

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Juni 2023 (22.06.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/110583 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23K 26/08 (2014.01) B23K 103/04 (2006.01)
B23K 26/244 (2014.01) B23K 101/00 (2006.01)
B23K 26/322 (2014.01) B23K 101/34 (2006.01)
B23K 26/06 (2014.01) B23K 101/18 (2006.01)
B23K 26/242 (2014.01) B23K 26/073 (2006.01)

19. August 2022 (19.08.2022) DE

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/084803

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. Dezember 2022 (07.12.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
63/290,760 17. Dezember 2021 (17.12.2021) US
10 2022 121 053.7

(71) Anmelder: TRUMPF LASER- UND SYSTEMTECH-
NIK GMBH [DE/DE]; Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditz-
zingen (DE).

(72) Erfinder: STEMPKY, Travis; 39195 Parkhurst Street, Li-
vononia, Michigan 48154 (US). JIANG, Chonghua; 39195
Parkhurst Street, Livonia, Michigan 48154 (US).

(74) Anwalt: TRUMPF PATENTABTEILUNG; Trumpf SE
+ Co. KG Johann-Maus-Strasse 2, 71254 Ditzingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,

(54) Title: METHOD FOR WELDING ZINC-COATED STEEL SHEETS USING A LASER BEAM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM SCHWEIßEN VON ZINKBESCHICHTETEN STAHLBLECHEN MIT EINEM
LASERSTRAHL

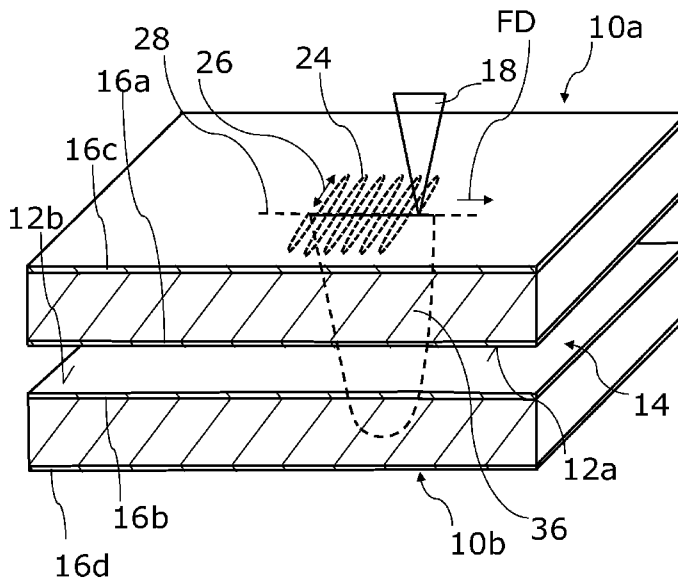


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for welding a first welding surface (12a) of a first metal sheet (10a) to a second welding surface (12b) of a second metal sheet (10b), the first welding surface (12a) having a zinc coating (16a). The welding surfaces (12a, 12b) face one another and are spaced from one another. A laser beam (18) is guided along the first welding surface (12a) and the second welding surface (12b) in a wobbling movement to weld the welding surfaces (12a, 12b). The wobbling movement has one direction component in a forward direction (FD) of the laser beam (18) and one direction component perpendicular to the forward direction (FD). The path (24) of the laser beam (18) on the welding surfaces (12a, 12b) has a pattern which repeats with a period (30) in the forward direction (FD). The width of the path (24) perpendicular to the forward direction (FD) is greater than the period (30) of the path (24) in

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2023/110583 A1



JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

the forward direction (FD). The laser beam (18) is divided in the radial direction by its beam axis (BA) into an inner profile (20) and an outer profile (22), the intensities of which are different, and the outer profile (22) surrounds the inner profile (20).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verschweißen einer ersten Schweißfläche (12a) eines ersten Blechs (10a) mit einer zweiten Schweißfläche (12b) eines zweiten Blechs (10b), wobei die erste Schweißfläche (12a) eine Zinkbeschichtung (16a) aufweist. Die Schweißflächen (12a, 12b) sind einander zugewandt und voneinander beabstandet angeordnet. Ein Laserstrahl (18) wird entlang der ersten Schweißfläche (12a) und der zweiten Schweißfläche (12b) zum Verschweißen der Schweißflächen (12a, 12b) in einer Taumelbewegung geführt. Die Taumelbewegung hat eine Richtungskomponente in einer Vorschubrichtung (FD) des Laserstrahls (18) und eine Richtungskomponente senkrecht zur Vorschubrichtung (FD). Der Weg (24) des Laserstrahls (18) auf den Schweißflächen (12a, 12b) hat ein Muster, das sich mit einer Periode (30) in der Vorschubrichtung (FD) wiederholt. Die Breite des Weges (24) senkrecht zur Vorschubrichtung (FD) ist größer als die Periode (30) des Weges (24) in Vorschubrichtung (FD). Der Laserstrahl (18) ist in radialer Richtung von seiner Strahlachse (BA) in ein inneres Profil (20) und ein äußeres Profil (22) unterteilt, deren Intensitäten unterschiedlich sind, wobei das äußere Profil (22) das innere Profil (20) umgibt.

VERFAHREN ZUM SCHWEIßEN VON ZINKBESCHICHTETEN STAHLBLECHEN MIT EINEM LASERSTRAHL

5 Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schweißen von zinkbeschichteten Blechen.

10 EP 0 327 320 A1 betrifft ein Verfahren zum Verschweißen von zwei Blechen, bei dem in der Schweißnaht ein Ausgasungsweg für die beim Schweißen entstehenden Gase gebildet wird.

US 10 118 249 B2 offenbart ein Verfahren zum Schweißen von zwei Blechen, bei dem ein Laserstrahl entlang eines schraubenlinienförmigen Weges auf den Blechen
15 geführt wird, um eine für eine glatte Schweißnaht geeignete Wärmeverteilung zu erreichen.

US 2020/0047285 A1 betrifft ein Verfahren zum Schweißen von zwei sich überlappenden Blechen, bei dem zur Verbesserung eines Ausgasungsprozesses in
20 den Blechen, insbesondere von Zink, ein vorläufiges Schmelzbad durch einen Laserstrahl mit relativ geringer Leistungsdichte erzeugt wird. Anschließend wird ein Laserstrahl mit höherer Leistungsdichte eingesetzt, um ein Hauptschmelzbad mit größerer Ausdehnung zu erzeugen.

US 2020/0171603A1 beschreibt ein Verfahren zum Schweißen von zwei Blechen in einem Stapel von Blechen, bei dem ein Laserstrahl entlang eines ersten Weges in einer ersten Richtung und dann entlang eines zweiten Weges in einer zweiten, der ersten Richtung entgegengesetzten Richtung geführt wird, wobei sich der erste Weg und der zweite Weg überlappen. Die wiederholte Bestrahlung des Schweißweges verringert die beim Schweißen entstehenden Fehler.

