



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
 Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 7575/82

㉒ Anmeldungsdatum: 22.04.1981

㉔ Patent erteilt: 15.01.1987

④⑤ Patentschrift
 veröffentlicht: 15.01.1987

⑦③ Inhaber:
 Institut Elektrosvarki imeni E.O. Patona
 Akademii Nauk Ukrainskoi SSR, Kiev (SU)

⑦② Erfinder:
 Safonnikov, Anatoly Nikolaevich, Kiev (SU)
 Antonov, Anatoly Vladimirovich, Kiev (SU)

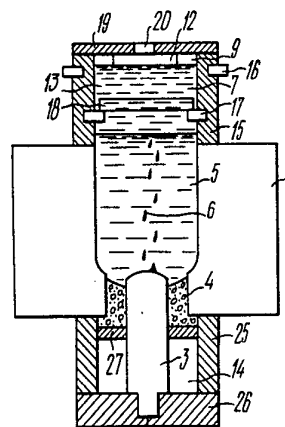
⑦④ Vertreter:
 Patentanwälte Schaad, Balass, Sandmeier, Alder,
 Zürich

⑧⑥ Internationale Anmeldung: PCT/SU 81/00040
 (Ru)

⑧⑦ Internationale Veröffentlichung: WO 82/03585
 (Ru) 28.10.1982

⑤④ **Verfahren zum Elektroschlackeschweissen von Leichtmetallen, Formvorrichtung und Flussmittel.**

⑤⑦ Zwischen zwei miteinander zu verbindenden Werkstücken (1) wird eine Schweisselektrode (3) angeordnet. Die dazwischen verbleibenden Zwischenräume werden mit einem Flussmittel (4) aufgefüllt. Durch den Anschluss der Schweisselektrode (3) und der die zu verschweisenden Enden der Werkstücke (1) umgebenden Formvorrichtung an eine Stromquelle wird aus dem Flussmittel (4) ein Schlackenbad (5) gebildet. Danach wird der Schweissstrom eingeschaltet, um die Schweisselektrode (3) und die Kanten der Werkstücke (1) abzuschmelzen. Das abgeschmolzene flüssige Metall (6) steigt infolge der eine grössere Dichte aufweisenden Schlacke nach oben und bildet oberhalb der Werkstücke (1) ein Metallbad (7). Sobald die Schweisselektrode (3) und die Kanten der Werkstücke (1) abgeschmolzen sind und das Volumen des Metallbades (7) zum Ausfüllen des Schweisspalt zwischen den beiden Werkstücken (1) unter Berücksichtigung einer Schweissnahtüberhöhung ausreicht, wird das Schlackenbad (5) aus dem Schweisspalt entfernt, so dass das Metallbad (7) diesen Raum einnehmen kann, um nach der Kristallisation die Schweissnaht zu bilden. Durch die vorübergehende Aufbewahrung des Metallbades (7) oberhalb der Werkstücke (1) bietet das Verfahren die Möglichkeit, dank einer praktisch vollständigen Entgasung und Raffinierung des Nahtmetalls die Eigenschaften der Schweissnaht zu verbessern.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Elektroschlackeschweissen von Leichtmetallen, bei welchem Verfahren Werkstücke (1) unter Bildung eines Schweissspaltes (2) und Einhaltung eines erforderlichen Abstandes voneinander, eine Formvorrichtung (Fig. 4) sowie eine Schweisselectrode (3) nacheinander angeordnet werden, der Schweisspalt (12) mit Flussmittel (4) gefüllt und anschliessend die Schweisselectrode (3) und die Kanten der Werkstücke (1) nach der Bildung eines Schlackenbades (5) zu einem Metallbad (7) abgeschmolzen werden, welches vorübergehend aufbewahrt, in flüssigem Zustand aufrechterhalten und zum Auffüllen des Schweissspaltes (2) zur anschliessenden Kristallisation des flüssigen Metalls verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallbad (7) ausserhalb des Schweissspaltes (2) und oberhalb der Werkstücke (1) aufbewahrt und der Schweisspalt (2) erst nach beendigter Abschmelzung der Elektrode (3) und der Werkstückkanten und Ansammlung einer ausreichenden Menge flüssigen Metalls unter Berücksichtigung einer Schweissnahtüberhöhung mit dem flüssigen Metall gefüllt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Metallbad (7) zusätzlich mit einem Inertgas durchgeblasen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Inertgas Argon verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Metallbad (7) zusätzlich Substanzen zugefügt werden, welche mit schädlichen Beimengungen in Metall unlösliche Komplexverbindungen bilden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

$$L_s = (V_n - V_s) \frac{L_n - (L_w \gamma + L_e (1 - \gamma))}{V_s} + L_n$$

worin bedeutet:

L_s Gehalt am Legierungsbestandteil im Steg (18), in Masseprozent;

L_n Gehalt am Legierungsbestandteil in der Schweissnaht, in Masseprozent;

L_w Gehalt am Legierungsbestandteil im Schweisswerkstoff, in Masseprozent;

L_e Gehalt im Legierungsbestandteil in der Elektrode (3), in Masseprozent;

V_n Volumen der Schweissnaht in cm^3 ;

V_s Volumen des Stegs in cm^3 und

γ Anteil des Schweissmetalls im Nahtmetall.

12. Formvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Steg (18) aus schwer schmelzbarem Werkstoff mit hohem elektrischen Widerstand besteht.

13. Formvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der schwer schmelzbare Werkstoff Graphit ist.

14. Formvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand (27) aus leicht schmelzbarem Werkstoff besteht.

15. Formvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der leicht schmelzbare Werkstoff ein dem zu schweisenden Metall identisches Metall ist.

16. Formvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand (27) aus einem mit der Schlacke eine Reaktion eingehenden Werkstoff besteht.

17. Formvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der mit der Schlacke eine Reaktion eingehende Werkstoff aus Dinas-Stein-Material besteht.

18. Formvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand (27) aus schwer schmelzbarem

dass als zusätzlich zugefügte Substanz Calcium in einer Menge von 0,15 bis 0,5 Masseprozent verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass als zusätzlich zugefügte Substanz Magnesium in einer Menge von 0,1 bis 1,5 Masseprozent verwendet wird.

7. Formvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche, mit Kristallisatoren (9) und einer oberhalb der Werkstücke (1) angeordneten Kammer (13), dadurch gekennzeichnet, dass die Kristallisatoren (9) mit porösen Elementen (12) versehen und mit abgestuften Längsnuten (10) ausgeführt sind, welche eine Stützfläche (11) bilden, auf der die mit den Längsnuten (10) geschlossene Hohlräume bildenden porösen Elemente (12) angeordnet sind, dass an der Kammer (13) Aussenklemmen (16) und Innenklemmen (17) sowie ein die Innenklemmen (17) verbindender Steg (18) angeordnet sind und dass unterhalb der Werkstücke (1) eine weitere Kammer (14) mit einer querliegenden Trennwand (27) angeordnet ist.

8. Formvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Steg (18) aus leicht schmelzbarem Werkstoff besteht.

9. Formvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der leicht schmelzbare Werkstoff ein dem zu schweisenden Metall identisches Metall ist.

10. Formvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Steg (18) aus einem dem zu schweisenden Metall identischen Metall besteht, welches Legierungsbestandteile enthält.

11. Formvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Gehalt am jeweiligen Legierungsbestandteil nach folgender Formel berechnet ist:

Werkstoff besteht und einen Schlitz zum Anordnen der Schweisselectrode (3) aufweist.

19. Formvorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der schwer schmelzbare Werkstoff Graphit ist.

20. Flussmittel zum Elektroschlackeschweissen gemäss Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 auf der Basis von Halogeniden, dadurch gekennzeichnet, dass es Kryolith, Bariumfluorid und Bromid eines Alkalimetalls enthält.

21. Flussmittel nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestandteile folgende Anteile in Masseprozenten aufweisen:

Bariumfluorid	65 bis 75%
Kryolith	15 bis 25%
Bromid eines Alkalimetalls	5 bis 10%.

22. Flussmittel nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass es als Bromid eines Alkalimetalls Natriumbromid enthält.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, auf eine Formvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 7 und auf ein Flussmittel nach dem Oberbegriff des Anspruchs 20.

Zum Stand der Technik beschreibt der SU-Erfinderschein 338 328 vom 15.05.1972 ein derartiges Verfahren, bei welchem dem Bad ein Gemisch aus Gas und Pulver zugeführt wird. Durch eine Legierung des Nahtmetalls lassen sich die

gewünschten Eigenschaften erzielen. In diesem Fall ist es jedoch erschwert, eine gleichmässige Erschmelzung der Zusatzmetalle zu überwachen, so dass eine gleichmässige Verteilung der Zusatzwerkstoffe im Schweisspalt nicht gewährleistet ist.

