



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 400 580 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1341/93

(51) Int.Cl.⁶ : **C22C 9/01**

(22) Anmeldetag: 8. 7.1993

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1995

(45) Ausgabetag: 25. 1.1996

(73) Patentinhaber:

AURUCOM HANDELSGES.M.B.H.
A-1232 WIEN (AT).
TECHMA
428015 TSCHEBOKSARY (RU).
VITA AG
624080 VERCHNJAJA PYSCHMA (RU).

(54) KUPFERWERKSTOFF FÜR ELEKTRISCH LEITENDE VERSCHLEISSTEILE

(57) Die Aufgabe der Erfindung ist es einen verbesserten Werkstoff für die Schweißtechnik zu schaffen, der einerseits die erforderlichen Eigenschaften als elektrischer Leiter aufweist und andererseits eine große Härte und erhöhte Lebensdauer, insbesondere bei hoher Temperatur besitzt.

Der erfindungsgemäße Werkstoff ist dadurch gekennzeichnet, daß dem Kupfer 0,38 bis 1,0 Gew.-% Aluminium und 0,15 bis 0,3 Gew.-% Kohlenstoff der Gesamtmischung zugesetzt sind.

Das Vorhandensein verschiedener Teilchen im Werkstoff, und zwar des Aluminiumoxides und -karbides, mindert die Möglichkeit ihrer Koagulation bei hohen Temperaturen herab, was die Erweichungstemperatur des Werkstoffes bis 650-850°C erhöht. Außerdem bleibt ein Teil vom Kohlenstoff, wie die Untersuchungen gezeigt haben, im Werkstoff im freien Zustand als ultradisperser Graphit (0,01-0,05 µm), indem er einerseits die Rolle der Starrschmiere spielt und damit die tribotechnischen Eigenschaften des Werkstoffes verbessert und andererseits zusätzlich härtend wirkt.

AT 400 580 B

Die Erfindung betrifft einen Kupferwerkstoff für elektrisch leitende Verschleißteile, vorzugsweise für die Schweißtechnik, insbesondere für ein Kontakt- und/oder Führungsrohr für das Lichtbogenschweißen mit einem abschmelzenden Draht.

Zur Herstellung solcher Teile der Elektrodenschweißeinrichtungen, wie Kontakt- und Führungsrohre für das Lichtbogenschweißen mit einem abschmelzenden Draht werden, wie aus Le Bronze Industriel Deutschland. Firmenkatalog, Auflage 1991 in der elektrotechnischen Industrie traditionell Kupfer und deren Legierungen auf seiner Basis verwendet. Der Hauptnachteil des Reinkupfers ist verhältnismäßig niedrige Festigkeit, geringe Härte, geringe Schleifbeständigkeit und geringe Warmfestigkeit. Das Legieren des Kupfers mit solchen Elementen, wie Chrom, Zirkonium, Kadmium, Beryllium, Titan, trägt zur Erhöhung der Festigkeitseigenschaften bei einer wesentlichen Verminderung der elektrischen Leitfähigkeit bei. Die Warmfestigkeit und Schleifbeständigkeit wachsen dabei um ein geringes an, z.B. die Erweichungstemperatur der Bronze CuCrZr mit dem Gehalt Cr > 0,4 Gew.-% und Zr > 0,03 Gew.-% beträgt 480 °C. Die Kontakt- und Führungsrohre können im Betrieb bis zu Temperaturen von 500-800 °C erwärmt werden. Die Lebensdauer dieser aus den traditionellen elektrotechnischen Bronzen hergestellten Teile ist deshalb in der Regel nicht hoch.

Weiters sollen derartige Verschleißteile eine große Härte aufweisen, da beim Durchgang des Schweißdrahtes durch die Bohrung ein großer Verschleiß auftreten kann. Die Vickershärte dieser Werkstoffe beträgt nicht mehr als 1500 MPa und ist für diese Anwendung nicht hoch genug.

