



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 053 913 A1** 2009.05.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 053 913.6**

(22) Anmeldetag: **09.11.2007**

(43) Offenlegungstag: **20.05.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B23K 20/10** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Schunk Sonosystems GmbH, 35435 Wetztenberg,
DE**

(72) Erfinder:

Steiner, Ernst, 35452 Heuchelheim, DE

(74) Vertreter:

**Stoffregen, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,
63450 Hanau**

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

WO 02/43 915

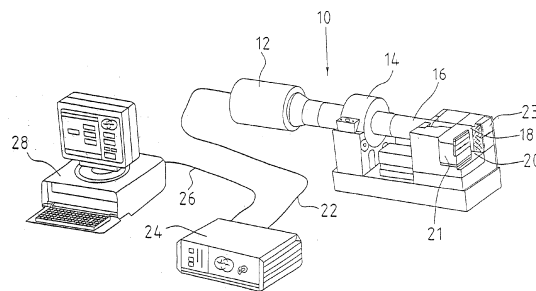
DE20 2004 010775 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Reduzieren des Anlegierens von Aluminium sowie Ultraschallschweißvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Reduzieren des Anlegierens und/oder Anhaftens von Aluminium oder Aluminiumlegierung beim Ultraschallverschweißen von aus Aluminium oder Aluminiumlegierung bestehenden Adern bzw. Einzeldrähten aufweisenden Litzen zu einem End- oder Durchgangsknoten untereinander oder mit einem aus Metall bestehenden Träger, wobei zumindest die Litzen in einen in Höhe und/oder Breite verstellbaren Verdichtungsraum eingebracht werden, der in gegenüberliegenden ersten Begrenzungsflächen von Abschnitten einer Sonotrode und eines Ambosses oder dem auf dem Amboss angeordneten Träger und in verbleibenden gegenüberliegenden zweiten Begrenzungsflächen von statisch wirkenden Werkzeugteilen begrenzt wird, dadurch gekennzeichnet, dass als statische Werkzeugteile solche verwendet werden, die auf ihrer litzenzugewandten Arbeitsfläche polykristallinen Diamant (PKD) aufweisen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Reduzieren des Anlegierens und/oder Anhaftens von Aluminium oder Aluminiumlegierung beim Ultraschallverschweißen von aus Aluminium oder Aluminiumlegierung bestehenden Adern bzw. Einzeldrähten aufweisenden Litzen zu einem End- oder Durchgangsknoten untereinander oder mit einem aus Metall bestehenden Träger, wobei zumindest die Litzen in einen in Höhe und/oder Breite verstellbaren Verdichtungsraum eingebracht werden, der in gegenüberliegenden ersten Begrenzungsflächen von Abschnitten einer Sonotrode und eines Ambosses oder dem auf dem Amboss angeordneten Träger und in verbleibenden gegenüberliegenden zweiten Begrenzungsflächen von statisch wirkenden Werkzeugteilen begrenzt wird. Auch nimmt die Erfindung Bezug auf die Verwendung einer aus polykristallinem Diamant bestehenden oder polykristallinen Diamant enthaltenden Arbeitsfläche einer Seitenbegrenzung eines in Höhe und/oder Breite verstellbaren Verdichtungsraums einer Ultraschallschweißvorrichtung.

[0002] Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Ultraschallschweißvorrichtung, umfassend eine Ultraschallschwingungen übertragende Sonotrode mit einem eine Schweißfläche aufweisenden Sonotrodenkopf, eine der Schweißfläche gegenüberliegende Gegenelektrode sowie seitliche Begrenzungselemente, wobei die Schweißfläche, die Begrenzungselemente sowie mittelbar oder unmittelbar die Gegenelektrode einen in Höhe und/oder Breite veränderbaren Verdichtungsraum begrenzen.

[0003] Werden mittels Ultraschall Litzen, die aus Einzeldrähten bzw. Adern aus Aluminium oder Aluminiummaterial bestehen, untereinander oder mit einem massiven Träger verschweißt, so zeigt sich der Nachteil, dass die eingeleitete Schweißenergie dazu führt, dass das Aluminium zu fließen beginnt bzw. in eine so genannte teigige Phase übergeht, so dass ein Anlegieren bzw. ein Anhaften an den Seitenbegrenzungen des die Litzen aufnehmenden Verdichtungsraums erfolgt.

