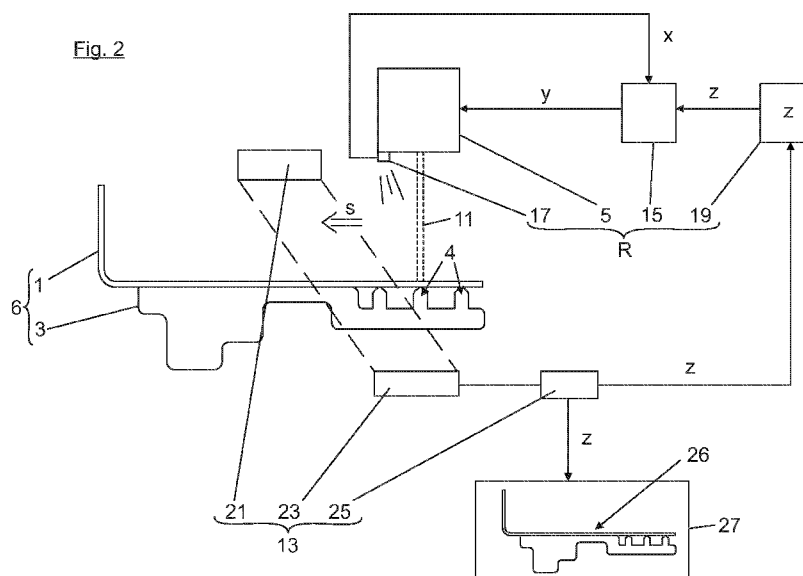


(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/251594 A1

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AI, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, 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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MK, MN, MU, 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,

(54) Bezeichnung: PROZESSANORDNUNG SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER BAUGRUPPE



[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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, SC, 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)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Prozessanordnung mit einem Schweißgerät (5) und mit einer zu verschweißenden Baugruppe (6), bestehend aus einem dem Schweißgerät (5) zugewandten oberen Werkstück (1) und einem vom Schweißgerät (5) abgewandten unteren Werkstück (3), wobei mit dem Schweißgerät (5) eine Lochschweißnaht (4) durch das überlappende obere Werkstück (1) in das untere Werkstück (3) schweißbar ist, und wobei das Schweißgerät (5) in einem Steuer-/Regelkreis (R) eingebunden ist, in dem eine elektronische Steuereinheit (15) in Abhängigkeit von einer Sollvorgabe (z), insbesondere Soll-Nahtdicke, das Schweißgerät (5) mit einem Stellsignal (y) ansteuert. Erfindungsgemäß ist die Prozessanordnung ein selbstlernendes System, bei dem die Sollvorgabe (z) in einem dem Schweißvorgang prozesstechnisch vorgeschalteten Anlernprozess ermittelbar ist.

Beschreibung

5

Prozessanordnung sowie Verfahren zur Herstellung einer Baugruppe

Die Erfindung betrifft eine Prozessanordnung sowie ein Verfahren zur
10 Herstellung einer Baugruppe nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 oder
nach Anspruch 9.

In der Serienfertigung von Automobilkarosserien sind mittels Industrielaser
durchgeführte Schweiß- oder Lötprozesse etabliert, um zum Beispiel eine
15 Mischbaugruppe aus einem Metallgussteil und einem Metallblechteil zu fügen.

Eine gattungsgemäße Prozessanordnung weist ein Schweißgerät auf, mittels
dem Fügepartner über eine als Schweißnaht ausgebildete Verbindungsnaht
miteinander stoffschlüssig verbindbar sind. Das Schweiß- oder Lötgerät ist in
20 einem Regelkreis eingebunden, in dem eine elektronische Steuereinheit in
Abhängigkeit von einer Sollvorgabe einen die Nahtqualität beeinflussenden
Nahtparameter des Schweiß- oder Lötgeräts einstellt. Der Regelkreis weist zum
Beispiel einen optischen Sensor zur foto-optischen Erfassung eines
Oberflächenprofils der im Schweiß- oder Lötvorgang gebildeten
25 Verbindungsnaht auf. Dieser Sensor erzeugt einen Istwert, der in der
elektronischen Steuereinheit mit einer Sollvorgabe verglichen wird. Aus dem
Vergleich zwischen Istwert und Sollvorgabe ermittelt die Steuereinheit einen
Stellwert, mit dem das Schweißgerät ansteuerbar ist.

Mit Hilfe des optischen Sensors erfolgt eine 2D-Erfassung der Verbindungsnaht-Oberfläche, so dass lediglich äußere Qualitätsmerkmale der Verbindungsnaht in die Regelung einfließen.