Aus Planseeberichte für Pulvermetallurgie, Nr. 4, Bd. 25, 1977, S. 297-302 und der DE-OS 3 614 642 sind auch Werkstoffe auf der Kupferbasis für Kontakt- und Führungsrohre für das Lichtbogenschweißen mit einem abschmelzenden Draht bekannt, die aus den Mischungen der Pulverwerkstoffe hergestellt sind. Dabei können als Zusatz verschiedene feindisperse schwerschmelzbare Teilchen wie Oxide, Karbide, Boride u. a. m. verwendet werden, die sich in der Kupferbase sogar bei der Temperatur ihres Schmelzpunktes nicht auflösen und zum Hindernis für die Versetzung und Kornvergröberung werden.

Sie erhöhen damit wesentlich (bis 500-550 °C) die Erweichungstemperatur des Werkstoffes. Da die Größe der in die Pulvermischung hinzugefügten schwer schmelzbaren Teilchen nicht geringer als 0,2 µm sein kann - bedingt durch die Technologie ihrer Herstellung - fehlt die Möglichkeit für die Verbesserung solcher Werkstoffe. Allgemein gilt je kleiner die Größe der Teilchen ist, desto fester ist der Werkstoff. Die Vickershärte obiger Werkstoffe ist nicht größer als 1600-1700 MPa.

Eine weitere technische Lösung ist der aus der Zeitschrift für Metallkunde, Heft 5, 74, 1983, S. 319-322 entnehmbare Werkstoff auf Pulverkupferbasis, der als Zusatz Aluminium und Kupferoxid enthält. Dieser Werkstoff wird durch die Ausnutzung des Mahlens der Pulvermischung in den hochenergetischen Kugelmøhlen, z. B. in Attritoren hergestellt. Dabei wird das Aluminium in der Kupfermatrize gleichmäßig verteilt und teilweise oxydiert. Das nach dem Mahlen erhaltene Granulat wird einer Diffusionsglühung unterzogen, infolge dessen wird der metallische Aluminiumrest, reagierend mit dem Sauerstoff und reduzierend das Kupferoxid, ins Aluminiumoxid verwandelt. Ferner wird die Reduktionsglühung in dem H₂/H₂O-Medium proportional 1/100 durchgeführt, wobei die Kupferoxidreste in das metallische Kupfer reduziert werden. Das warmbehandelte Granulat wird mittels Kaltkompaktieren zu "Bolzen" verarbeitet, die später erwärmt und im warmen Zustand in eine Stange, ein Rohr oder Profil stranggepreßt werden.

Der obenbeschriebene Werkstoff enthält Aluminiumoxidteilchen mit der Größe von 0,02-0,03 µm und hat ein feinkörniges Gefüge, das eine hohe Warmfestigkeit gewährleistet, wobei die Erweichungstemperatur 650-700 °C beträgt. Eine höhere Erweichungstemperatur kann man nicht erreichen, da die Aluminiumoxidteilchen bei einer hohen Temperatur zu koagulieren beginnen und infolge dessen grober werden. Außerdem hat dieser Werkstoff bei einer ziemlich guten Warmfestigkeit und elektrischen Leitfähigkeit eine verhältnismäßig niedrige Härte (die Vickershärte beträgt nicht mehr als 1600-1700 MPa). Weiters weist dieser Werkstoff eine nicht sehr hohe Schleifbeständigkeit auf.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, die verschiedenen Problempunkte beim konventionellen Werkstoff, wie oben beschrieben, zu vermeiden, und einen verbesserten Werkstoff für die Schweißtechnik zu schaffen, der einerseits die erforderlichen Eigenschaften als elektrischer Leiter aufweist und andererseits eine große Härte und erhöhte Lebensdauer, insbesondere bei hoher Temperatur besitzt.

Der erfindungsgemäße Werkstoff ist dadurch gekennzeichnet, daß dem Kupfer 0,38 bis 1,0 Gew.-% Aluminium und 0,15 bis 0,3 Gew.-% Kohlenstoff der Gesamtmischung zugesetzt sind.

Das Vorhandensein verschiedener Teilchen im Werkstoff, und zwar des Aluminiumoxides und -kardides, mindert die Möglichkeit ihrer Koagulation bei hohen Temperaturen herab, was die Erweichungstemperatur des Werkstoffes bis 650-850 °C erhöht. Außerdem bleibt ein Teil vom Kohlenstoff, wie die Untersuchungen gezeigt haben, im Werkstoff im freien Zustand als ultradisperser Graphit (0,01-0,05 µm), indem er einerseits die Rolle der Starrschmiere spielt und damit die tribotechnischen Eigenschaften des Werkstoffes verbessert und andererseits zusätzlich härtend wirkt.