[0004] Um dieses Anlegieren bzw. Anhaften zu vermeiden, ist es bereits bekannt, zwischen den Werkzeugen des Verdichtungsraums der Ultraschallschweißvorrichtung und den aus Aluminium bestehenden Litzen Zwischenfolien anzuordnen, die verhindern, dass ein unmittelbarer Kontakt mit den Schweißwerkzeugen erfolgt. Diesbezügliche Maßnahmen sind aufwendig und ermöglichen dem Grunde nach keinen vollautomatischen Schweißablauf bzw. Schweißvorgänge schneller Taktfolge.

[0005] Um nach der US-A-3,717,842 Aluminiumdrähte mit einem U-förmigen Träger zu verschweißen, wird zunächst der Träger in bekannter Weise um

den Aluminiumdraht gecrimpt, um sodann den Schweißvorgang einzuleiten. Hierbei befindet sich zwischen der Sonotrode und den Drähten der ungecrimpte Abschnitt des Trägers, so dass gleichfalls kein unmittelbarer Kontakt zwischen den Werkzeugen und den Aluminiumdrähten erfolgt.

[0006] Sowohl das Einbringen einer Zwischenfolie als auch das zusätzliche Crimpen stellen verfahrenstechnische Nachteile dar, die insbesondere bei hochautomatisierten Schweißabläufen unerwünscht sind.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zuvor beschriebener Art so weiter zu bilden, dass aus Aluminium bestehende oder Aluminium enthaltende Litzen untereinander oder mit einem massiven Träger verschweißt werden können, ohne dass Zwischenfolien erforderlich sind oder dass ein Massivteil um die Litzen gecrimpt werden muss.

[0008] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe verfahrensgemäß dadurch gelöst, dass als statische Werkzeugteile solche verwendet werden, die auf ihrer litzenzugewandten Arbeitsfläche polykristallinen Diamant (PKD) aufweisen.

[0009] Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass dann, wenn die statischen Werkzeugteile, also die Seitenbegrenzung eines in Höhe und/oder Breite verstellbaren Verdichtungsraum eine Ultraschallschweißvorrichtung mit polykristallinem Diamant belegt sind, ein Anlegieren bzw. Anhaften von Aluminium unterbleibt bzw. derart reduziert wird, dass Schweißprozesse nicht negativ beeinflusst werden, vielmehr Standzeiten der Werkzeuge erzielt werden, die beim Schweißen von Litzen üblicherweise erzielbar sind, die nicht aus Aluminium bestehen.

[0010] Ungeachtet der Tatsache, dass im Bereich der Seitenbegrenzung die größte Relativbewegung zwischen den Drähten und der angrenzenden Begrenzung herrscht, wird vermieden, dass das Aluminium, das beim Schweißen zu fließen beginnt und in eine teigige Phase übergeht, an den Seitenbegrenzungen anliegt bzw. anhaftet.

[0011] Zwar ist es bekannt, Arbeitsflächen von Ultraschallschweißwerkzeugen mit polykristallinem Diamant zu belegen, und zwar ausschließlich als verschleißmindernde Schicht. Insoweit ist auf die EP-B-0 375 707 oder die WO-A-02/43915 zu verweisen. Dabei wird der polykristalline Diamant bzw. eine Schicht von diesem grundsätzlich auf die stark belasteten Arbeitsflächen, also die der Sonotrode und des Ambosses aufgebracht, gleichwenn auch der Hinweis erfolgt, dass entsprechend die Seitenbegrenzungen ausgebildet sein können.

[0012] Das polykristalline Diamantmaterial ist vor-

zugsweise als Außenschicht eines Trägers aus Hartmetall ausgebildet, wobei die Schichtdicke des polykristallinen Diamants im Bereich zwischen 0,2 mm und 0,6 mm, insbesondere zwischen 0,4 mm und 0,5 mm und die Dicke des Hartmetallträgers im Bereich zwischen 1,0 mm und 2,0 mm, vorzugsweise zwischen 1,5 mm und 1,7 mm liegen sollte.