US 2020/0254562A1 offenbart ein Verfahren zum Schweißen von Blechen unter Verwendung eines zentralen Laserstrahls und eines ringförmigen konzentrischen Laserstrahls, wobei der ringförmige konzentrische Laserstrahl den zentralen Laserstrahl in radialer Richtung umgibt. Der ringförmige konzentrische Laserstrahl und der zentrale Laserstrahl haben unterschiedliche Leistungsdichten, die variiert werden, um eine Glättung des Schweißbereichs zu erreichen.

Ziel der Erfindung

Es ist ein Ziel der Erfindung, ein Verfahren zur weiteren Reduzierung von Fehlern beim Schweißen zweier Bleche durch einen Laserstrahl bereitzustellen, insbesondere von Fehlern, die durch eine Zinkbeschichtung auf den Blechen verursacht werden.

Beschreibung der Erfindung

Dieses Ziel wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 erreicht. Abhängige Ansprüche beziehen sich auf vorteilhafte Ausführungsformen.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- a) Bereitstellen eines ersten Blechs mit einer ersten Schweißfläche und eines zweiten Blechs mit einer zweiten Schweißfläche, wobei das erste Blech eine Zinkbeschichtung auf der ersten Schweißfläche aufweist;
- b) Anordnen der ersten Schweißfläche und der zweiten Schweißfläche, derart, dass die erste Schweißfläche und die zweite Schweißfläche einander zugewandt sind, mit einem Spalt zwischen der ersten Schweißfläche und der zweiten Schweißfläche;

c) Bestrahlen der ersten Schweißfläche und der zweiten Schweißfläche mit einem Laserstrahl, wobei der Laserstrahl einen inneren Kern und einen äußeren Ring aufweist, deren Intensitätsprofile unterschiedlich sind,

5 wobei der Laserstrahl mit einer Taumelbewegung in einer Vorschubrichtung entlang einer imaginären Vorschublinie und senkrecht zur Vorschublinie bewegt wird,

wobei der Weg des Laserstrahls entlang der Vorschublinie eine periodische Form aufweist, wobei die Breite des Weges senkrecht zur
10 Vorschublinie größer ist als die Länge der Periode des Weges entlang der Vorschublinie.

Besonders vorteilhaft ist die Erfindung für Fahrzeugkarosseriebleche, die zu einem gewissen Anteil aus kaltverformten Standardstählen oder Stählen der 3.
15 Generation bestehen. Die Oberfläche ist mit einer Korrosionsschutzschicht mit einem gewissen Zinkgehalt versehen. Vor dem Laserschweißen muss diese Beschichtung im Schweißbereich entfernt werden, um Schweißrisse zu vermeiden.

Typischerweise entsteht ein gewisses Rissrisiko, wenn das Zink (aus der
20 Beschichtung) mit dem geschmolzenen Stahl verschmilzt. Dies führt zu intermetallischen Phasen. Diese Phasen führen zur Versprödung des Basismaterials und damit zu Rissen in den Nähten. Diese Rissereignisse können sofort oder mit zeitlicher Verzögerung auftreten.

25 Aufgrund der niedrigen Verdampfungstemperatur von Zink ($\sim 907^\circ\text{C}$) im Vergleich zum Schmelzpunkt von Stahl ($\sim 1500^\circ\text{C}$) entstehen starke Dampfdruckkräfte, die den geschmolzenen Stahl aus der Schmelzzone des Prozesses drängen, was die Schweißnaht schwächt oder sogar unbrauchbar macht.

30 Allgemeiner ausgedrückt betrifft die Erfindung das Schweißen von zumindest teilweise beschichteten Blechen, die Metall, vorzugsweise Stahl, enthalten, in einer Werkstückanordnung mit einem Spalt, insbesondere einem Entgasungsspalt, zwischen den Blechen. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf das Schweißen

von Blechen mit einer Beschichtung auf einer oder beiden Seiten des Blechs, wobei die Beschichtung Zink umfasst. Die Entgasung des Zinks aus der Zinkbeschichtung wird durch den Spalt verbessert, wodurch auch Fehler durch Gaseinschlüsse in der Schweißnaht der Bleche verringert werden.

5

Die Tatsache, dass die Breite des Weges des Laserstrahls, der für das Schweißen senkrecht zur Vorschublinie verwendet wird, größer ist als die Länge der Periode des Weges entlang der Vorschublinie, ermöglicht eine gleichmäßige Wärmeverteilung auf den Schweißflächen. Dadurch wird eine gleichmäßige Verdampfung des Zinks in der Zinkbeschichtung gefördert, bevor das Material in den Blechen zum Bilden der Schweißnaht geschmolzen wird. Auf diese Weise dringt nur wenig gasförmiges Zink in das geschmolzene Material der Bleche ein, wodurch Fehler in der Schweißnaht der Bleche, die durch Gaseinschlüsse aus dem während des Schweißvorgangs erzeugten Zinkdampf verursacht werden, verhindert oder zumindest verringert werden.

10

15

Die Strahlformung, bei der ein Laserstrahl einen inneren Kern und einen äußeren Ring mit unterschiedlichen Intensitätsprofilen aufweist, verringert das Risiko von Spritzern beim Schweißen und verbessert dadurch auch die Qualität der Schweißnaht der Bleche. Die Intensitätsprofile des inneren Kerns und des äußeren Rings des Laserstrahls können während des Schweißvorgangs verändert werden, um die vom Laserstrahl erzeugte Wärmeverteilung an lokale Veränderungen des Blechs auf dem Weg des Laserstrahls anzupassen, der insbesondere den Schweißweg beim Schweißvorgang definiert.

20

25

Vorteilhaft ist, dass die Schweißstrategie durch Taumeln so gestaltet werden kann, dass der Schweißvorgang eine gewisse Spaltüberbrückungsfähigkeit aufweist. Dies ist möglich durch die Aufweitung der Schmelzzone durch Oszillation des Laserstrahls in harmonischen Mustern in Quer- und Längsrichtung von einem Mittelpunkt der Laserstrahlachse aus, insbesondere einer nominellen Laserstrahlachse.

30

Die Schweißstrategie durch Taumeln ist so ausgelegt, dass die sich ergebende Schweißgeschwindigkeit eine Erwärmung der Elemente der Korrosionsschutzschicht bis zum Verdampfen dieser Elemente ermöglicht, während das Stahlvolumen unter dem heißen Beschichtungsabschnitt noch fest ist. Dies ermöglicht das Entweichen verdampfter Elemente, vorzugsweise entlang des Spalts.