Die große Härte des erfindungsgemäßen Werkstoffes ist auf Oxid- und Karbidteilchen des Aluminiums, sowie des Kohlenstoffes zurückzuführen.

In Fig. 1 ist eine Abbildung des Werkstoffes zu sehen, der mit einem TEM-Mikroskop bei der Vergrößerung um das 34 000-fache erhalten wurde. Darin sind die genannten Teilchen zu sehen, die durch die Dechiffrierung des Elektronenbeugungsdiagrammes identifiziert sind.

Fig. 2 zeigt die härtende Rolle des Kohlenstoffes: Zusätze des Kohlenstoffes im Kupfer- und Aluminiumpulvergefüge führen zur Erhöhung der Härte des Endprodukts im Cu-Al-C-System verglichen mit dem bekannten Werkstoff des Cu-Al-Systems. Gleichzeitig wird dabei auch die elektrische Leitfähigkeit des Werkstoffes erhöht, wie Fig. 3 zeigt. Es ist damit zu erklären, daß im Werkstoff, der als Reduktionsmittel den Kohlenstoff enthält, die Korngrenzen viel weniger Restkupferoxide enthalten, als im Werkstoff des Cu-Al-Systems, was sich auf seine elektrische Leitfähigkeit auswirkt.

Der erfindungsgemäße Werkstoff wurde in verschiedenen chemischen Zusammensetzungen hergestellt und die nötigen Untersuchungen durchgeführt, deren Resultate zeigen, daß bessere Eigenschaften erzielt werden. Die Erzeugnisse daraus weisen eine höhere Lebensdauer als derzeit bekannte und verwendete Kontakt- und stromzuführende Teile der Schweißtechnik auf.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele zur Herstellung eines Werkstoffes nach der Erfindung sowie Versuche über deren Eigenschaften und Lebensdauer sind nachstehend angegeben.

Beispiel:

Der Werkstoff wird aus dem Gemisch des Kupfer-, Aluminium- und Kohlenstoffpulvers hergestellt. Die Größe der Kupferpulverteilchen beträgt im Durchschnitt 40 μm , der Aluminiumpulverteilchen - 75 μm , des Kohlenstoffes als Graphit oder Ruß - 35 nm und BET-Oberfläche 100 m^2/g .

Der Aluminiumgehalt beträgt 0,25; 0,38; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 und 5,0 Gew.-%, und der Kohlenstoffgehalt wurde im Zusammenhang von der Menge des beigegebenen Aluminiums variiert, ausgehend: auf einen Massenanteil des Aluminiums - 0,5; 0,4; 0,3 und weniger Massenanteile des Kohlenstoffes.

Aus den Stangen wurden Muster hergestellt, die später erprobt wurden.

Fig. 4 zeigt grafische Darstellungen der Abhängigkeit der relativen elektrischen Leitfähigkeit des Werkstoffes vom Gehalt des Aluminiums und Kohlenstoffes. Aus Fig. 4 ist zu sehen, daß die höchste elektrische Leitfähigkeit der Werkstoff besitzt, der das Aluminium von 0,25 bis 1,0 Gew.-% und den Kohlenstoff von 0,05 bis 0,1 Gew.-% enthält.

Fig. 5 zeigt grafische Darstellungen der Vickershärte des Werkstoffes mit obengenanntem Gehalt von Aluminium und Kohlenstoff. Aus dieser Fig. ist zu sehen, daß der Werkstoff beim Kohlenstoffgehalt 0,1 Gew.-% dennoch nicht eine so große Härte hat, als bei einem höheren Kohlenstoffgehalt. Als unter Grenzwert des Kohlenstoffgehaltes wird daher 0,15 Gew.-% ausgewählt. Da beim Kohlenstoffgehalt höher als 0,3 Gew.-% keine Zunahme der Härte zu vermerken ist, ist dieser Anteil für den Grenzwert des Kohlenstoffgehaltes anzunehmen. Aufgrund der niedrigen Härte des Werkstoffes bei einem Aluminiumanteil von 0,25 Gew.-% wird der untere Grenzwert auf einem Aluminiumanteil von 0,38 Gew.-% ausgewählt.