Aus dem SU-Erfinderschein 764 902 vom 23.09.1980 ist ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt. Dabei wird der Schweisspalt zwischen den Kanten der zu verschweisenden Werkstücke derart mit Flussmittel gefüllt, dass die Stirnfläche der Elektrode über die Oberfläche des Flussmittels hinausragt. Nach der Bildung eines Schlackenbades wird der Schweissstrom eingeschaltet. In Abhängigkeit von der Zunahme des Schlackenbadvolumens sinkt der Schlackenbadgrund und gibt neue Elektrodenabschnitte zum Erschmelzen frei. Die Elektrode schmilzt dabei im Verlauf des Schweissvorgangs von oben nach unten ab. Dabei wird das beim Erschmelzen der Elektrode entstehende Flüssigmetall und das Schlackenbad im Schweisspalt zurückgehalten. Nach dem völligen Erschmelzen der Elektrode und Abschmelzen der Werkstückkanten wird der Schweissstrom abgeschaltet. Das im Schweisspalt befindliche Metall kristallisiert aus und bildet die Schweissnaht. Bei diesem bekannten Verfahren wird die Differenz der Dichte zwischen dem zu schweisenden Metall und der Schlacke zugrunde gelegt. Die Elektrode ragt durch den Boden eines Kristallisators in das Bad hinein. Bei diesem bekannten Verfahren ist das Schweißen von Werkstücken mit unterschiedlichen Abmessungen, insbesondere bei längeren Nähten, erschwert, da nicht sichergestellt ist, dass das Volumen des Bades zum Auffüllen des Schweisspalt ausreicht.

Die Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens enthält Seitenkristallisatoren, einen über den Schweisskanten sowie einen unterhalb derselben angeordneten Behälter. Der obere Behälter ist durch die Seitenkristallisatoren sowie die auf den Werkstücken angeordneten Leisten aus Graphit gebildet. Der untere Behälter ist ebenfalls durch die Seitenkristallisatoren sowie unter den Werkstücken angeordnete Leisten gebildet. Der untere Behälter kann auch durch eine Auffangschale gebildet sein, durch welche das Flussmittel und das Bad im Schweisspalt zurückgehalten werden.

Infolge einer ungenügenden Entgasung des Nahtmetalls verfügt die nach dem bekannten Verfahren unter Verwendung der bekannten Vorrichtung erzeugte Schweissnaht über ungenügende Betriebseigenschaften. Ferner ist die Bildung des Schlackenbades bei Verwendung dieser bekannten Vorrichtung ebenfalls erschwert.

Bei einer aus der GB-PS 1 303 794 vom 7.01.1973 bekannten Vorrichtung werden zur schnellen Bildung des Schlackenbades wassererklärte Erhitzer eingesetzt, die einen ohmschen Widerstand bilden. Dadurch wird das Pulver am Anfang der zu schweisenden Strecke geschmolzen, so dass das Schweissverfahren begünstigt wird. Gegebenenfalls kann die Schlacke im geschmolzenen Zustand zugeführt werden. Dieses bekannte Verfahren erfordert jedoch einen grossen Aufwand an Arbeit und Energie. Ferner ist die Wasserkühlung störungsanfällig und die Gefahr von Schlackenausbrüchen nicht ausgeschlossen.

Ferner ist aus der US-PS 3 585 343 ein Flussmittel mit folgender Zusammensetzung in Masseprozenten bekannt:

Kaliumchlorid	45
Natriumchlorid	27
Kryolith ($3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$)	22
Lithiumchlorid	6

Dieses bekannte Flussmittel gestattet eine stabile Führung des Elektroschlacke-Schweissverfahrens sowie eine ausreichende Reduktion des Oxidfilmes auf den Werkstücken. Die bei Verwendung des bekannten Flussmittels im Verlauf des Schweissverfahrens erzeugte Schweissnaht ist aber porös

und weist einen erhöhten Gasgehalt auf, so dass die mechanischen Eigenschaften einer damit hergestellten Schweissverbindung stark beeinträchtigt sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art und eine dazu geeignete Formvorrichtung zu schaffen, so dass es ermöglicht wird, durch Änderung der technologischen Parameter und der konstruktiven Bauart sowie durch eine qualitative Änderung des Flussmittels die chemische Zusammensetzung und das Gefüge des Nahtmetalles zu beeinflussen, um eine Verbesserung der Betriebseigenschaften der Schweissnaht zu erzielen.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Das erfindungsgemässe Verfahren bietet die Möglichkeit, dank einer praktisch vollständigen Entgasung und Raffinierung des Nahtmetalls während der Aufspeicherung des Metallbades ausserhalb des Schweisspalt oberhalb der Kanten der Werkstücke die Betriebseigenschaften zu verbessern.

Durch eine bevorzugte Ausführungsform nach Anspruch 2 kann der Entgasungsvorgang intensiviert werden. Besonders wirtschaftlich ist dabei eine Ausführungsform nach Anspruch 3.