In einigen Ausführungsformen betrifft die Erfindung das Schweißen von mindestens zwei Blechen in einer Überlappungssituation, wobei die Schweißnaht als partielle Durchschweißung oder als Wurzelschweißung, eine sogenannte vollständige Durchschweißung, ausgeführt werden kann.

In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann eine Schweißtechnologie mit Strahlformung verwendet werden, bei der der Laserstrahl nicht den typischerweise verwendeten Gaußschen oder zylinderförmigen Intensitätsprofilen entspricht.

In einigen Ausführungsformen betrifft die Erfindung die Verwendung einer 2in1-Fasertechnologie, wobei die optische Faser eine Strahlführungsfaser oder eine optische Faser als Teil einer Faserlaserquelle ist. Die Faserdurchmesser sind Kern/Ring = 50 µm/200 µm oder 100 µm/400 µm oder 200 µm/700 µm.

Insbesondere gilt für das Strahlparameterprodukt BPP des Laserstrahls in der Kernfaser: $BPP > 1 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ und $BPP < 12 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$, vorzugsweise $BPP > 1,8 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ und $BPP < 8 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$, insbesondere $BPP \geq 2 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ und $BPP \leq 4 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$.

Vorzugsweise liegt die Laserleistung im Bereich von 1 kW bis 24 kW und insbesondere im Bereich von 4 kW bis 8 kW, vorzugsweise 6 kW bis 8 kW.

In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Strahlformung mit einem DOE (diffraktives optisches Element) erfolgen. Mit Hilfe einer Abtastoptik kann der Laserstrahl entlang eines zu schweißenden Weges bewegt werden.

Insbesondere kann das Werkstück kontrolliert positioniert werden, um einen Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Blech zu erreichen. Der Abstand kann durch eine Klemmvorrichtung hergestellt werden, die kontrolliert um 0,1 mm bis 0,3 mm geöffnet werden kann, nachdem die Klemmung die Teile bis zum vollständigen Kontakt zusammengepresst hat. Die Beabstandung kann durch das Anbringen von Erhebungen („Lasergrübchen“) erfolgen, die durch das Auftreffen von Laserpulsen in dem Bereich, in dem das Schweißen stattfindet, erzeugt werden können. Eine andere Möglichkeit, den Abstand zu erreichen, ist die Verwendung von Unterlegscheiben.

Beim verwendeten Taumeln ist das bevorzugte Muster ein acht-(8)-förmiges Muster.

Insbesondere ist die Hauptachse des Musters, vorzugsweise in Vorschubrichtung des Laserstrahls, quer zur Schweißrichtung ausgerichtet.

Vorzugsweise hat das acht-(8)-förmige Muster eine Abmessung von insgesamt 0,5 mm bis 3 mm in Richtung der Hauptachse, vorzugsweise in einer Richtung senkrecht zur Vorschubrichtung des Laserstrahls beim Schweißen. Diese Ausdehnung kann im Bereich von 0,8 mm bis 2 mm liegen, insbesondere im Bereich von 1 mm bis 1,5 mm.

Die Frequenz der Schwingung zur Erzeugung des Taumelmusters kann im Bereich von 100 Hz bis 1000 Hz liegen. Vorzugsweise ist die Frequenz der Schwingung höher als 300 Hz, insbesondere höher als 333 Hz.

Die Taumelkurve des Laserstrahls kann kreisförmig sein, wobei durch die Querbewegung der Prozesszone des Schweißvorgangs entlang des zu schweißenden Weges ein spiralförmiges Muster entsteht. Das Spiralmuster kann in Richtung der Hauptachse, vorzugsweise in einer Richtung senkrecht zur Vorschubrichtung des Laserstrahls beim Schweißen, eine Abmessung von 0,5 mm bis zu insgesamt 3 mm aufweisen. Vorzugsweise liegt diese Erweiterung oder Ausdehnung im Bereich von 0,8 mm bis 2 mm, besonders vorteilhaft im Bereich von 1 mm bis 1,5 mm.

Die Taumelfigur kann oval sein, wobei durch die Querbewegung der Prozesszone entlang des zu schweißenden Weges ein spiralförmiges Muster entsteht. Die Hauptachse der ovalen Figur ist vorzugsweise quer zur Schweißrichtung ausgerichtet. Die ovale Figur kann in Richtung der Hauptachse eine Abmessung von 0,5 mm bis zu insgesamt 3 mm haben. Vorzugsweise liegt diese Ausdehnung im Bereich von 0,8 mm bis 2 mm, besonders bevorzugt im Bereich von 1 mm bis 1,5 mm. Dabei liegt die Länge der kurzen Achse der ovalen Figur vorzugsweise im Bereich von 5 % bis 80 % der Länge der Hauptachse der ovalen Figur, besonders bevorzugt 10 % der Länge der Hauptachse, insbesondere in einer Richtung senkrecht zu einer Vorschubrichtung des Laserstrahls beim Schweißen.

Insbesondere beträgt die Taumelgeschwindigkeit zur Bildung des Taumelmusters 800 mm/s bis 2000 mm/s, vorzugsweise 1500 mm/s.

Die typische Schweißgeschwindigkeit beträgt 2 m/min bis zu 8 m/min und vorzugsweise 4 m/min.

Insbesondere dauert die Startrampe der Laserleistung 225 ms, wobei eine Strecke von 15 mm durchlaufen wird. Vorzugsweise steigt die Laserleistung von 0 W auf 6000 W. Die Schweiß- und die Taumelgeschwindigkeit können konstant gehalten werden.

Vorzugsweise dauert die Endrampe der Laserleistung 150 ms, wobei eine Strecke von 10 mm durchlaufen wird. Die Laserleistung kann von 6000 W auf 1200 W sinken. Insbesondere können die Schweiß- und die Taumelgeschwindigkeit konstant gehalten werden.

Vorzugsweise kann die Abtastoptik zum Schweißen mit einer optischen Vergrößerung betrieben werden, die im Bereich von 1:1 bis 4:1, vorzugsweise im Bereich von 1,5:1 bis 3,26:1, besonders bevorzugt 1,7:1 liegt.

Insbesondere wird eine 2in1-Faser mit einem Kern/Ring-Durchmesser Verhältnis von $50\text{ }\mu\text{m}/200\text{ }\mu\text{m}$ oder $100\text{ }\mu\text{m}/400\text{ }\mu\text{m}$ oder $200\text{ }\mu\text{m}/700\text{ }\mu\text{m}$ verwendet, wobei die Durchmesser um $\pm 50\text{ }\mu\text{m}$ variieren können. Die Faser kann auch aus mehr als zwei Abschnitten bestehen, insbesondere dem inneren Kern (Abschnitt) und
5 mindestens zwei Ringen (Abschnitten), die konzentrisch um den inneren Kern angeordnet sind.