Der erfindungsgemäße Werkstoff ergab sich somit mit dem Aluminiumgehalt von 0,38 bis 1,0 Gew.-% und einem Kohlenstoffgehalt von 0,15 bis 0,3 Gew.-%. Dieser Werkstoff hat je nach der Zusammensetzung die Erweichungstemperatur 650-850 °C und die Vickershärte von 1830 bis 2020 MPa, was wesentlich höher ist, als bei den traditionellen elektrotechnischen Bronzen und beim bekannten Cu-Al-Werkstoff. Dabei besitzt der erfindungsgemäße Werkstoff ausreichende elektrische Leitfähigkeit nämlich bis 62 % der elektrischen Leitfähigkeit des Kupfers.

Aus dem erfindungsgemäßen Werkstoff sind stromzuführende Kontakt- und Führungsrohre für das Lichtbogenschweißen M10x40 mit dem abschmelzenden Draht vom Durchmesser 1,2 mm hergestellt worden.

Kontakt- und Führungsrohre wurden auch aus dem Werkstoff hergestellt, der Aluminium und Kohlenstoff in der Menge enthält, die den zu empfehlenden Werten nicht entspricht. Außerdem wurden nach der im Stand der Technik beschriebenen Technologie Stangen des Werkstoffes vom Cu-Al-System hergestellt. Aus diesen Stangen wurden auch Kontakt- und Führungsrohre hergestellt.

Zum Vergleich wurden auch Kontakt- und Führungsrohre herangezogen, die aus technischen Kupfer, der Bronze CuCr und der Bronze CuCrZr serienmäßig hergestellt werden.

Die Dauerstandversuche wurden in einem Traktorenwerk an einer Roboterschweißlinie durchgeführt.

Geschweißt wurden Erzeugnisse aus dem niedriggekohten Stahl. Das Schweißen verlief in einem automatischen Prozeß mit CO_2 -Gas bei der Spannung von 32-34 V und Stromstärke von 320-350 A.

Als Kriterium der Lebensdauerbewertung von stromzuführenden Kontakt- und Führungsrohren wurde die Masse des abgeschmolzenen Drahts in kg herangezogen, der durch das Kontakt- und Führungsrohr bis

zu dessen Funktionsfähigkeitsverlust ging.

In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse der durchgeführten Dauerstandversuche angegeben. Die Ergebnisse zeigen, daß die Kontakt- und Führungsrohre aus dem Werkstoff mit einem Aluminium- und Kohlenstoff-Gehalt von 0,38-1,0 Gew.-% beziehungsweise 0,15-0,3 Gew.-% wirklich eine höhere Lebensdauer haben,
5 als die Kontakt- und Führungsrohre aus dem Werkstoff mit Aluminium- und Kohlenstoffgehalt, der den empfohlenen Werten nicht entspricht.

Die Lebensdauer der Kontakt- und Führungsrohre aus dem erfindungsgemäßen Werkstoff ist höher als die Lebensdauer der Kontakt- und Führungsrohre aus dem bekannten Werkstoff auf Cu-Al-Basis und den traditionellen elektrotechnischen Werkstoffen auf der Kupferbasis.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