[0013] Dadurch, dass aufgrund des polykristallinen Diamants ein Anlegieren bzw. Anhaften an den Seitenbegrenzungen des Verdichtungsraums unterbleibt, ist der Energieeintrag zum Verschweißen der Litzen bzw. diese mit einem massiven Träger nur auf das Material Aluminium abzustellen. Insbesondere ist es nicht erforderlich, dass ein höherer Energieeintrag bzw. höhere Drucke beim Verschweißen notwendig werden, die zu beachten wären, wenn ein Anlegieren bzw. Anhaften erfolgen würde. Gleichzeitig ergibt sich durch die Wahl des Materials Aluminium der Vorteil einer Gewichtseinsparung sowie der Verwendung eines kostengünstigeren Materials im Vergleich zu Kupfer.

[0014] Die erfindungsgemäße Lehre gilt jedoch auch dann, wenn ein Mischverbund hergestellt werden soll, d. h. Aluminium und Aluminium enthaltende Litzen mit Litzen anderen Materials verschweißt werden.

[0015] Zwar besteht grundsätzlich die Möglichkeit, die verbleibenden Begrenzungsflächen von Sonotrode und Amboss auch mit polykristallinem Diamant zu belegen. Hierdurch würde jedoch insgesamt eine Verteuerung der Werkzeuge erfolgen, ohne dass sich merkliche Vorteile zeigen; denn die Anlegier- bzw. Anhaftenneigung ist im Wesentlichen im Bereich der statischen Werkzeigteile gegeben.

[0016] Die Erfindung bezieht sich auch auf die Verwendung einer aus polykristallinem Diamant (PKD) bestehenden oder polykristallinen Diamant enthaltenden Arbeitsfläche einer Seitenbegrenzung eines in Höhe und/oder Breite verstellbaren Verdichtungsraums einer Ultraschallschweißvorrichtung zur Vermeidung oder Reduzierung des Anlegierens oder Anhaftens von Aluminium oder Aluminiumlegierung beim Verschweißen von in den Verdichtungsraum eingebrachten und aus im Wesentlichen aus Aluminium oder Aluminiumlegierung bestehenden Adern oder Einzeldrähten bestehenden Litzen. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass die aus den aus Aluminium oder Aluminiumlegierung bestehenden Adern oder Einzeldrähten bestehenden Litzen mit weiteren Litzen verschweißt werden, die aus einem von Aluminium oder Aluminiumlegierung abweichenden Material bestehen. Auch können die Litzen mit einem aus Metall bestehenden Träger verschweißt werden, der in dem Verdichtungsraum angeordnet oder als Begrenzung des Verdichtungsraums verwendet wird.

[0017] Ferner nimmt die Erfindung Bezug auf eine Ultraschallschweißvorrichtung zur Durchführung des zuvor genannten Verfahrens, umfassend eine Ultraschallschwingungen übertragende Sonotrode mit einem eine Schweißfläche aufweisenden Sonotrodenkopf, eine der Schweißfläche gegenüberliegende Gegenelektrode sowie seitliche Begrenzungselemente, wobei die Schweißfläche, die Begrenzungselemente sowie mittelbar oder unmittelbar die Gegenelektrode einen in Höhe und/oder Breite veränderbaren Verdichtungsraum begrenzen, und die sich dadurch auszeichnet, dass die Schweißfläche der Sonotrode einen Verlauf eines gleichschenkligen offenen Trapezes mit Bodenfläche und von Seitenschenkeln ausgehenden Seitenflächen aufweist, dass die Bodenfläche und die jeweilige Seitenfläche einen Winkel α mit $100^\circ \leq \alpha \leq 145^\circ$ einschließt und dass die Begrenzungselemente in ihrer den Verdichtungsraum begrenzenden Fläche aus polykristallinem Diamant besteht oder diesen enthält.

[0018] Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass die den Verdichtungsraum seitlich begrenzende Fläche des Begrenzungselements Außenfläche einer aus polykristallinem Diamant bestehenden Schicht einer Dicke d mit $0,2 \text{ mm} \leq d \leq 0,7 \text{ mm}$ ist, die von einem Träger ausgeht, der mit dem Begrenzungselement insbesondere durch Hartlötten verbunden ist.

