



Patent beschränkt
aufrechterhalten nach
§ 12 Abs. 3 ErstrG

DEUTSCHES PATENTAMT

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Aufrechterhaltung kann Einspruch eingelegt werden

(21) Aktenzeichen:	(22) Anmeldetag:	(44) Veröff.-tag der DD-Patentschrift:	(45) Veröff.-tag der Aufrechterhaltung:
DD B 23 H / 339 775 0	17. 04. 90	12. 09. 91	08. 08. 96

(30) Unionspriorität:

—

(72) Erfinder:	Barthel, Bernd, Dipl.-Ing., 06333 Hettstedt, DE; Menge, Rainer, Dipl.-Ing., 06333 Hettstedt, DE; Wehlisch, Karl, Dipl.-Jur., 06333 Walbeck, DE
(73) Patentinhaber:	MKM Mansfelder Kupfer und Messing GmbH, Lichtlöcherberg 40, 06333 Hettstedt, DE
(74) Vertreter:	Tragsdorf, Bodo, Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 06844 Dessau

(54) Verfahren zur Herstellung von Drahtelektroden

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 2 906 245 C 3	JP-Abstracts 62-218 026 (A)	JP-Abstracts 62-255 015 (A)
------------------	-----------------------------	-----------------------------

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von Drahtelektroden für die funkenerosive Bearbeitung, wobei das Kernmaterial der Elektroden aus Kupfer-, Kupferlegierungs- oder Kupferverbunddraht besteht und durch ein nichtgalvanisches, zinkhaltiges Schmelzbad gezogen wird, und sich auf der Drahtoberfläche nur bestimmte Phasen des Systems Cu-Zn, nämlich die β - und γ -Phasen ausbilden, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Austritt des beschichteten Drahtes aus dem Schmelzbad das weiche Zink vollständig, bis zur Diffusionszone, von der Oberfläche abgestreift wird und der beschichtete Draht anschließend in an sich bekannter Weise durch Umformen verfestigt und auf das Endmaß gebracht wird, wobei ein Umformgrad von 30 % bis 85 % eingehalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Umformgrad 55 % bis 70 % beträgt.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Drahtelektroden für die funkenerosive Bearbeitung von Werkstücken, welches vorzugsweise in halbzeugherstellenden Betrieben der NE-Metallurgie Anwendung findet.

Nach dem Stand der Technik sind Verfahren zur Herstellung von Drahtelektroden bekannt, beispielsweise zur Herstellung von Drahtelektroden aus elektrisch leitfähigen Materialien wie Kupfer, Messing, Stahl, Molybdän, Wolfram und anderen Metallen bzw. Legierungen.

Bekannt sind ferner sogenannte Manteldrähte, bestehend aus einem Kerndraht und mit einer Mantelschicht aus Metallen bzw. Legierungen mit niedriger Verdampfungstemperatur, beispielsweise Zink, Cadmium, Blei oder Wismut.

Die Nachteile ergeben sich dadurch, daß bei den elektrischen Entladungen nicht nur das Werkstückmaterial verdampft, sondern in erheblicher Weise die durchlaufende Elektrode. Dies führt zu Maßungenauigkeiten und eventuell infolge der hohen Spannkraft zum Bruch der Drahtelektrode.

Bei den bekannten Verfahren wird das Kernmaterial entweder galvanisch oder nichtgalvanisch beschichtet. Ein galvanisches Beschichtungsverfahren ist z. B. in der DE-C3-29 06 245 beschrieben. Das Kernmaterial, bestehend aus Kupfer oder Messing, wird mit einer Metallschicht überzogen, die mindestens 50 % der Metalle Zn, Cd oder einer Legierung dieser Metalle untereinander enthält.

In der JP-A-62-255015 ist ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung einer Drahtelektrode beschrieben, bei dem das Kernmaterial galvanisch beschichtet wird.