Eine Ausführungsform des Verfahrens nach Anspruch 4 gestattet es, das Flüssigmetall vor dem Auffüllen des Schweisspalt von schädlichen Beimengungen zu reinigen. Eine Ausführungsform nach Anspruch 5 bietet die Möglichkeit, aus Flüssigmetall schädliche Eisenbeimengungen zu entfernen. Nach Anspruch 6 lassen sich aus dem Flüssigmetall schädliche Siliciumbeimengungen entfernen.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird ferner durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 7 angegebenen Merkmale gelöst. Eine solche Lösung bietet die Möglichkeit, den Schweissvorgang mit praktisch völliger Entgasung und Raffinierung des Nahtmetalls durchzuführen.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung gestattet es ferner, die Bildung des Schlackenbades zu vereinfachen.

Eine bevorzugte Ausführungsform nach Anspruch 8 ermöglicht eine Selbstregelung des Vorgangs der Schlackenbadbildung. Eine Ausführungsform nach Anspruch 9 gestattet die Herstellung einer Schweissnaht, deren chemische Zusammensetzung derjenigen der Schweisstücke identisch ist.

Eine Ausführungsform nach Anspruch 10 ermöglicht eine zusätzliche Legierung des Nahtmetalls, wobei eine solche Legierung vorzugsweise nach der im Anspruch 11 angegebenen Lehre zusammengesetzt sein kann.

Eine Ausführungsform nach Anspruch 12 bewirkt eine Intensivierung des Verfahrens der Schlackenbadbildung sowie eine Nebenerwärmung des Metallbades. Eine Ausführungsform nach Anspruch 13 ermöglicht den grössten wirtschaftlichen Effekt.

Eine Ausführungsform nach Anspruch 14 trägt zur Vereinfachung des Endstadiums des Verfahrens bei. Nach Anspruch 15 bietet sich die Möglichkeit, eine Schweissnaht mit dem minimalen Gehalt an Beimengungen zu erhalten.

Eine Ausführungsform nach Anspruch 16 gestattet es, das Endstadium des Verfahrens zu intensivieren. Anspruch 17 gibt dazu eine bevorzugte Verwendung eines Werkstoffes an.

Anspruch 18 beschreibt eine Ausführungsform, die es ermöglicht, die Trennwand mehrmals zu verwenden. Dazu erweist sich die Werkstoffangabe nach Anspruch 19 als vorteilhaft.

Eine weitere Lösung der erfindungsgemässen Aufgabe ist im Anspruch 20 gekennzeichnet. Das darin beanspruchte Flussmittel ermöglicht es, die Stabilität des Schweissvor-

gangs zu erhöhen, infolgedessen die die Betriebseigenschaften der Schweissverbindungen verbessert werden.

Eine weitere Ausgestaltung nach Anspruch 21 gestattet es, durch die beanspruchte Zusammensetzung des Flussmittels dessen chemische Aktivität gegenüber den auf den Schweisskanten befindlichen Oxidfilmen zu erhöhen. Durch eine Ausführungsform nach Anspruch 22 lässt sich der Vorgang der Zerstörung des Oxidfilmes intensivieren.

Anhand der Zeichnungen wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht des Anfangsstadiums des Schweissverfahrens,

Fig. 2 eine schematische Ansicht des Zwischenstadiums,

Fig. 3 eine schematische Ansicht des Endstadiums und

Fig. 4 eine schematische Ansicht der verwendeten Formvorrichtung.

Gemäss Fig. 1 wurden als zu verschweisende Probestücke Werkstücke 1 aus Aluminium auf nicht dargestellten Stützen in einem Abstand voneinander angeordnet. Danach wurde auf den Werkstücken 1 eine Formvorrichtung zusammengesetzt und eine Schweisselektrode 3 zwischen den miteinander zu verschweisenden Kanten der Werkstücke 1 achsrecht angeordnet. Ein dabei gebildeter Schweisspalt 2 ist aus der Fig. 4 ersichtlich. Anschliessend wurde in den Schweisspalt 2 ein Flussmittel 4 gemäss Fig. 1 eingeschüttet. Die Formvorrichtung und die Schweisselektrode 3 wurden an die beiden Pole einer Stromversorgungsquelle angeschlossen, um ein Schlackenbad 5 gemäss Fig. 2 zu bilden. Nach der Bildung des Schlackenbades 5 wurde der Schweissstrom zur Einleitung des Schweissvorganges eingeschaltet.