[0019] Durch die spezielle Ausbildung der Arbeitsfläche, das heißt Schweißfläche der Sonotrode wird der Vorteil erzielt, dass die beim Verdichten und Verschweißen der Litzen auftretende Gesamtquerkräfte in erheblichem Umfang von den die Schweißfläche der Sonotrode begrenzenden Seitenflächen aufgenommen werden, so dass zusätzlich ein Anlegieren bzw. Anhaften von Aluminium an den Seitenbegrenzungsflächen des Verdichtungsraums unterbunden wird.

[0020] Dabei sind als bevorzugte Dimensionierungen anzugeben, dass der Sonotrodenkopf eine Breite B aufweist und die Seitenschenkel über der Bodenfläche mit einer Höhe T vorstehen mit $0,1 B \leq T \leq 0,3 B$.

[0021] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen – und/oder in Kombination –, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden Ausführungsbeispielen.

[0022] Es zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) eine Prinzipdarstellung einer Ultraschallschweißanlage,

[0024] [Fig. 2](#) eine Prinzipdarstellung eines Verdichtungsraums und

[0025] **Fig. 3** eine weitere Ausführungsform eines Verdichtungsraums.

[0026] In **Fig. 1** ist rein prinzipiell eine Ultraschallschweißanlage dargestellt, in der aus Aluminium bestehende oder Aluminium enthaltende Litzen, das heißt deren feine Drähte oder Adern, untereinander zu einem End- oder Durchgangsknoten oder mit einem massiven Träger wie Stanz- oder Biegeteil z. B. einer U-Form verschweißt werden.

[0027] In bekannter Weise umfasst die Anlage eine Ultraschallschweißvorrichtung oder -maschine **10**, die einen Konverter **12**, gegebenenfalls einen Booster **14** sowie eine Sonotrode **16** aufweist. Der Sonotrode **16**, das heißt deren Kopf und damit dessen Schweißfläche sind eine Gegenelektrode **20** – auch Amboss genannt – sowie Seitenschieber **21**, **23** zugeordnet, um einen Verdichtungsraum zu umgeben, der in **Fig. 2** rein prinzipiell in vergrößerter Darstellung wiedergegeben ist.

[0028] Sollen nach der **Fig. 2** in dem Verdichtungsraum **30** aus Aluminium bestehende oder Aluminium enthaltende Litzen, die aus einzelnen dünnen Drähten oder Äderchen **32**, **34** bestehen, mittels Ultraschall verschweißt werden, so werden diese in den Verdichtungsraum **30** gelegt, der von einer Arbeitsfläche **38** der Sonotrode **36**, einer Arbeitsfläche **40** der gegenüberliegenden und entlang des Doppelpfeils **42** verschiebbaren Gegenelektrode (Amboss **44**) sowie Arbeitsflächen **46**, **48** begrenzt wird, die von einem den Amboss **44** aufnehmenden Träger **50** – auch Säule genannt – bzw. eine auf diesem angeordnete Touchierplatte **51** sowie einem Seitenschieber **52** ausgehen. Dabei zeigt die Praxis, dass ein Anlegieren der Litzen, das heißt deren dünnen Drähte und Äderchen **32**, **34** an den Arbeitsflächen **46**, **48** der Seitenbegrenzungen des Verdichtungsraum **30** erfolgt, also den statischen Werkzeugteilen, die den Verdichtungsraum **30** begrenzen. Ursächlich hierfür dürfte sein, dass im Bereich der Seitenbegrenzungen die größte Relativbewegung zwischen den Litzen und den Werkzeugteilen erfolgt, so dass das zu fließenden beginnende bzw. in eine teigige Phase übergehende Aluminium an der Arbeitsfläche anlegt bzw. anhafte, so dass ordnungsgemäße Schweißungen nicht durchführbar sind.

[0029] Nach dem Stand der Technik werden daher die Litzen von einer Folie umgeben, um einen unmittelbaren Kontakt zwischen den Äderchen **32**, **34** und den Arbeitsflächen **38**, **40**, **46**, **48** auszuschließen.

[0030] Erfindungsgemäß ist demgegenüber vorgesehen, dass die Arbeitsflächen **46**, **48** litzenseitig mit polykristallinem Diamant (PKD) belegt sind, wobei das PKD jeweils eine Schicht **54**, **56** bildet, die äußere Schicht eines Trägers **58**, **60** insbesondere aus Hartmetall ist, der vorzugsweise durch Hartlötungen auf

das eigentliche Werkzeugteil, das heißt den Seitenschieber **52** bzw. die Touchierplatte **51** hart aufgelötet ist.