Vorzugsweise werden IR-Festkörperlaser mit einer Wellenlänge η im Bereich von $800\text{ nm} < \eta < 2000\text{ nm}$ verwendet, vorzugsweise im Bereich von
10 $1000\text{ nm} < \eta < 1100\text{ nm}$, besonders bevorzugt 1030 nm , 1063 nm und 1070 nm .

Insbesondere wird ein Laserstrahl mit einer Leistung im Bereich von 1 kW bis 24 kW , vorzugsweise im Bereich von 4 kW bis 8 kW , verwendet.

15 Insbesondere wird eine Strahlformungsvorrichtung zur Erzeugung eines zentral ausgerichteten und/oder positionierten Strahls mit hoher Brillanz und eines ringförmig ausgerichteten und/oder positionierten Ringstrahls mit geringerer Brillanz als der zentrale Strahl verwendet.

20 Der zentrale Laserstrahl und der ringförmige Laserstrahl können unterschiedliche Wellenlängen haben. Der zentrale Laserstrahl und der ringförmige Laserstrahl können aus derselben Laserquelle stammen. Alternativ können sie auch aus separaten Laserquellen stammen.

25 Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist die zweite Schweißfläche mit Zink beschichtet. Dadurch wird insbesondere das zweite Blech an der zweiten Schweißfläche vor Korrosion geschützt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung hat die Taumelbewegung
30 auf beiden Seiten der Vorschublinie die gleiche Amplitude, wobei die Amplitude insbesondere größer ist als die Periode des Weges des Laserstrahls entlang der imaginären Vorschublinie. Die durch den Laserstrahl erzeugte Wärme wird über

eine vergleichsweise große Fläche verteilt. Dies trägt dazu bei, dass das Zink gleichmäßig verdampft, bevor das Metall der Bleche schmilzt.

Gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung sind das erste Blech und das zweite Blech als Überlappingsverbindung angeordnet. Insbesondere befinden sich die erste Schweißfläche und die zweite Schweißfläche auf den längeren Seitenflächen des ersten Blechs und des zweiten Blechs. Der Entgasungsspalt befindet sich zwischen den längeren Seitenflächen des ersten Blechs und des zweiten Blechs.

Bei einigen Ausführungsformen der Erfindung sind das erste Blech und das zweite Blech als Überlappingsverbindung angeordnet.

In weiteren Ausführungsformen der Erfindung werden die Platten durch eine Kehlnaht oder eine I-Schweißnaht verbunden.

Vorzugsweise hat der Weg des Laserstrahls die Form einer Sinusfunktion, einer Zickzackfunktion, eines Mäanders, von aufeinanderfolgenden Achten oder Unendlichkeitszeichen. Ein Schweißweg mit einer der oben genannten Formen fördert die gleichmäßige Verteilung der vom Laserstrahl erzeugten Wärme in den Schweißflächen während des Schweißens.

Vorteilhaft ist, dass die Leistung des Laserstrahls entlang des Weges des Laserstrahls variiert wird. Durch Modulation der Laserstrahlleistung entlang des Weges des Laserstrahls kann die Energiebelastung der vom Laserstrahl erzeugten Schweißzone variiert werden, um den Wärmeeintrag in der Vorschubrichtung des Laserstrahls zu steuern, wobei die Korrosionsschutzschicht durch den Laserstrahl abgetragen wird, ohne das Basismaterial, insbesondere das Stahlblech, zu schmelzen oder zu erweichen.

In einer spezialisierten Version der oben genannten Ausführungsform der Erfindung wird die Leistung des Laserstrahls während des Schweißvorgangs in einem vorbestimmten Abschnitt am Ende des Laserstrahls in der Vorschubrichtung

des Laserstrahls gegenüber der gemittelten Leistung des Laserstrahls auf dem Weg des Laserstrahls erhöht oder verringert. Insbesondere kann die lokale Laserleistung so eingestellt werden, dass sie höher oder niedriger ist als die mittlere Laserleistung auf dem Schweißweg, wenn sich der Laser in der Vorschubrichtung noch nicht aufgeschmolzenen Abschnitten der Bleche nähert. Dies trägt dazu bei, das Zink zu entgasen, bevor das Blechmaterial am Ende der Schweißwege geschmolzen wird. Der Laserstrahl kann im Dauerstrich-(CW-), Puls- oder modulierten Betrieb eingesetzt werden.

10 In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Laserleistung entlang des Weges des Laserstrahls konstant sein.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird der Laserstrahl mehrmals entlang desselben Segments der Vorschublinie geführt, wobei die Amplitude der Taumelbewegung in der Richtung senkrecht zur imaginären Vorschublinie bei jedem Durchlauf des Segments unterschiedlich eingestellt wird. Der Wärmeeintrag des Laserstrahls in die Bleche wird entlang des Segments allmählich erhöht, insbesondere in der Nähe des Schweißweges. Auf diese Weise kann die Entgasung des Zinks besser kontrolliert werden. Verbleibende lokale spröde intermetallische Phasen werden wieder aufgeschmolzen und die versprödenden Elemente werden besser im geschmolzenen eisenbasierten Material der Bleche verteilt.

In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst das erste Blech und/oder das zweite Blech einen Stahl, der Ferrit, Martensit, Bainit und/oder Austenit enthält, wobei der Stahl insbesondere ein Mehrphasenstahl ist. Vorzugsweise enthalten das erste Blech und/oder das zweite Blech einen Stahl der 3. Generation. Bei Stahl der 3. Generation handelt es sich in der Regel um einen Mehrphasenstahl, der zumindest teilweise aus den vorgenannten Komponenten besteht. Insbesondere enthält der Stahl der 3. Generation Rest-Austenit in einer Bainit- und/oder Martensit-Matrix. Bei den Stählen der Generation 3 handelt es sich um fortschrittliche hochfeste Stähle mit einer hohen Zugfestigkeit und einer guten Duktilität.

Vorteilhafterweise ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren das Schweißen von beschichteten Stählen und Stählen der 3. Generation ohne Entfernen der Korrosionsschutzschicht. Außerdem erleichtert das erfindungsgemäße Verfahren
5 das Schweißen von beschichteten Stählen und Stählen der 3. Generation, wobei eine Versprödung der Schweißzone aufgrund von eingearbeiteten Beschichtungselementen in einer unangemessen hohen Menge vermieden wird.

(Legierungen aus Stahlsorten der 3. Generation sind zum Beispiel von den
10 Herstellern Arcelor Mittal und USS Steel bekannt. Sie umfassen Fortiform®980, Fortiform®1050, Fortiform®1180, 980 XG3, HDGI 980, XG3 AHSS.)