Der Schweissstrom bewirkt, dass die Schweisselektrode 3 und die Kanten der Werkstücke 1 abschmelzen. Das abgeschmolzene Metall 6 bildet oberhalb der eine grössere Dichte aufweisenden Schlacke ein Metallbad 7 (Fig. 2), welches ausserhalb des Schweisspalt 2 und oberhalb der Werkstücke 1 in flüssigem Zustand aufrechterhalten wird. Das Metallbad 7 kann mit Argon oder Helium durchgeblasen werden.

$$L_s = (V_n - V_s) \cdot \frac{L_n - [L_w \gamma + L_e (1 - \gamma)]}{V_s} + L_n.$$

Hierin bedeuten:

L_s Gehalt am Legierungsbestandteil im Steg (in Prozent);

L_n Gehalt am Legierungsbestandteil in der Schweissnaht (in Prozent);

L_w Gehalt am Legierungsbestandteil im Schweisswerkstoff (in Prozent);

L_e Gehalt am Legierungsbestandteil in der Elektrode (in Prozent);

V_n Schweissnahtvolumen in cm^3 ;

V_s Volumen des Stegs in cm^3 ;

γ Schweissmetallanteil im Nahtmetall.

Bei der Berechnung sind die Verluste an Legierungsbestandteilen im Verlaufe des Schweissvorganges zu berücksichtigen.

Der Steg 18 kann auch aus einem schwer schmelzbaren Werkstoff mit einem hohen elektrischen Widerstand (Wolfram oder Graphit) gefertigt werden.

Die Speicherkammer 13 weist einen Deckel 19 auf, in dem eine Öffnung 20 zur Zuführung des Flussmittels und eines Gases zwecks Bildung einer Schutzatmosphäre über der Oberfläche des Metallbades 7 vorgesehen ist. Zum Einschütten des Flussmittels 4 kann der Deckel 19 mit einem Bunker 21 ausgestattet sein. Der Bunker 21 weist einen Austrittskanal 22 auf, der mit einem elektromagnetischen Schieber 23 ausgerüstet sein kann. Die Spule des Schiebers ist über einen

Es kann auch ein Argon-Helium-Gemisch verwendet werden. Nach dem Aufspeichern eines für das Ausfüllen des Schweisspalt 2 unter Berücksichtigung einer Schweissnahtüberhöhung erforderlichen Volumens des Metallbades 7 wird das Schlackenbad 5 aus dem Schweisspalt 2 entfernt. Der im Schweisspalt 2 freigegebene Platz wird durch das flüssige Metall des Metallbades 7 ausgefüllt, welches nach seiner Kristallisation die zu erzeugende Schweissnaht bildet.

Die zur Durchführung des Verfahrens erforderliche Formvorrichtung ist am besten aus der Fig. 4 ersichtlich. Diese Vorrichtung enthält Kristallisatoren 9, welche mit einer Stützfläche 11 bildenden abgestuften Längsnuten 10 versehen sind. Auf der Stützfläche 11 sind poröse Elemente 12, beispielsweise aus aktivierter Kohle, angeordnet. Werden die porösen Elemente 12 an den Stützflächen 11 befestigt, so entstehen an den Seitenflächen der Kristallisatoren 9 geschlossene Längshohlräume zur Gasableitung aus dem Schweisspalt 2 im Verlaufe des Schweissvorganges. Die Höhe der Kristallisatoren 9 ist durch die Höhe der Werkstücke 1 bedingt und hängt nicht von der Dicke ab.

Die Formvorrichtung weist ferner eine über den Schweisskanten befindliche Kammer 13 als Vorratskammer für das Metallbad sowie eine unter den Schweisskanten gelegene weitere Kammer 14 als Aufnahmekammer auf. Die Wände der Kammer 13 sind durch die Kristallisatoren 9 (siehe auch Fig. 1 bis 3) und aus Graphit bestehende Leisten 15 gebildet, welche oberhalb der Werkstücke 1 angeordnet sind.

Die Leisten 15 sind mit Klemmen 16, 17 versehen. Dabei sind die inneren Klemmen 17 miteinander durch einen Steg 18 verbunden. Der Steg 18 kann aus einem leichtschmelzbaren Werkstoff, beispielsweise einem dem Schweissmetall identischen Metall (Fig. 4) ausgeführt sein.

Das dem Schweissmetall identische Metall kann zusätzlich Legierungsbestandteile enthalten. Der Gehalt am jeweiligen Legierungsbestandteil wird nach folgender Formel ermittelt:

Schalter 24 mit der Stromversorgungsquelle (nicht gezeigt) verbunden.