- 5 Aus der DE 10 2015 016 513 B4 ist eine Prozessanordnung mit einem Schweißgerät bekannt, mit dessen Hilfe eine Bauteilverbindung herstellbar ist, deren Fügepartner über eine Verbindungsnaht miteinander verbunden sind. Das Schweiß- oder Lötgerät ist in einem Regelkreis eingebunden. Der Regelkreis weist für eine Istwert-Erfassung ein Röntgengerät auf, das mittels
10 Durchstrahlung der Fügezone die inneren Qualitätsmerkmale der Verbindungsnaht erfasst und daraus einen Istwert ermittelt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Prozessanordnung sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Bauteilverbindung bereitzustellen, die im
15 Vergleich zum Stand der Technik ein verbessertes Schweißergebnis mit reduziertem Energieaufwand ermöglicht.

Die Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruches 1 oder 9 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen
20 offenbart.

Die Erfindung geht von einer Prozessanordnung mit einem Schweißgerät und mit einer zu verschweißenden Baugruppe aus. Die Baugruppe weist ein, dem Schweißgerät zugewandtes oberes Werkstück und ein vom Schweißgerät
25 abgewandtes unteres Werkstück auf. Mit dem Schweißgerät wird eine Lochschweißnahtverbindung erzeugt, bei der das Schweißgerät eine Lochschweißnaht durch das überlappende obere Werkstück in das untere Werkstück schweißt. Das Schweißgerät bewegt sich dabei während des Schweißprozesses in einer Schweißrichtung entlang einer Schweißbahn. Das
30 Schweißgerät ist in einem Steuer-/Regelkreis eingebunden, in dem eine

elektronische Steuereinheit in Abhängigkeit von einer Sollvorgabe, insbesondere Soll-Nahtdicke, das Schweißgerät mit einem Stellsignal ansteuert.

- 5 Eine Lochschweißnahtverbindung kann problematisch sein, wenn das vom Schweißgerät abgewandte, untere Werkstück entlang der Schweißbahn eine komplexe Bauteilgeometrie aufweist, zum Beispiel Freiräume an der Kontaktfläche zum oberen Werkstück, und/oder unterschiedliche Materialstärken entlang der Schweißbahn. Derart komplexe Bauteilgeometrien
- 10 des unteren Werkstückes sind von einem, zum Beispiel am Schweißgerät angeordneten foto-optischen Sensor nicht erfassbar; dieser kann lediglich die äußeren, sichtbaren Qualitätsmerkmale der Lochschweißnaht-Oberfläche erfassen.
- 15 Im Stand der Technik wird beim Lochschweißnahtschweißen daher die Sollvorgabe (insbesondere Nahtdicke bzw. Einschweißtiefe) ausreichend groß bemessen, damit für die entlang der Schweißbahn variierende Bauteilgeometrie des unteren Werkstücks stets eine Nahtsicherheit gewährleistet ist, und zwar selbst bei für das Schweißergebnis ungünstiger Bauteilgeometrie des unteren
- 20 Werkstücks. Eine solche übermäßig große Sollvorgabe (zum Beispiel Soll-Nahtdicke bzw. Einschweißtiefe) ist jedoch mit einem übermäßig hohen Schweißenergieaufwand verbunden.

- In Abkehr davon ist gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 die
- 25 Prozessanordnung ein selbstlernendes System, bei dem die Sollvorgabe in einem dem Schweißvorgang prozesstechnisch vorgeschalteten Anlernprozess ermittelt wird. Dem Steuer-/Regelkreis wird daher nicht mehr (wie im Stand der Technik) eine übermäßig Sollvorgabe bereitgestellt. Vielmehr wird im erfindungsgemäßen Anlernprozess die Sollvorgabe in Abhängigkeit von der
- 30 entlang der Schweißbahn variierenden Bauteilgeometrie des unteren

Werkstückes angepasst. Dadurch wird die Sollvorgabe (das heißt Soll-Nahtdicke bzw. Einschweißtiefe) – und damit auch der damit korrelierende Schweißenergieverbrauch – im Vergleich zum Stand der Technik gesenkt, ohne die Nahtsicherheit zu beeinträchtigen.