Vorzugsweise ist die imaginäre Vorschublinie sinusförmig, kreisförmig, spiralförmig, zickzackförmig oder C-förmig. Insbesondere ein Weg des Laserstrahls
15 entlang einer spiralförmigen imaginären Vorschublinie fördert eine vergleichsweise gleichmäßige Wärmeverteilung und verbessert damit einen gleichmäßigen Entgasungs- und Schweißvorgang. Ein Weg des Laserstrahls entlang einer C-förmigen imaginären Vorschublinie mit offenen Enden verbessert auch den Entgasungsvorgang beim Verdampfen der Zinkbeschichtung.

20 In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung beträgt die Breite des Spaltes zwischen der ersten Schweißfläche und der zweiten Schweißfläche 0,05 mm bis 0,5 mm, insbesondere 0,1 mm bis 0,2 mm. Eine Spaltbreite in diesem Bereich ist besonders geeignet für einen gleichmäßigen Entgasungs- und
25 Schweißvorgang, der durch eine Taumelbewegung des Laserstrahls gemäß der Erfindung verursacht wird.

Die Taumelstrategie ermöglicht das Schweißen von Blechen mit einem Abstand der oben genannten Breite. Im Prinzip ist das Taumeln auch zum Schweißen in
30 spaltfreien Anordnungen geeignet. Der Spalt kann eine kreisförmige Form haben. Das Entweichen von Dampf in radialer Richtung in einem solchen Spalt ist vorteilhaft, da der Dampf sonst direkt durch ein beim Schmelzen des Blechmaterials entstehendes Stichloch entweichen kann, wodurch der

geschmolzene Stahl aus der Prozesszone herausgedrückt und die Schweißnaht möglicherweise unbrauchbar wird.

5 In bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung beträgt der Anteil der Leistung des inneren Kerns des Laserstrahls 20 % bis 80 % der Gesamtleistung des inneren Kerns und des äußeren Rings des Laserstrahls, insbesondere 59 % bis 61 % der Gesamtleistung. Eine Leistungsverteilung in diesem Bereich führt zu einer Wärmezone in den Blechen, die die Entgasung der Zinkbeschichtung fördert, bevor das Material der Bleche geschmolzen wird. In einigen Ausführungsformen kann der
10 Laserstrahl mehr als einen äußeren Ringabschnitt umfassen, wobei jeder Ringabschnitt konzentrisch zueinander und zum inneren Kern des Laserstrahls ist. In dieser Ausführungsform kann der Anteil der Leistung des inneren Kerns des Laserstrahls 20 % bis 80 % der Gesamtleistung des Laserstrahls (d. h. umfassend den inneren Kern und alle äußere Ringe) betragen, insbesondere 59 % bis 61 %
15 der Gesamtleistung.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung beträgt die Geschwindigkeit des Laserstrahls entlang der Vorschublinie während der Taumelbewegung 2 m/min bis 8 m/min, insbesondere 3 m/min bis 5 m/min. Hier wird die Geschwindigkeit
20 des Laserstrahls entlang der Vorschublinie begrenzt, um die Menge an Dampf pro Zeiteinheit niedrig zu halten, wobei der Dampf durch Entgasung des Zinks in der Zinkbeschichtung erzeugt wird. Auf diese Weise erfolgt das Entweichen des Dampfes fast ohne Rückstoß und geschmolzener Stahl wird nicht aus der Prozesszone, wo das Schweißen stattfindet, herausgeschleudert.

25

Weitere Vorteile der Erfindung sind aus der Beschreibung und der Zeichnungen ersichtlich. Ebenso können die vorgenannten und die noch weiter ausgeführten Merkmale jeweils einzeln oder in beliebiger Kombination verwendet werden. Die gezeigten und beschriebenen Ausführungsformen sind nicht als abschließende
30 Aufzählung zu verstehen, sondern haben vielmehr beispielhaften Charakter für die Beschreibung der Erfindung.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung und Zeichnungen

Fig. 1 zeigt schematisch ein Verfahren zum Schweißen zweier Bleche;

Fig. 2 zeigt schematisch einen Querschnitt durch einen Laserstrahl, der beim Schweißvorgang verwendet wird;

Fig. 3 zeigt schematisch eine vergrößerte Ansicht des Weges des Laserstrahls.

5

Fig. 1 zeigt schematisch ein Verfahren zum Schweißen eines ersten Blechs **10a** mit einer ersten Schweißfläche **12a** und eines zweiten Blechs **10b** mit einer zweiten Schweißfläche **12b**, wobei die Bleche 10a, 10b im Querschnitt dargestellt sind. Die Bleche 10a, 10b sind quaderförmig und sind als Überlappingsverbindung angeordnet. Die erste Schweißfläche 12a und die zweite Schweißfläche 12b befinden sich auf zwei der größeren Seitenflächen der Platten 10a, 10b und liegen einander gegenüber. Ein Spalt **14** trennt die erste Schweißfläche 12a und die zweite Schweißfläche 12b räumlich voneinander. Die erste Schweißfläche 12a und die zweite Schweißfläche 12b sind mit Zinkbeschichtungen **16a**, **16b** bedeckt, wobei weitere Zinkbeschichtungen **16c**, **16d** auf Seitenflächen der Bleche gegenüber der ersten Schweißfläche 12a und der zweiten Schweißfläche 12b aufgebracht sind. Die Zinkbeschichtungen 16a - 16d dienen dazu, die Bleche 10a, 10b vor Korrosion zu schützen. Der Spalt 14 zwischen den Schweißflächen 14a, 14b ermöglicht die Entgasung von verdampftem Zink aus den Zinkbeschichtungen 16a, 16b während des Schweißens des ersten Blechs 10a und des zweiten Blechs 10b.

Die erste Schweißfläche 12a und die zweite Schweißfläche 12b werden mit einem Laserstrahl **18** zum Erzeugen einer Schmelzzone **36** bestrahlt, zu dem Zweck, die Bleche 10a, 10b zu verschweißen. Der Laserstrahl 18 wird entlang einer Taumelkurve in einer Vorschubrichtung **FD** bewegt, wobei die Taumelkurve einen Weg **24** des Laserstrahls 18 definiert. Senkrecht zur Vorschubrichtung FD hat der Weg 24 des Laserstrahls 18 auf beiden Seiten einer imaginären Vorschublinie **28**, die in Vorschubrichtung FD verläuft, die gleiche Amplitude **26**. Der Weg 24 des Laserstrahls 18 hat eine periodische mäandernde Form. Die Amplitude 26 des Weges 24 des Laserstrahls 18 ist größer als die Länge der Periode **30** (siehe Fig. 3) des Weges 24 des Laserstrahls 18 entlang der imaginären Vorschublinie 28.