Die Wände des unter den Schweissstücken befindlichen Behälters 14 sind durch die Kristallisatoren 9 und die Auslaufleisten 25 aus Graphit gebildet. Der Aufnahmebehälter enthält eine querliegende Trennwand 27, durch welche sein Innenraum in zwei Teile geteilt ist.

Die Trennwand 27 kann aus einem leicht schmelzbaren Werkstoff, beispielsweise einem dem Schweissmetall identischen Metall, ausgeführt sein. Ferner kann ein Werkstoff verwendet werden, der mit der Schlacke eine Reaktion eingeht, beispielsweise Dinas oder Schamotte.

Die Trennwand 27 kann auch aus einem schwer schmelzbaren Werkstoff, beispielsweise Graphit, ausgeführt sein. Solchenfalls wird die Trennwand 27 mit einem Schlitz zum Anordnen der Elektrode 3 versehen.

Zur Durchführung des Verfahrens wird ein Flussmittel auf der Basis von Halogeniden verwendet, enthaltend Kryolith, Bariumfluorid und Bromid eines Alkalimetalls, bei folgendem Verhältnis (in Masseprozent):

Bariumfluorid	65,0 bis 75,0
Kryolith	15,0 bis 25,0
Bromid eines Alkalimetalls	5,0 bis 10,0.

Als Bromid eines Alkalimetalls können an sich bekannte Bromide der Alkalimetalle verwendet werden, der grösste

Nutzeffekt wird aber bei Verwendung von Natriumbromid erzielt.

Die Wirkungsweise der Formvorrichtung besteht in folgendem. Nach deren Zusammenbau auf den Schweissstücken 1, welche beispielsweise aus Aluminium bestehen, wird über den in der Trennwand 27 vorgesehenen Schlitz in den Schweisspalt 2 zwischen den Schweissstücken 1 eine Plattenelektrode 3 eingeführt. An den Innenklemmen 17 der Leisten 15 der Speicherkammer 13 wird der Steg 18 aus schwer schmelzbarem Werkstoff, beispielsweise Graphit, befestigt. Über den Bunker 21 werden der Schweisspalt 2 und der Hohlraum der Speicherkammer 13 mit festem Flussmittel 4 gefüllt, wobei das Flussmittel 4 die Speicherkammer 13 derart ausfüllt, dass der Steg 18 von allen Seiten von Flussmittel 4 umgeben ist.

Man verbindet die Schaltstücke des Schalters 24 des Schiebers 23, d. h. man schliesst die elektromagnetische Spule des Schiebers 23 an die Stromversorgungsquelle (nicht gezeigt), infolgedessen der Austrittskanal 22 des Bunkers 21 geschlossen wird.

Die Aussenklemmen 16 der Leisten 15 werden an eine Schweissstromquelle (nicht gezeigt) angeschlossen. Der Strom fliesst über den Graphitsteg 18 und überhitzt diesen, infolgedessen seinerseits das im Hohlraum der Speicherkammer 13 befindliche Flussmittel 4 erschmilzt und ein Schlackenbad entsteht. Das flüssige Metall der erschmolzenen Elektrode schwimmt in dem eine grössere Dichte aufweisenden Schlackenbad auf und bildet ein Metallbad 7.

Bei Verwendung eines Steges aus leicht schmelzbarem Werkstoff, im gegebenen Fall aus Aluminium, vermischt sich das Metall des erschmolzenen Steges mit dem Metallbad 7.

Zu dem Zeitpunkt, in welchem der Steg erschmolzen ist, was an der Änderung der Anzeigen des Amperemeters und des Voltmeters zu ermitteln ist, schaltet man den Wärmestromkreis ab und den Schweissstromkreis ein.

Über der Metallbadoberfläche wird eine Schutzatmosphäre gebildet. Dies wird durch Zuführung eines Inertgases in die Speicherkammer über die Öffnung 20 im Deckel 19 bzw. über den Bunker 21 bewerkstelligt.

Nach dem Abschmelzen der Elektrode 3 unterhalb der Höhe der Trennwand 27 verlagert sich das Schlackenbad in den Aufnahmebehälter 14 und das Metallbad 7 seinerseits in den Spalt zwischen den Schweissstücken 1.

