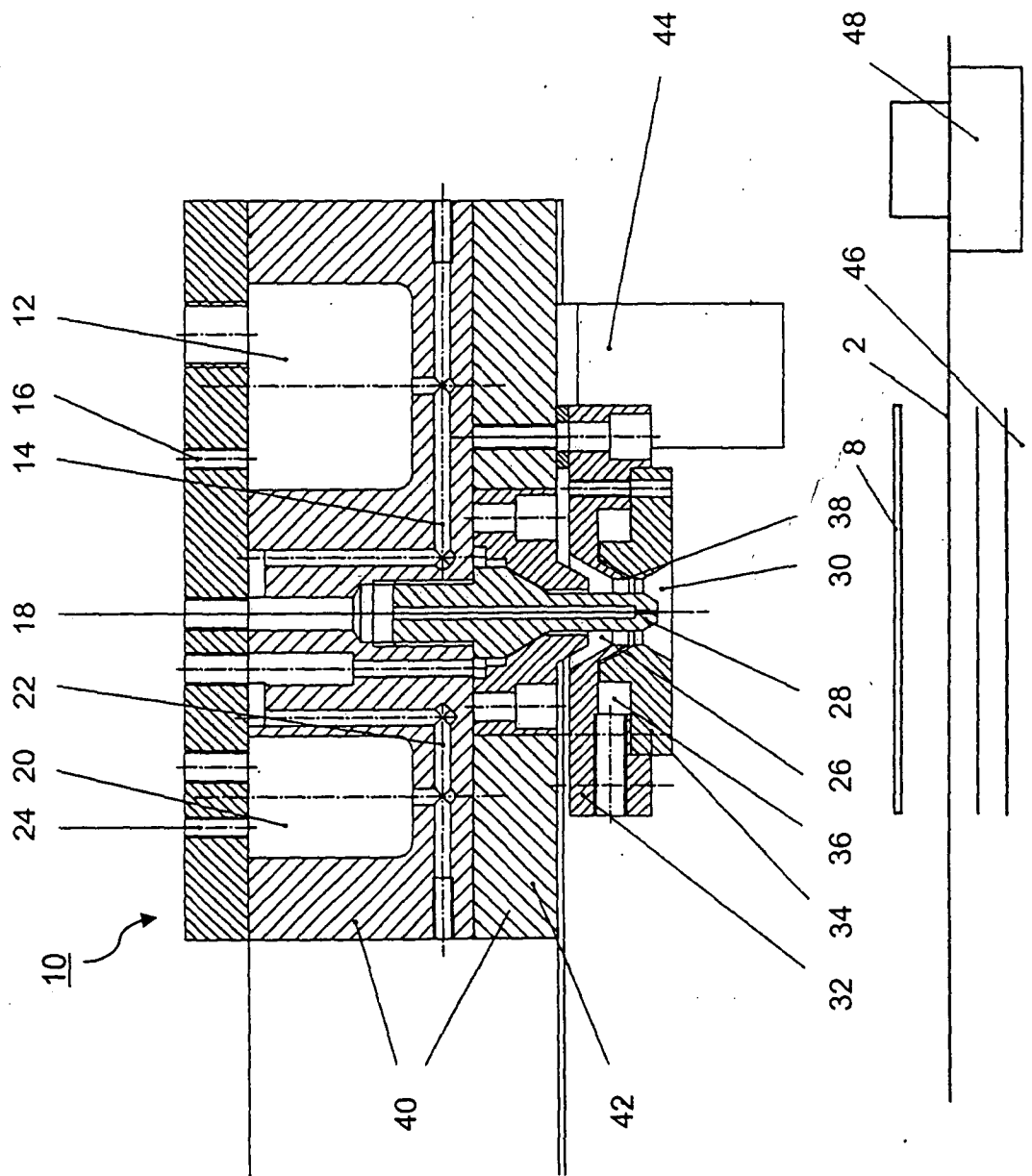


Fig. 2