T A B E L L E

5	Nr.	Werkstoff	Gehalt der Bestandteile, Gew.-%	Masse vom abgeschmolzenen Draht, kg pro Stück
1.		Cu	Cu: > 99,90	32-40
10	2.	CuCr	Cr: > 1,0	62-76
	3.	CuCrZr	Cr: > 0,4; Zr: > 0,03	105-118
15	4.	Cu-Al	Prototyp:	
	4.1.		Al: - 0,25	112-124
	4.2		Al: - 0,50	105-117
	4.3		Al: - 1,0	92-107
	4.4		Al: - 2,0	37-48
20	5.	Cu-Al-C	Nicht empfohlener Gehalt:	
	5.1.		Al:-0,25; C:-0,05	74-86
	5.2.		Al:-0,25; C:-0,10	78-89
	5.3.		Al:-0,25; C:-0,15	86-93
	5.4.		Al:-0,25; C:-0,20	81-92
25			5.5. Al:-0,25; C:-0,30	76-87
			5.6. Al:-0,38; C:-0,07	86-108
			5.7. Al:-0,38; C:-0,10	97-111
			5.8. Al:-0,50; C:-0,05	98-109
30			5.9. Al:-0,50; C:-0,10	107-112
			5.10. Al:-1,00; C:-0,05	85-97
			5.11. Al:-1,00; C:-0,10	92-107
			5.12. Al:-1,00; C:-0,40	94-111
			5.13. Al:-1,00; C:-0,50	75-89
35			5.14. Al:-2,00; C:-0,05	43-51
			5.15. Al:-2,00; C:-0,60	37-44
			5.16. Al:-2,00; C:-0,80	31-42
			5.17. Al:-2,00; C:-1,00	27-39
40	6.	Cu-Al-C	Empfohlener Gehalt:	
	6.1.		Al:-0,38; C:-0,15	116-122
	6.2.		Al:-0,38; C:-0,20	121-132
	6.3.		Al:-0,38; C:-0,30	119-129
	6.4.		Al:-0,50; C:-0,15	118-129
45			6.5. Al:-0,50; C:-0,20	126-142
			6.6. Al:-0,50; C:-0,25	138-154
			6.7. Al:-0,50; C:-0,30	131-148
			6.8. Al:-1,00; C:-0,15	113-121
			6.9. Al:-1,00; C:-0,20	120-126
50			6.10. Al:-1,00; C:-0,30	111-122

55 Patentansprüche

1. Kupferwerkstoff für elektrisch leitende Verschleißteile, vorzugsweise für die Schweißtechnik, insbesondere für ein Kontakt- und/oder Führungsrohr für das Lichtbogenschweißen mit einem abschmelzenden

AT 400 580 B

Draht, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Kupfer 0,38 bis 1,0 Gew.-% Aluminium und 0,15 bis 0,3 Gew.-% Kohlenstoff der Gesamtmischung zugesetzt sind.