Ist die Trennwand 27 aus einem dem Schweisswerkstoff identischen Werkstoff gefertigt, so schmilzt die Trennwand nach der völligen Erschmelzung des Flussmittels im Schweisspalt unter der Wirkung der im Schlackenbad gespeicherten Wärme, das Metall der Trennwand vermischt sich mit dem im Schweisspalt 2 befindlichen Metallbad 7 und das Schlackenbad 5 wird in den Aufnahmebehälter 14 geleitet. Besteht die Trennwand 27 aus einem Werkstoff, der nach der völligen Erschmelzung des im Schweisspalt befindlichen Flussmittels mit der Schlacke eine Reaktion eingeht, so geht der Werkstoff der besagten Trennwand 27 mit der flüssigen Schlacke 5 eine Reaktion ein, infolgedessen die Trennwand 27 zerstört wird. Der Werkstoff der Trennwand 27 geht in das Schlackenbad 5 über. Wie auch in den vorstehend beschriebenen Varianten der Arbeitsweise der Vorrichtung wird weiterhin das im Schweisspalt befindliche Schlackenbad 5 durch das Metall des Metallbades 7 ersetzt.

Im weiteren wird das Wesen der Erfindung durch nachstehende Beispiele erläutert.

Beispiel 1

Es wurden Probestücke aus Aluminium mit einem Querschnitt von 100 × 100 mm verschweisst. Die Schweissstücke

wurden vorher in einem Abstand von 65 mm zueinander angeordnet. Dann wurde die Formvorrichtung und die Elektrode montiert.

Der Steg in der Speicherkammer der Formvorrichtung war aus Aluminium gefertigt.

Die Trennwand im Aufnahmebehälter der Formvorrichtung war aus Graphit gefertigt und wies eine Öffnung für die Elektrode auf.

In den Schweisspalt zwischen den Schweisskanten wurde Flussmittel folgender Zusammensetzung (in Masseprozent) eingefüllt:

Bariumfluorid	65,0
Kryolith	25,0
Natriumbromid	10,0

Nach der Schlackenbadbildung erschmolz die Elektrode, schmolzen die Schweisskanten ab und es bildete sich ein Metallbad heraus.

Der Schweissvorgang wurde bei folgenden Schweissparametern durchgeführt:

I_s	6,0 kA
U	34,0 V
U_s	30,0 V

Das Metallbad wurde in der Speicherkammer über den Schweisskanten aufgespeichert und im flüssigen Zustand aufrechterhalten. Nach dem Aufspeichern einer Menge von 700 . . . 750 cm³ wurde das Schlackenbad aus dem Schweisspalt in den Aufnahmebehälter verlagert und an seine Stelle kam Flüssigmetall, welches kristallisierte und eine Schweissnaht bildete. Die Schweisszeit betrug 12 min.

Beispiel 2

Es wurden Probestücke aus Aluminium mit einem Querschnitt von 100 × 100 mm verschweisst. Die Schweissstücke wurden vorher in einem Abstand von 60 mm zueinander angeordnet. Dann wurden die Formvorrichtung und die Elektrode montiert. Der Steg in der Speicherkammer der Formvorrichtung war aus mit Magnesium legiertem Aluminium gefertigt. Die Trennwand im Aufnahmebehälter der Formvorrichtung war aus Dinas ausgeführt. In den Spalt zwischen den Schweisskanten wurde Flussmittel folgender Zusammensetzung (in Masseprozent) eingefüllt:

Bariumfluorid	75,0
Kryolith	20,0
Natriumbromid	5,0

Nach der Schlackenbadbildung erfolgte das Erschmelzen der Elektrode und Abschmelzen der Schweisskanten unter Bildung eines Schlacken- sowie eines Metallbades. Das Metallbad wurde über den Schweisskanten aufgespeichert und in flüssigem Zustand aufrechterhalten. Das Metallbad wurde mit Argon durchgeblasen.

Nach dem Aufspeichern des Metallbades und Erschmelzen des gesamten im Schweisspalt befindlichen Flussmittels ging der Werkstoff der Trennwand des Aufnahmebehälters mit der Schlacke eine Reaktion ein. Infolgedessen wurde die Trennwand zerstört, die Schlacke verlagerte sich in den Aufnahmebehälter und das Metall des Metallbades in den Schweisspalt.

Das Schweißen wurde bei folgenden Schweissparametern durchgeführt:

I_s	5,0 kA
U_s	27,0 V

Im Ergebnis erhielt man eine Schweissnaht, deren Magnesiumgehalt 6,5% betrug.

Beispiel 3

Es wurden Probestücke aus Magnesium mit einem Querschnitt von 80 × 80 mm verschweisst. Die Schweissstücke wurden vorher in einem Abstand von 55 mm zueinander an-

geordnet. Dann wurden die Formvorrichtung und eine Elektrode aus Magnesium montiert.

Der Steg in der Speicherkammer bestand aus Graphit.

Die Trennwand im Aufnahmebehälter der Formvorrichtung war aus Magnesium gefertigt.