[0031] Dadurch, dass die aus Aluminium bestehenden oder Aluminium enthaltenden Drähte bzw. Äderchen **32**, **34** beim Schweißen im Bereich der statischen Werkzeugteile ausschließlich mit polykristallinem Diamant in Kontakt gelangen, wird überraschenderweise ein Anlegieren bzw. Anhaften des beim Schweißen teigigen bzw. fließenden Aluminiums vermieden, so dass reproduzierbare Schweißungen hoher Güte erzielbar sind, wie dies beim Verschweißen von Kupferlitzen bekannt ist.

[0032] Die erfindungsgemäße Lehre ist selbstverständlich nicht auf das Verschweißen von aus Aluminium bestehenden oder Aluminium enthaltenden Litzen untereinander beschränkt. Vielmehr ist die erfindungsgemäße Ausbildung der Arbeitsflächen **46**, **48** der Seitenbegrenzungen in Form eines PKD-Belags auch dann anzuwenden, wenn Mischverbindungen hergestellt werden sollen, also z. B. aus Aluminium bestehende Litzen mit solchen z. B. aus Kupfer verschweißt werden oder eine Schweißverbindung zwischen einem massiven Träger z. B. aus Kupfer oder Aluminium oder einer Legierung von diesem mit insbesondere aus Aluminium bestehenden Litzen hergestellt werden soll.

[0033] Die Dicke der PKD-Schicht **54** bzw. **56** sollte im Bereich zwischen 0,2 mm und 0,7 mm, insbesondere im Bereich zwischen 0,4 mm und 0,5 mm liegen. Um ein Verschweißen des Trägers **58**, **60** mit dem Schieber **52** bzw. der Säule **50** durchführen zu können, ohne dass Verwerfungen auftreten, sollte die Dicke des Träger **58**, **60** im Bereich zwischen 1,0 mm und 2,0 mm, insbesondere etwa 1,5 mm bis 1,6 mm liegen. Dabei wird die Verbindung zwischen dem Träger **58**, **60** und der Touchierplatte **51** bzw. den Seitenschieber **52** insbesondere mittels Hartlötungen durchgeführt.

[0034] Der **Fig. 3** ist eine Prinzipdarstellung eines Ausschnitts einer Ultraschallschweißvorrichtung zu entnehmen, mit der ein massiver Träger **60**, der z. B. aus Kupfer bestehen kann, mit Litzen verschweißt wird, die aus Aluminium bzw. einer Aluminiumlegierung bestehen. Dargestellt sind einzelne Adern bzw. Drähte **62**, **64**. Der Träger **60** bildet im Ausführungsbeispiel untere Begrenzungsfläche eines Verdichtungsraums **66**, der seitlich von Schiebern **68**, **70** und einer Arbeits- oder Schweißfläche **72** einer Sonotrode **74** in bekannter Weise begrenzt wird. Der Träger **60** selbst ist auf einem Amboss **76** positioniert.

[0035] Entsprechend der erfindungsgemäßen Lehre weisen die Seitenschieber **68**, **70** in ihrer dem Verdichtungsraum **66** zugewandten Begrenzungsfläche einen Belag **78**, **80** aus polykristallinem Diamant

(PKD) auf, der von einem Träger **82, 84** ausgeht, der seinerseits mit dem Seitenschieber **68** bzw. **70** insbesondere durch Hartlötungen verbunden ist.

[0036] Um eine eindeutige Positionierung des Trägers **60** zu ermöglichen, können die Seitenschieber **68, 70** ambossseitig Ausklinkungen bzw. Ausschnitte **86, 88** aufweisen, innerhalb der die Längsränder des Trägers **60** verlaufen.