Fig. 2 zeigt schematisch einen Querschnitt durch den Laserstrahl 18 mit einem inneren Kern **20** und einem äußeren Ring **22** unterschiedlicher Intensitäten in radialer Richtung von einer Strahlachse **BA** (hier in die Papierebene hinein und aus ihr heraus) des Laserstrahls 18. Der innere Kern 20 und der äußere Ring 22 tragen dazu bei, Spritzer während des Schweißvorgangs zu vermeiden. Das Verhältnis der Intensitäten des inneren Kerns 20 und des äußeren Rings 22 des Laserstrahls 18 kann entlang des Weges 24 (siehe Fig. 1) des Laserstrahls 18 verändert werden, um den Schweißvorgang an die lokalen Eigenschaften der Bleche 10a, 10b anzupassen.

Fig. 3 zeigt schematisch eine vergrößerte Ansicht des Weges 24 des Laserstrahls 18 (vgl. Fig. 1). In einem vorbestimmten Abschnitt **32** an einem Ende des Weges 24 des Laserstrahls 18 in Vorschubrichtung FD des Laserstrahls 18 wird die Leistung des Laserstrahls 18 während des Schweißvorgangs im Vergleich zur gemittelten Leistung des Laserstrahls 18 auf dem Weg 24 des Laserstrahls 18 erhöht oder verringert. Die imaginäre Vorschublinie 28 ist in mehrere Segmente **34a**, **34b** unterteilt. Der Laserstrahl 18 kann mehrmals entlang derselben Segmente 34a, 34b der Vorschublinie 28 geführt werden, wobei die Amplitude 26 des Weges 24 des Laserstrahls 18 in der Richtung senkrecht zur imaginären Vorschublinie 28 bei jedem Durchlauf der Segmente 34a, 34b unterschiedlich eingestellt wird.

Unter Berücksichtigung aller Figuren der Zeichnungen bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Schweißen einer ersten Schweißfläche 12a eines ersten Blechs 10a mit einer zweiten Schweißfläche 12b eines zweiten Blechs 10b, wobei die erste Schweißfläche 12a eine Zinkbeschichtung 16a aufweist. Die Schweißflächen 12a, 12b sind einander zugewandt und voneinander beabstandet angeordnet. Ein Laserstrahl 18 wird entlang der ersten Schweißfläche 12a und der zweiten Schweißfläche 12b zum Verschweißen der Schweißflächen 12a, 12b in einer Taumelbewegung geführt. Insbesondere wird der Laserstrahl gleichzeitig entlang der ersten Schweißfläche 12a und der zweiten Schweißfläche 12b geführt. Die Taumelbewegung hat eine Richtungskomponente in einer Vorschubrichtung FD des Laserstrahls 18 und eine Richtungskomponente senkrecht zur

Vorschubrichtung FD. Der Weg 24 des Laserstrahls 18 auf den Schweißflächen 12a, 12b hat ein Muster, das sich mit einer Periode 30 in der Vorschubrichtung FD wiederholt. Die Breite des Weges 24 senkrecht zur Vorschubrichtung FD ist größer als die Periode 30 des Weges 24 in Vorschubrichtung FD. Der Laserstrahl 18 ist in
5 radialer Richtung von seiner Strahlachse BA in ein inneres Profil 20 und ein äußeres Profil 22 unterteilt, deren Intensitäten unterschiedlich sind, wobei das äußere Profil 22 das innere Profil 20 umgibt.

Bezugszeichenliste:

	10a - b	Bleche
	12a - b	Schweißflächen
5	14	Spalt
	16a - d	Zinkbeschichtungen
	18	Laserstrahl
	20	Innerer Kern
	22	Äußerer Ring
10	24	Weg des Laserstrahls
	26	Amplitude
	28	Vorschublinie
	30	Periode
	32	Vorbestimmter Abschnitt
15	34a - b	Segmente
	36	Schmelzzone
20	FD	Vorschubrichtung
	BA	Strahlachse

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schweißen von zwei Blechen (10a, 10b), wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- 5 a) Bereitstellen eines ersten Blechs (10a) mit einer ersten Schweißfläche (12a) und eines zweiten Blechs (10b) mit einer zweiten Schweißfläche (12b), wobei das erste Blech (10a) eine Zinkbeschichtung (16a) auf der ersten Schweißfläche (12a) aufweist;
- 10 b) Anordnen der ersten Schweißfläche (12a) und der zweiten Schweißfläche (12b), derart, dass die erste Schweißfläche (12a) und die zweite Schweißfläche (12b) einander zugewandt sind, mit einem Spalt (14) zwischen der ersten Schweißfläche (12a) und der zweiten Schweißfläche (12b);
- 15 c) Bestrahlen der ersten Schweißfläche (12a) und der zweiten Schweißfläche (12b) mit einem Laserstrahl (18), wobei der Laserstrahl (18) einen inneren Kern (20) und einen äußeren Ring (22) aufweist, deren Intensitätsprofile unterschiedlich sind, wobei der Laserstrahl (18) mit einer Taumelbewegung in einer
- 20 Vorschubrichtung (FD) entlang einer imaginären Vorschublinie (28) und senkrecht zur Vorschublinie (28) bewegt wird, wobei der Weg (24) des Laserstrahls (18) entlang der Vorschublinie (28) eine periodische Form aufweist, wobei die Breite des Weges (24) senkrecht zur Vorschublinie (28) größer ist als die Länge der
- 25 Periode (30) des Weges (24) entlang der Vorschublinie (28).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zweite Schweißfläche (12b) mit Zink beschichtet ist.

- 30 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die

Taumbewegung auf beiden Seiten der Vorschublinie (28) die gleiche Amplitude (26) aufweist, wobei die Amplitude (26) insbesondere größer ist als die Periode (30) des Weges (24) des Laserstrahls (18).

- 5 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Blech (10a) und das zweite Blech (10b) als Überlappingsverbindung angeordnet sind.
- 10 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bleche (10a, 10b) durch eine Kehlnaht oder eine I-Schweißnaht verbunden werden.
- 15 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Weg (24) des Laserstrahls (18) die Form einer Sinusfunktion, eines Mäanders, einer Zickzackfunktion, von aufeinanderfolgenden Achten oder Unendlichkeitszeichen hat.
- 20 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leistung des Laserstrahls (18) entlang des Weges (24) des Laserstrahls (18) variiert wird.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Leistung des Laserstrahls (18) während des Schweißvorgangs in einem vorbestimmten Abschnitt (32) an einem Ende des Weges (24) des Laserstrahls (18) in der Vorschubrichtung (FD) des Laserstrahls (18) im Vergleich zur gemittelten Leistung des Laserstrahls (18) auf dem Weg (24) des Laserstrahls (18) erhöht oder verringert wird.
- 30 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Laserstrahl (18) mehrmals entlang desselben Segments (34a, 34b) der

Vorschublinie (28) geführt wird, wobei die Amplitude (26) der Taumelbewegung in Richtung senkrecht zur imaginären Vorschublinie (28) bei jedem Durchlauf des Segments (34a, 34b) unterschiedlich eingestellt wird.