5

Zur Durchführung des Anlernprozesses kann die Prozessanordnung eine Radiometrievorrichtung aufweisen, die eine Prüfung der zu verschweißenden Fügezone mittels Durchstrahlung durchführt. Die Radiometrievorrichtung kann eine Röntgen- oder Gammastrahlung erzeugende Strahlungsquelle und einen
10 bildgebenden Erfassungsbaustein aufweisen. Die Strahlungsquelle wird bei der 3D-Erfassung der zu verschweißenden Fügezone als eine Durchlichtstrahlungsquelle eingesetzt, die den Fügebereich komplett durchleuchtet. Mit Hilfe des bildgebenden Erfassungsbausteins wird von der durchleuchteten Fügezone ein Strahlungsintensitätsbild erzeugt. Ein
15 Auswertebaustein der Radiometrievorrichtung ermittelt unter Auswertung des Strahlungsintensitätsbildes die Sollvorgabe.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante kann in dem Regelkreis ein foto-optischer Sensor eingebunden sein. Der Sensor kann als Istwert ein
20 Oberflächenprofil (zum Beispiel eine Schweißnaht-Aufwölbung) der im Schweißvorgang gebildeten Lochschweißnaht foto-optisch erfassen. Die elektronische Steuereinheit des Regelkreises kann einen Vergleichersbaustein aufweisen, der auf der Grundlage eines Soll/Istwert-Vergleichs das Stellsignal erzeugt, mit dem das Schweißgerät während des Schweißvorgangs
25 ansteuerbar ist, zum Beispiel um die Laserleistung zu erhöhen oder zu reduzieren.

In einer ersten Ausführungsvariante kann der Anlernprozess zur Ermittlung der Sollvorgabe während der Schweißoperation permanent durchgeführt werden. In
30 diesem Fall findet also der Anlernprozess unmittelbar während des

Schweißvorganges statt; das heißt, dass die Radiometrievorrichtung die zu verschweißende Fügezone während des Schweißvorgangs durchleuchtet, woraus ein Strahlungsintensitätsbild erzeugt wird, aus dem Sollvorgabe ermittelbar ist.

5

Alternativ dazu kann die Prozessanordnung eine Röntgenstation und eine prozesstechnisch nachgeschaltete Schweißstation aufweisen. In diesem Fall ergibt sich der folgende Prozessverlauf: In einem ersten Prozessschritt werden die zu verschweißenden Werkstücke zueinander lagerichtig in einer Schweißposition vorpositioniert. Anschließend folgt ein zweiter Prozessschritt, in dem die Baugruppe zur Röntgenstation transferierbar ist. In der Röntgenstation findet der Anlernprozess statt, aus dem die Sollvorgabe für den nachfolgenden Schweißprozess ermittelt wird. Im dritten Prozessschritt wird die Baugruppe zur Schweißstation transferiert, in der der Schweißvorgang in Abhängigkeit von der Sollvorgabe durchführbar ist.

In einer bevorzugten Weiterbildung kann der Prozessanordnung eine Simulationseinheit zugeordnet sein, die ein Berechnungsmodell der Baugruppe erzeugt, mittels dem in einer Festigkeitsberechnung die Bauteilsicherheit der Baugruppe berechnet wird. Im Fahrzeugbau kann beispielhaft die Crashesicherheit der Baugruppe berechnet werden. Erfindungsgemäß kann die Simulationseinheit in Signalverbindung mit der Radiometrievorrichtung sein. In diesem Fall kann die Berechnung der Bauteilsicherheit auf der Grundlage des in der Radiometrievorrichtung erzeugten Strahlungsintensitätsbildes durchgeführt werden, insbesondere auf der Grundlage der vom Auswertebaustein ermittelten Sollvorgabe. Beispielhaft kann die Sollvorgabe eine Soll-Nahtdicke sein. In diesem Fall wird die Soll-Nahtdicke für die Festigkeitsberechnung in der Simulationseinheit zugrunde gelegt.

Das Schweißgerät kann als ein Laserschweißgerät realisiert sein, das die Werkstücke mittels der Lochschweißnaht verbindet. Die erzeugte Baugruppe kann eine Mischbaugruppe sein, bei der das obere Werkstück ein Metallblechteil ist, während das untere Werkstück ein Metallgussteil ist.

5

Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der beigefügten Figuren beschrieben.

Es zeigen:

10

Fig. 1 bis 3 jeweils unterschiedliche Darstellungen; anhand derer die Prozessanordnung sowie das Verfahren zur Herstellung bei einer Baugruppe veranschaulicht sind.

15 In der Figur 1 ist eine fertiggestellte Mischbaugruppe 6 in Schnittdarstellung gezeigt, bei der ein oberes Werkstück 1 ein Metallblechteil ist, während ein unteres Werkstück 3 ein Metallgussteil ist. Das obere Metallblechteil 1 ist in einem Laserschweißprozess (Figuren 2 oder 3) mittels einer Lochschweißnaht 4 mit dem unteren Metallgussteil 3 verschweißt worden.

20

Gemäß der Figur 1 weist das untere Metallgussteil 3 entlang der Schweißbahn eine komplexe Bauteilgeometrie auf; d.h. Freiräume 7 an der Kontaktfläche zum oberen Metallblechteil 1, die über Materialdome 9 voneinander beabstandet sind. Die Materialdome 9 sind in Schweißverbindung mit dem Metallblechteil 1.