In den Spalt zwischen den Schweisskanten wurde Flussmittel folgender Zusammensetzung (in Masseprozent) eingefüllt:

Bariumfluorid	70,0
Kryolith	22,0
Natriumbromid	8,0

Nach der Schlackenbadbildung erfolgte das Erschmelzen der Elektrode und Abschmelzen der Schweisskanten unter Bildung eines Metallbades.

Das Schweißen wurde bei folgenden Schweißparametern durchgeführt:

I_s	6,5 kA
U_s	28,0 V.

Als Ergebnis der Schweißung erhielt man eine Schweißnaht. Die Schweißzeit betrug 14 min.

Mechanische Prüfungen haben ergeben, dass die Bruchfestigkeit des Metalls der in Übereinstimmung mit den Beispielen 1 bis 3 erhaltenen Schweißnaht mindestens 0,85 der Bruchfestigkeit des Grundwerkstoffs beträgt.

Vorstehend sind nur einige Ausführungsbeispiele der Erfindung angeführt, welche verschiedene für den Fachmann auf diesem Gebiet der Technik offenkundige Änderungen und Ergänzungen zulassen. Es sind auch andere Modifikationen möglich, wobei der Erfindungsinhalt und -tatbestand im Rahmen der beigeführten Patentansprüche erhalten bleibt.

Das Verfahren zum Elektroschlackeschweißen von Leichtmetallen, die Formvorrichtung und das Flussmittel kommen beim Verschweißen von Leichtmetallen zur Anwendung, deren Dichte diejenige der Schlacke unterschreitet.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

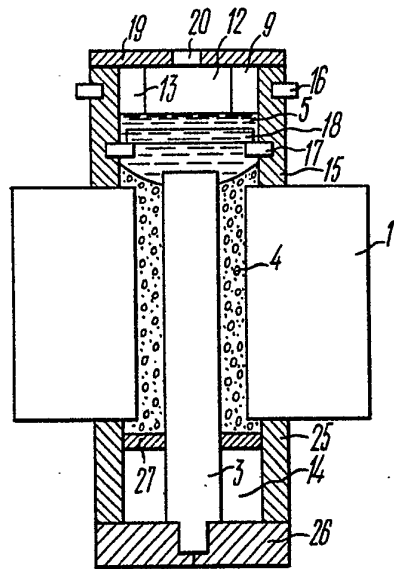


FIG. 1

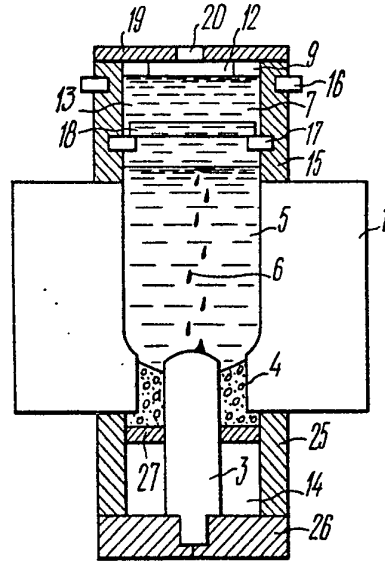


FIG. 2

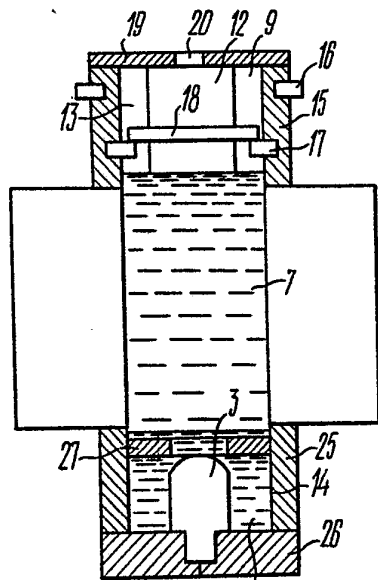


FIG. 3

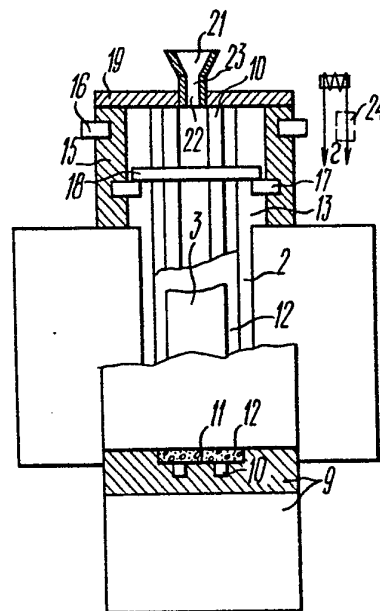


FIG. 4