[0037] Aus der zeichnerischen Darstellung ergibt sich des Weiteren, dass die Arbeitsfläche **72** der Sonotrode **74** die Geometrie eines offenen Trapezes hat. Dabei bildet der kurze Basisschenkel die Bodenfläche **88**. Die Bodenfläche **88** wird von Seitenschenkeln **90, 92** begrenzt, wobei die Innenflächen **94, 96** der Schenkel **88, 90** zur Bodenfläche **88** jeweils einen Winkel zwischen 100° und 145° beschreiben sollte. Durch die Geometrie der Schweißfläche **72**, also die eines offenen Trapezes ergibt sich der Vorteil, dass die beim Schweißen auftretenden Gesamtquerkräfte von den Schenkeln **90, 92** der Arbeitsfläche **72** aufgenommen werden, wodurch zusätzlich die Neigung eines Anlegierens bzw. Anhaftens von Aluminium an den Seitenbegrenzungen des Verdichtungsraums **66** reduziert wird.

[0038] Des Weiteren sollte die Dimensionierung der Seitenschenkel **88, 90** zu dem Sonotrodenkopf derart aufeinander abgestimmt sein, dass die Höhe T der Schenkel **88, 90** beträgt $0,1 B \leq T \leq 0,3 B$ mit B = Breite des Sonotrodenkopfes, der zwischen $1,0 \text{ mm}$ und $25,0 \text{ mm}$ liegen kann, ohne dass hierdurch die erfindungsgemäße Lehre eingeschränkt wird. T bedeutet die Höhe über der Bodenfläche **88**.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 3717842 A [\[0005\]](#)
- EP 0375707 B [\[0011\]](#)
- WO 02/43915 A [\[0011\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reduzieren des Anlegierens und/oder Anhaftens von Aluminium oder Aluminiumlegierung beim Ultraschallverschweißen von aus Aluminium oder Aluminiumlegierung bestehenden Adern bzw. Einzeldrähten aufweisenden Litzen zu einem End- oder Durchgangsknoten untereinander oder mit einem aus Metall bestehenden Träger, wobei zumindest die Litzen in einen in Höhe und/oder Breite verstellbaren Verdichtungsraum eingebracht werden, der in gegenüberliegenden ersten Begrenzungsflächen von Abschnitten einer Sonotrode und eines Ambosses oder dem auf dem Amboss angeordneten Träger und in verbleibenden gegenüberliegenden zweiten Begrenzungsflächen von statisch wirkenden Werkzeugteilen begrenzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass als statische Werkzeugteile solche verwendet werden, die auf ihrer litzenzugewandten Arbeitsfläche polykristallinen Diamant (PKD) aufweisen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass neben den im Wesentlichen aus Aluminium oder Aluminiumlegierung bestehenden Adern bzw. Einzeldrähten aufweisenden ersten Litzen zweite Litzen aus einem anderen Material verschweißt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der polykristalline Diamant obere Schicht eines Metallträgers ist, der auf das statische Werkzeugteil befestigt wie hart aufgelötet wird.

4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der polykristalline Diamant eine Schicht einer Dicke d mit $0,2 \text{ mm} \leq d \leq 0,7 \text{ mm}$ auf dem Träger bildet, der seinerseits vorzugsweise eine Dicke D mit $1,0 \text{ mm} \leq D \leq 2,0 \text{ mm}$ aufweist.

5. Verwendung einer aus polykristallinem Diamant (PKD) bestehenden oder polykristallinen Diamant enthaltenden Arbeitsfläche einer Seitenbegrenzung eines in Höhe und/oder Breite verstellbaren Verdichtungsraums einer Ultraschallschweißvorrichtung zur Vermeidung oder Reduzierung des Anlegierens oder Anhaftens von Aluminium oder Aluminiumlegierung beim Verschweißen von in den Verdichtungsraum eingebrachten und aus im Wesentlichen aus Aluminium oder Aluminiumlegierung bestehenden Adern oder Einzeldrähten bestehenden Litzen.

6. Verwendung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die aus den aus Aluminium oder Aluminiumlegierung bestehenden Adern oder Einzeldrähten bestehenden Litzen mit weiteren Litzen verschweißt werden, die aus einem von Aluminium oder Aluminiumlegierung abweichenden Material bestehen.

7. Verwendung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Litzen mit einem aus Metall bestehenden Träger verschweißt werden, der in dem Verdichtungsraum angeordnet oder als Begrenzung des Verdichtungsraums verwendet wird.