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

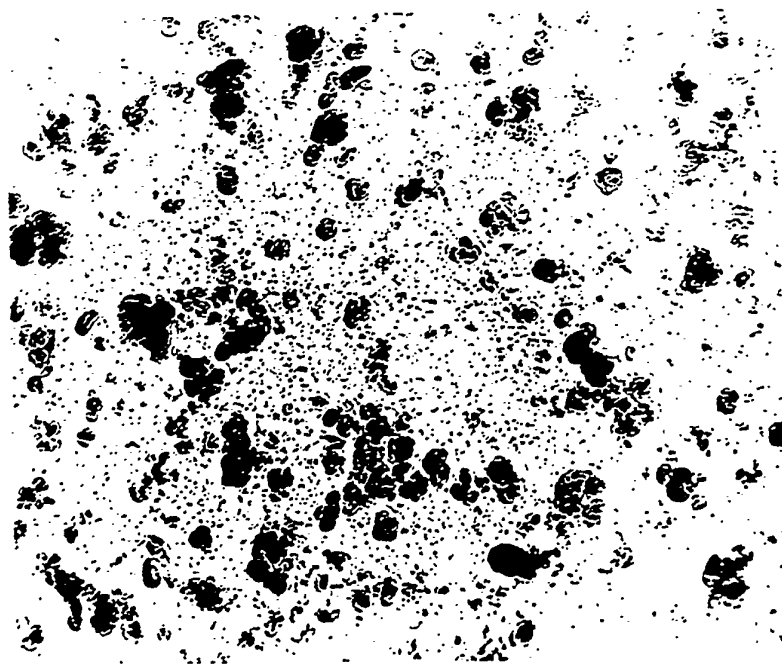


Fig. 2

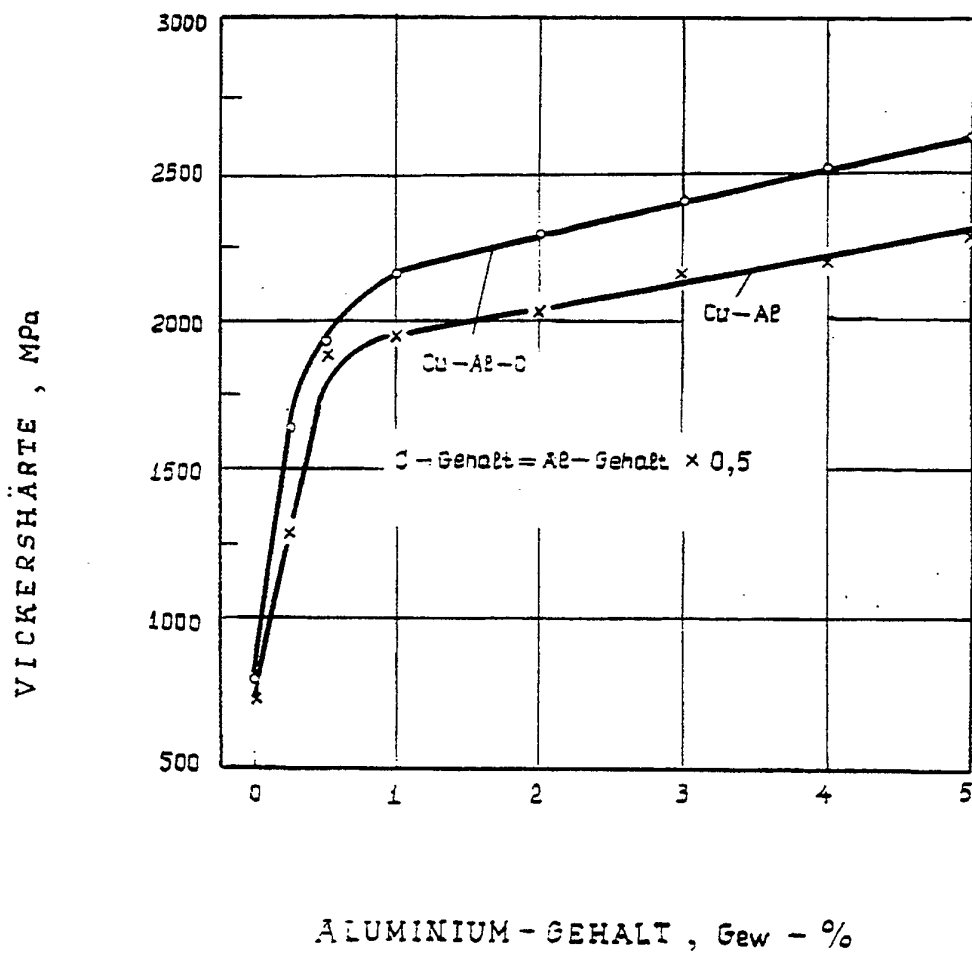