5

10.Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Blech (10a) und/oder das zweite Blech (10b) einen Stahl umfasst, der Ferrit, Martensit, Bainit und/oder Austenit enthält, wobei der Stahl insbesondere ein Mehrphasenstahl ist.

10

11.Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die imaginäre Vorschublinie (28) sinusförmig, kreisförmig, spiralförmig, zickzackförmig oder C-förmig ist.

15

12.Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Breite des Spalts (14) zwischen der ersten Schweißfläche (12a) und der zweiten Schweißfläche (12b) 0,05 mm bis 0,3 mm, insbesondere 0,1 mm bis 0,2 mm, beträgt.

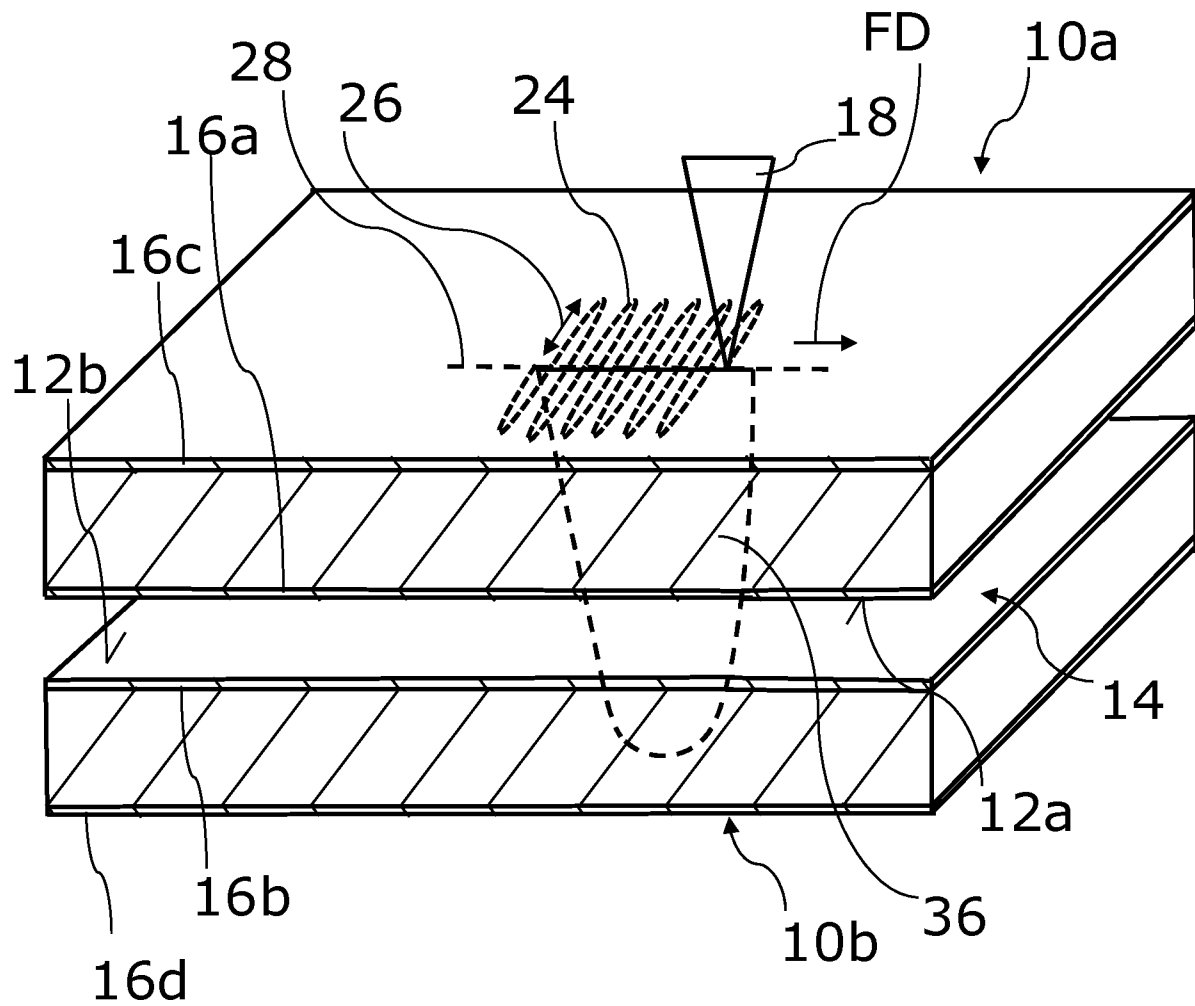
20

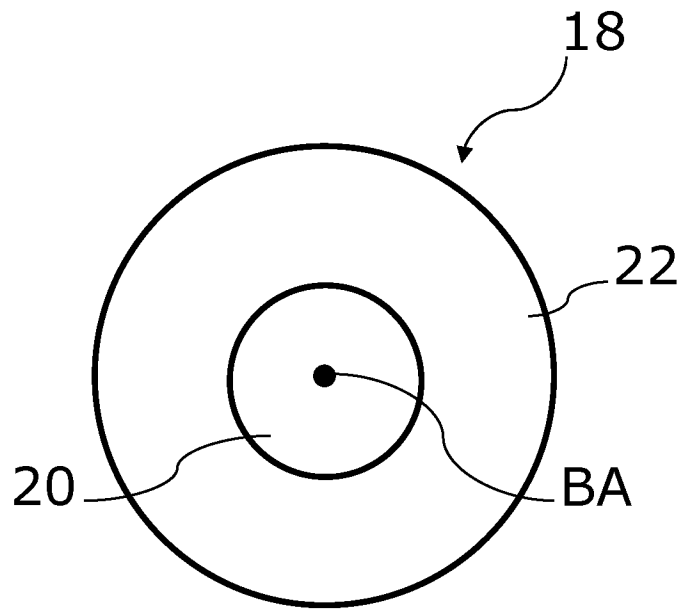
13.Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Anteil der Leistung des inneren Kerns (20) des Laserstrahls (18) 20 % bis 80 % der Gesamtleistung des inneren Kerns (20) und des äußeren Rings (22) des Laserstrahls (18) beträgt, insbesondere 59 % bis 61 % der Gesamtleistung.