Auch aus der EP-A1-312 674 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Drahtelektrode für die funkenerosive Bearbeitung bekannt, wobei das Kernmaterial der Elektrode aus Kupfer oder einer Kupferlegierung besteht. Zur Erzeugung einer nur begrenzt kaltumformbaren, beim funkenerosiven Erodieren aktiven Mantelschicht aus der Metallegierung mit niedriger Verdampfungstemperatur wird die Drahtelektrode bei solchen Temperaturen solange geglüht, bis eine vom Außenrand der Mantelschicht zur Seele hin reichende Legierung mit abnehmendem Gehalt an dem Metall mit niedriger Verdampfungstemperatur entsteht. Anschließend wird die Drahtelektrode definiert zur Fixierung der Diffusionszustände abgekühlt.

Infolge der gezielten Wärmebehandlung, z. B. bei Cu-Zn-Legierungen bei 454 °C bis 902 °C, und einer definierten Abkühlphase wird eine Gefügestruktur erzeugt, bei der in der Mantelschicht, z. B. bei Cu-Zn-Legierungen kubisch-raumzentrierte Mischkristalle der β -Phase gebildet werden, die gegenüber den kubisch-flächenzentrierten α -Mischkristallen wesentlich stabiler im Abtragsverhalten sind.

Diese Verfahrensweise hat den Nachteil, daß die nach der galvanischen Beschichtung notwendige Wärmebehandlung bei einer Temperatur beginnen muß, die unterhalb des Schmelzpunktes von Zink liegt, um ein Abschmelzen der Mantelschicht zu verhindern. Infolge der Wärmebehandlung des Zinkes bei Temperaturen bis zu 902 °C treten an der Drahtoberfläche Entzinkungserscheinungen auf.

Außerdem weist die galvanische Beschichtung generell große Nachteile bezüglich der Umweltbelastung bzw. Badentsorgung auf.

Aus der JP-A-62-218026 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Drahtelektrode durch ein nichtgalvanisches Beschichtungsverfahren bekannt. Der aus Kupfer oder einer Kupferlegierung bestehende Kerndraht wird durch ein Schmelzbad aus Zink oder einer Zinklegierung gezogen. Diese Verfahrensweise hat den Nachteil, daß auf der Drahtoberfläche eine relativ dicke Zinkschicht verbleibt, die zu Problemen bei der Phasenbildung an der Drahtoberfläche führt. Eine Ausbildung von β - und γ -Phasen an der Drahtoberfläche ist infolge der vorhandenen Zinkschicht nicht möglich. Nur mit einer nachträglichen, zusätzlichen Wärmebehandlung nach der Beschichtung und einer Nachbearbeitung des beschichteten Drahtes wäre dies möglich. Dadurch erhöht sich jedoch der Kostenaufwand für die Herstellung des Drahtes erheblich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Drahtelektroden zu schaffen, wobei die Herstellung von Drahtelektroden mit einer Oberflächenschicht aus einer Legierung ermöglicht wird, die hinsichtlich der Festigkeit und Härte dem Grundmaterial überlegen ist und einen erhöhten Widerstand gegen funkenerosiven Abtrag aufweist, und welches hinsichtlich Produktivität und Qualität dem Verfahren zur Herstellung unbeschichteter Drähte überlegen ist und die Nachteile einer galvanischen Beschichtung vermeidet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Das Kernmaterial, bestehend aus Kupfer, einer Kupferlegierung bzw. einem Kupferverbunddraht, nahe der Endabmessung, wird durch eine Schmelze aus Zink bzw. eine hochzinkhaltige Legierung gezogen. Anschließend wird die reine Zinkschicht abgestreift und der Elektrodendraht einer Umformung unterzogen und abschließend aufgespult.