8. Ultraschallschweißvorrichtung (**10**) zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, umfassend eine Ultraschallschwingungen übertragende Sonotrode (**16, 36, 74**) mit einem eine Schweißfläche (**72**) aufweisenden Sonotrodenkopf, eine der Schweißfläche gegenüberliegende Gegenelektrode (**76**) sowie seitliche Begrenzungselemente (**68, 70**), wobei die Schweißfläche, die Begrenzungselemente sowie mittelbar oder unmittelbar die Gegenelektrode einen in Höhe und/oder Breite veränderbaren Verdichtungsraum (**66**) begrenzen, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißfläche (**72**) der Sonotrode (**74**) einen Verlauf eines gleichschenkligen offenen Trapezes mit Bodenfläche (**88**) und von Seitenschenkeln (**90, 92**) ausgehenden Seitenflächen aufweist, dass die Bodenfläche und die jeweilige Seitenfläche einen Winkel α mit $100^\circ \leq \alpha \leq 145^\circ$ einschließt und dass die Begrenzungselemente (**68, 70**) in ihrer den Verdichtungsraum (**66**) begrenzenden Fläche aus polykristallinem Diamant besteht oder diesen enthält.

9. Ultraschallschweißvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die den Verdichtungsraum (**66**) seitlich begrenzende Fläche des Begrenzungselements (**68, 70**) Außenfläche einer aus polykristallinem Diamant bestehenden Schicht einer Dicke d mit $0,2 \text{ mm} \leq d \leq 0,7 \text{ mm}$ ist, die von einem Träger (**86, 88**) ausgeht, der mit dem Begrenzungselement (**68, 70**) insbesondere durch Hartlötungen verbunden ist.

10. Ultraschallschweißvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonotrode (**74**) in ihrem die Schweißfläche (**72**) aufweisendem Bereich eine Breite B aufweist und dass die die Bodenfläche (**88**) der Schweißfläche begrenzenden Seitenschenkel (**90, 92**) mit einer Höhe T über der Bodenfläche vorstehen, wobei $0,1 B \leq T \leq 0,30 B$ ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