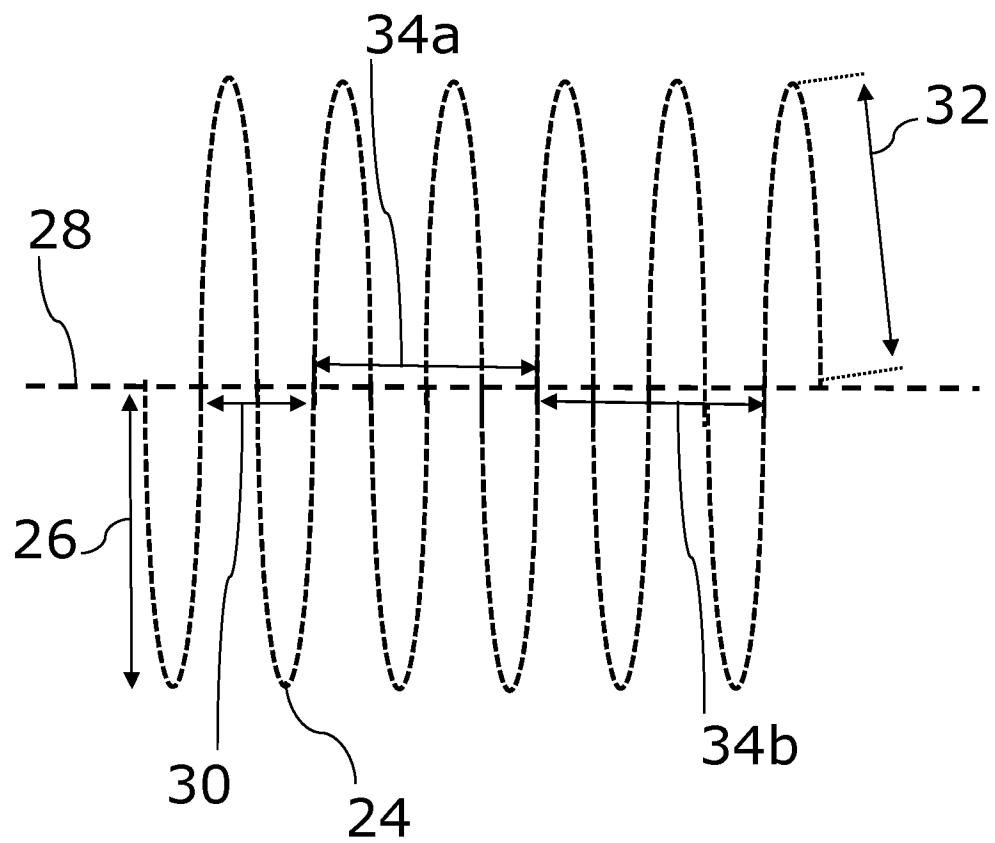
25

14.Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Geschwindigkeit des Laserstrahls (18) entlang der Vorschublinie (28) während der Taumelbewegung 2 m/min bis 8 m/min, insbesondere 3 m/min bis 5 m/min beträgt.

30

**Fig. 1**

**Fig. 2**

**Fig. 3**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/084803**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B23K 26/08(2014.01)i; **B23K 26/244**(2014.01)i; **B23K 26/322**(2014.01)i; **B23K 26/06**(2014.01)i; **B23K 26/242**(2014.01)i;
B23K 103/04(2006.01)i; **B23K 101/00**(2006.01)i; **B23K 101/34**(2006.01)i; **B23K 101/18**(2006.01)i; **B23K 26/073**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003305581 A (TOYOTA MOTOR CORP) 28 October 2003 (2003-10-28) paragraphs [0006], [0012], [0015]; claims 1-4; figures 1, 3, 4	1-14
A	EP 1640109 A2 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 29 March 2006 (2006-03-29) paragraphs [0002], [0012], [0014], [0015]; claims 1-5	1-14
A	US 2011139753 A1 (LEE MUN-YONG [KR] ET AL) 16 June 2011 (2011-06-16) paragraphs [0019], [0022], [0037]; claims 1-13; figures 1-4	1-14
A	EP 3305458 B1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 15 April 2020 (2020-04-15) paragraphs [0029], [0045]; claims 1-3; figures 2A-2C, 4A-4B, 8	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 March 2023

Date of mailing of the international search report

31 March 2023

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Pircher, Ernst

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/084803

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2003305581	A	28 October 2003	NONE			
EP	1640109	A2	29 March 2006	NONE			
US	2011139753	A1	16 June 2011	CN	102126084	A	20 July 2011
				DE	102010060983	A1	16 June 2011
				JP	5822376	B2	24 November 2015
				JP	2011125928	A	30 June 2011
				KR	20110067979	A	22 June 2011
				US	2011139753	A1	16 June 2011
EP	3305458	B1	15 April 2020	CN	107530830	A	02 January 2018
				EP	3305458	A1	11 April 2018
				JP	6846619	B2	24 March 2021
				JP	WO2016189855	A1	22 March 2018
				US	2018117707	A1	03 May 2018
				WO	2016189855	A1	01 December 2016

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/084803

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B23K26/08	B23K26/244
	B23K103/04	B23K101/00
	B23K101/34	B23K101/18
ADD.	B23K26/322	B23K26/06
	B23K26/242	B23K26/073
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B23K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2003 305581 A (TOYOTA MOTOR CORP) 28. Oktober 2003 (2003-10-28) Absätze [0006], [0012], [0015]; Ansprüche 1-4; Abbildungen 1, 3, 4 -----	1-14
A	EP 1 640 109 A2 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 29. März 2006 (2006-03-29) Absätze [0002], [0012], [0014], [0015]; Ansprüche 1-5 -----	1-14
A	US 2011/139753 A1 (LEE MUN-YONG [KR] ET AL) 16. Juni 2011 (2011-06-16) Absätze [0019], [0022], [0037]; Ansprüche 1-13; Abbildungen 1-4 -----	1-14
A	EP 3 305 458 B1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 15. April 2020 (2020-04-15) Absätze [0029], [0045]; Ansprüche 1-3; Abbildungen 2A-2C, 4A-4B, 8 -----	1-14
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
23. März 2023		31/03/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Pircher, Ernst

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/084803

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2003305581 A	28-10-2003	KEINE	
EP 1640109 A2	29-03-2006	KEINE	
US 2011139753 A1	16-06-2011	CN 102126084 A	20-07-2011
		DE 102010060983 A1	16-06-2011
		JP 5822376 B2	24-11-2015
		JP 2011125928 A	30-06-2011
		KR 20110067979 A	22-06-2011
		US 2011139753 A1	16-06-2011
EP 3305458 B1	15-04-2020	CN 107530830 A	02-01-2018
		EP 3305458 A1	11-04-2018
		JP 6846619 B2	24-03-2021
		JP WO2016189855 A1	22-03-2018
		US 2018117707 A1	03-05-2018
		WO 2016189855 A1	01-12-2016