Erfindungswesentlich ist, daß nach der Führung durch das schmelzflüssige Zink sich an der Oberfläche Zink abscheidet und sich dabei zwischen der Zinkschicht und dem kupferhaltigen Kern durch thermische Aktivierung eine Diffusionszone ausbildet, deren Kristalle der γ -Phase sich durch große Härte und Widerstand gegen erosiven Abtrag auszeichnen. Die Erfindung soll nachstehend an zwei Beispielen näher erläutert werden.

Beispiel 1

Der Draht aus CuZn37 wird im harten Zustand bei einem Durchmesser von 0,40 mm durch eine Schmelze aus reinem Zink gezogen. Die Badtemperatur beträgt 450 °C. Zwischen dem heißen Zink und der Drahtoberfläche kommt es durch die thermische Aktivierung zu Diffusionsvorgängen Cu-Zn, d. h. zwischen der äußeren Zinkschicht und dem Kern aus α -Messing bilden sich entsprechend dem Zustandsschaubild Cu-Zn verschiedene Phasen, wobei die γ -Phase den größten Raum einnimmt. Diese Phase zeichnet sich durch eine große Härte und einen großen Widerstand gegen funkenerosiven Abtrag aus; sie ist aber auch sehr spröde und nicht kaltumformbar. Beim Verlassen des Zinkbades wird der Draht so abgestreift, daß das weiche Zink vollständig von der Drahtoberfläche verschwindet. Der Durchmesser des Drahtes beträgt an dieser Stelle 0,38 mm. Die Dicke der Diffusionszone beträgt 12 μ m. Die Schichtdicke ist abhängig von der Verweildauer des Drahtes im Zinkbad, vom Grad der Überhitzung des Bades und von der Art des Kernmaterials. Nach dem Verlassen des Zinkbades und dem Abstreifen folgt eine letzte Umformung des Drahtes zwecks Kalibrierung und Festigkeitssteigerung. Dabei ist zu beachten, daß sich die Messingphasen β und γ nicht bzw. nur sehr schlecht kaltumformen lassen. Vielmehr drückt sich die harte Randschicht in den relativ weichen Kern ein. Mit zunehmender Verfestigung wird der Vorgang erschwert, so daß die letzte Umformung begrenzt ist. Der Fertigdraht weist einen Durchmesser von 0,25 mm und eine Festigkeit von 600 bis 650 MPa auf.

Beispiel 2

Das Kernmaterial besteht aus einer Legierung CuMg0,4. Der Draht wird bei einem Durchmesser von 0,50 mm im harten Zustand durch Feuerverzinkung beschichtet. Die Schichtdicke beträgt durchschnittlich 10 μ m. Die Zinkbadtemperatur liegt bei 450 °C. Nach Austritt des beschichteten Drahtes aus dem Zinkbad wird die reine Zinkschicht vom Draht abgestreift. Auf dem Draht bleiben nur die intermetallischen Phasen des Systems Cu-Zn zurück, nämlich die β - und γ -Phasen, die sich durch große Härte und erheblichen Widerstand gegen funkenerosiven Abtrag auszeichnen. Diese Schichten sind jedoch infolge der Sprödigkeit nicht kaltumformbar.

Der Durchmesser des Drahtes beträgt an dieser Stelle 0,48 mm. Die Abnahme des Durchmessers ist durch den größeren Diffusionskoeffizienten des Kupfers im Vergleich zum Zink bedingt, da während der Feuerverzinkung die Kupferatome schneller heraus-, als die Zinkatome hineindiffundieren.

Durch die Feuerverzinkung werden nicht nur die Diffusionsvorgänge thermisch aktiviert, sondern auch die Festigkeit sinkt sehr stark ab. Damit vereinigt dieser Prozeß die Wärmebehandlung des Drahtes und die Beschichtung.

Nach dem Beschichten des Drahtes und dem Abstreifen der Reinzinkschicht folgt eine anschließende Umformung. Diese dient der Kalibrierung und der Verfestigung des Drahtes. Bei der Umformung vom Durchmesser 0,48 mm an 0,25 mm steigt die Festigkeit bis auf 450 MPa.