Fig. 3

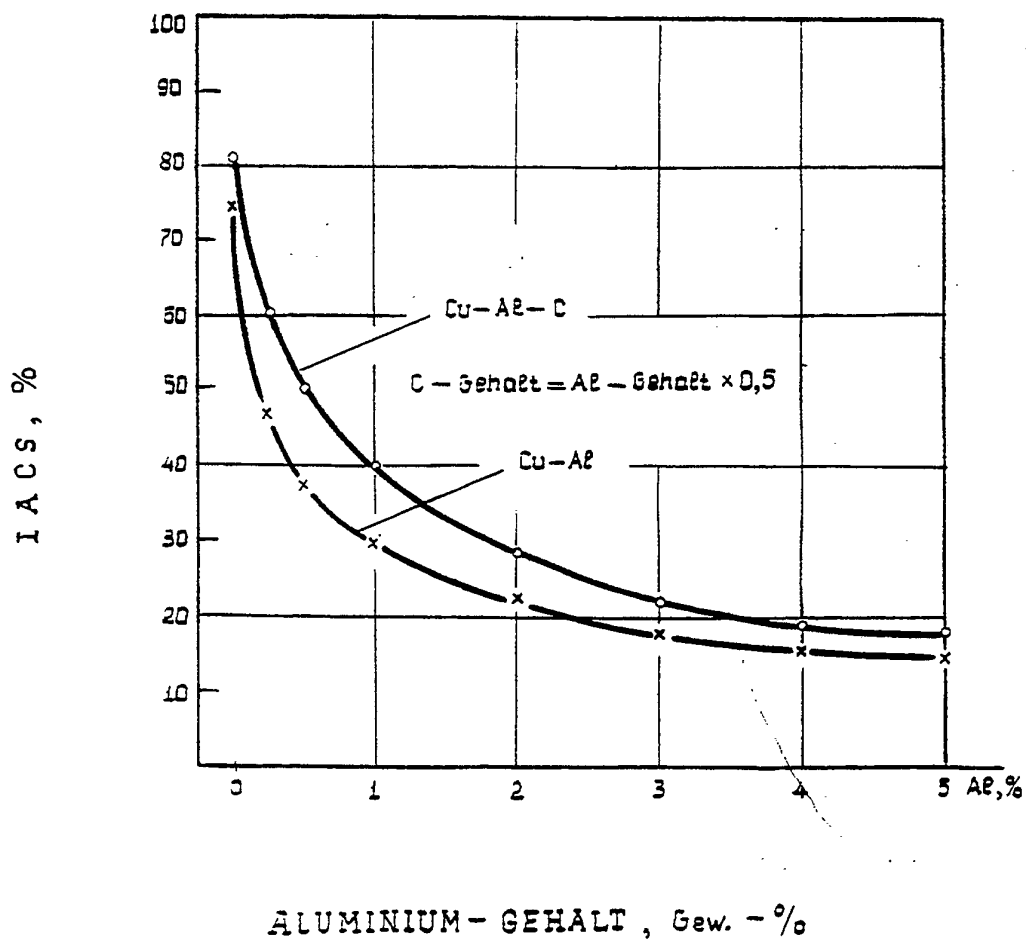


Fig. 4

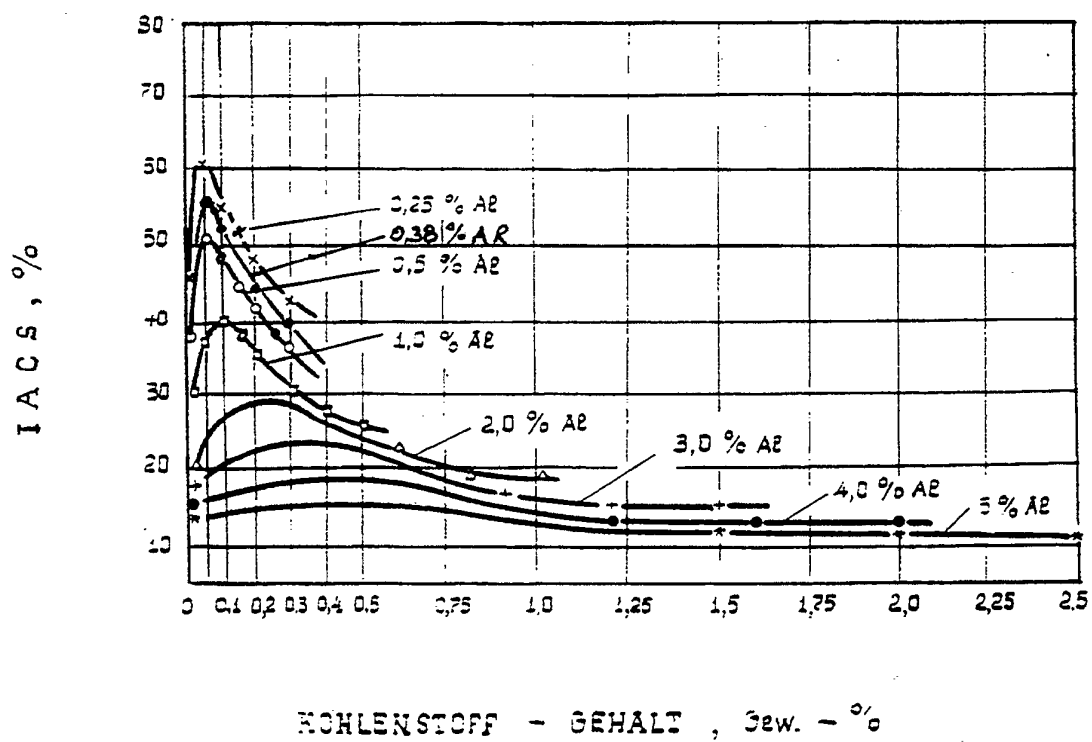


Fig. 5