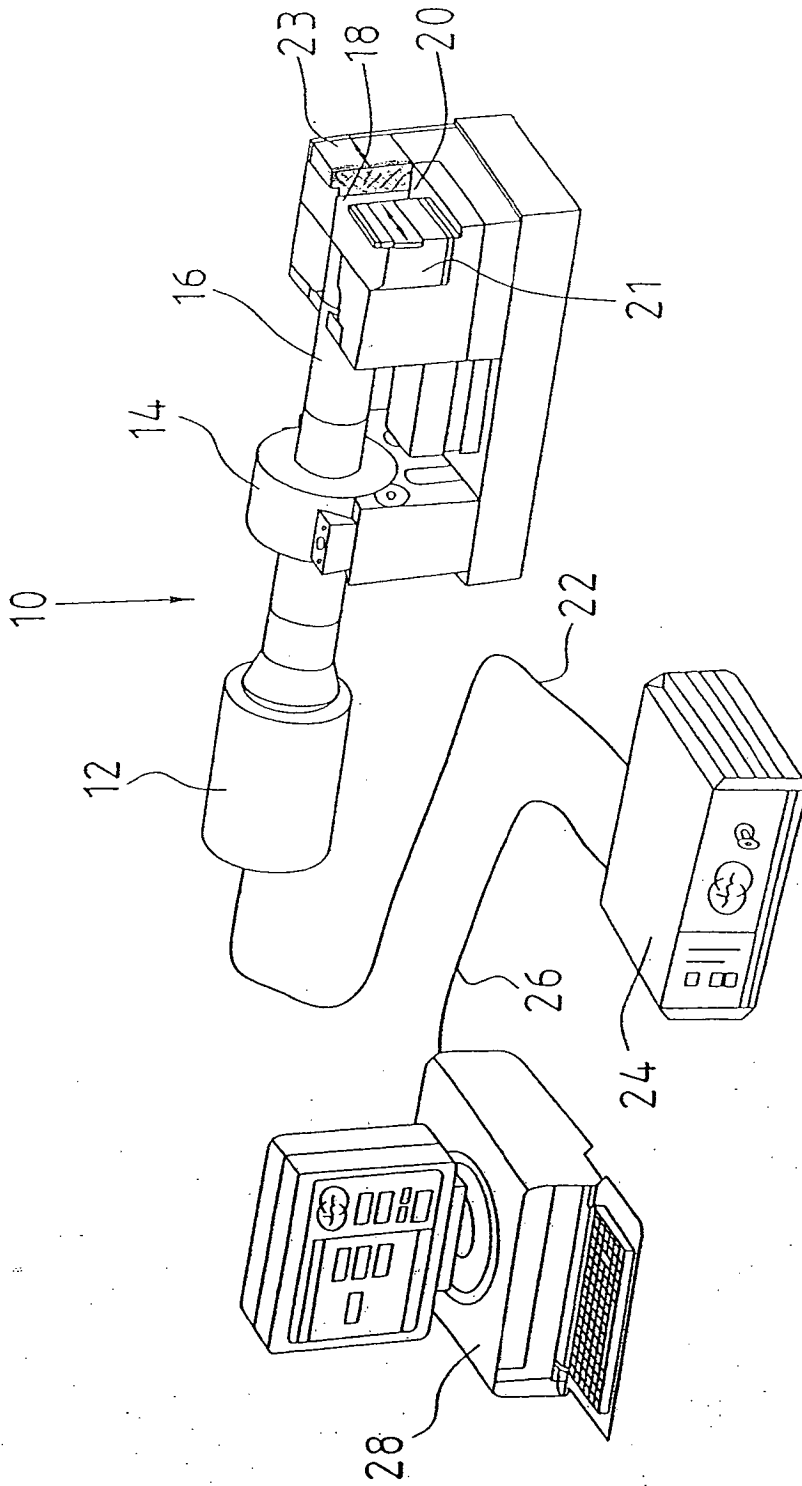


Fig.1

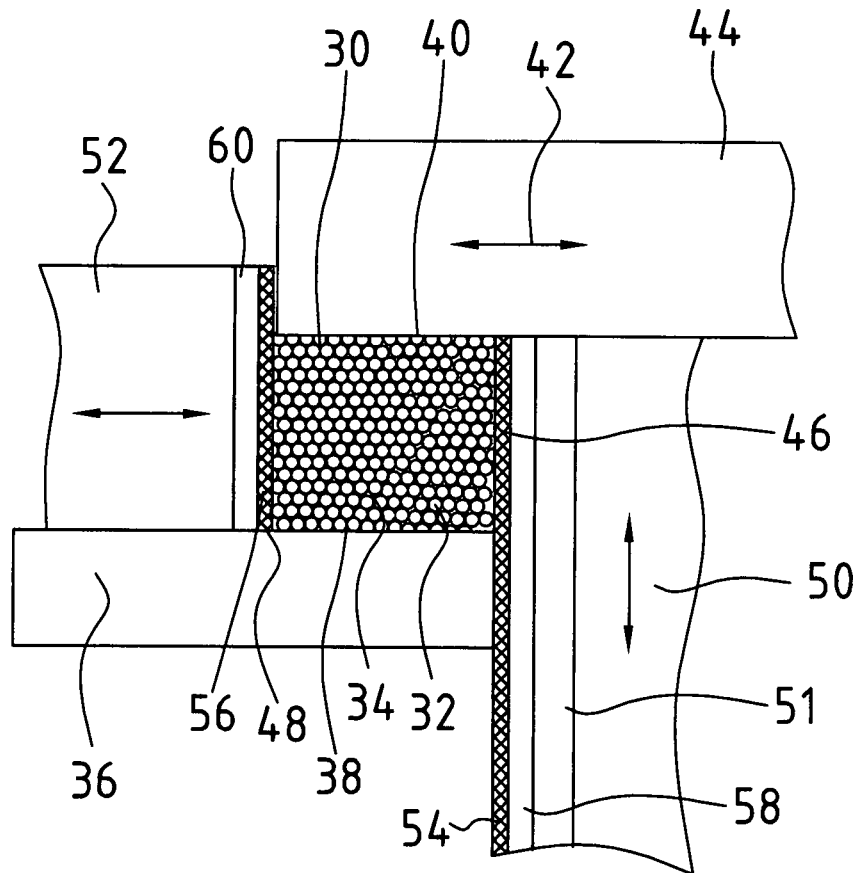


Fig.2