25 Beispielhaft können die Freiräume 7 Kühlmittelkanäle sein, die über die Materialdome 9 sowie die Lochschweißnaht 4 voneinander fluiddicht getrennt sind. Im weiteren Verlauf der Lochschweißnaht 4 (das heißt in der Figur 1 nach links) variieren die Materialstärken s_1 bis s_4 des unteren Metallgussteils 3.

In der Figur 1 ist die Nahtdicke d der Lochschweißnaht 4 in Längsrichtung nicht durchgängig konstant, sondern variiert diese in Abhängigkeit von der jeweiligen Bauteilgeometrie des unteren Metallgussteils 3. Die Nahtdicke d ist dabei stets so an die Bauteilgeometrie des unteren Metallgussteils 3 angepasst, dass eine ausreichende Nahtsicherheit gewährleistet ist. Durch die Anpassung der Nahtdicke d an die entlang der Schweißbahn variierende Bauteilgeometrie des unteren Metallgussteils 3 kann der Energieverbrauch des Schweißgerätes 5 auf ein Minimum beschränkt und trotzdem die Nahtsicherheit gewährleistet werden.

Die in der Figur 1 gezeigte Mischbaugruppe 6 ist durch einen Laserschweißprozess herstellbar, wie er in der Figur 2 angedeutet ist. Demnach wird ein von dem Laserschweißgerät 5 erzeugter Laserstrahl 11 in der Schweißrichtung S entlang der Schweißbahn geführt. Im Laserschweißprozess ist es von Bedeutung, eine einwandfreie Lochschweißnahtqualität mit möglichst reduziertem Energieaufwand zu erzeugen. Hierzu ist gemäß der Figur 2 eine Prozessanordnung mit einem Regelkreis R sowie mit einer Radiometrievorrichtung 13 bereitgestellt, mit deren Hilfe der Laserschweißprozess durchführbar ist.

Ein Kern der Erfindung besteht darin, dass dem Laserschweißprozess ein Anlernprozess vorgeschaltet ist. Im Anlernprozess wird eine Sollvorgabe z des Regelkreises R ermittelt, und zwar unter Berücksichtigung der sich entlang der Schweißbahn variierenden Bauteilgeometrie des unteren Metallgussteils 3.

Wie aus der Figur 2 hervorgeht, besteht der Regelkreis R aus einer elektronischen Steuereinheit 15, dem Schweißgerät 5, einem optischen Sensor 17 sowie einer Sollvorgabeeinheit 19, die in Signalverbindung mit der elektronischen Steuereinheit 15 ist. Im Schweißprozess erfasst der optische Sensor 17 ein Oberflächenprofil, zum Beispiel eine Schweißnaht-Aufwölbung, der im Schweißvorgang gebildeten Lochschweißnaht 4 foto-optisch als Istwert

x. Anhand eines Soll-/Istwertvergleiches erzeugt die elektronische Steuereinheit 15 ein Stellsignal y zur Ansteuerung des Laserschweißgeräts 5.

In dem, dem Laserschweißprozess vorgeschalteten Anlernprozess wird mit Hilfe der Radiometrievorrichtung 13 die zu verschweißende Fügezone mittels Durchstrahlung geprüft. Hierzu weist die Radiometrievorrichtung 13 eine Strahlungsquelle 21, die Röntgen- oder Gammastrahlung erzeugt, und einen bildgebenden Erfassungsbaustein 23 auf. Während des Anlernprozesses wird die Strahlungsquelle 21 als Durchlichtstrahlungsquelle eingesetzt, die den Fügebereich durchleuchtet. Der bildgebende Erfassungsbaustein 23 erzeugt von dem durchleuchteten Fügebereich ein Strahlungsintensitätsbild. In einem nachgeschalteten Auswertebaustein 25 wird unter Auswertung des Strahlungsintensitätsbilds die Sollvorgabe z ermittelt, die zur Sollvorgabeeinheit 19 weiterleitbar ist.

Der Prozessanordnung ist außerdem eine Simulationseinheit 27 zugeordnet, in der ein Berechnungsmodell 26 der Baugruppe 6 erzeugt wird. Anhand des Berechnungsmodells 26 ermittelt die Simulationseinheit 27 die Bauteilsicherheit der Baugruppe 6 durch eine Festigkeitsberechnung. Die Simulationseinheit 27 ist in Signalverbindung mit dem Auswertebaustein 25 der Radiometrievorrichtung 13. Entsprechend kann die Festigkeitsberechnung in der Simulationseinheit 27 auf der Grundlage des von der Radiometrievorrichtung 13 erzeugten Sollvorgabe z, d.h. insbesondere der Soll-Nahttiefe, durchgeführt werden.

In der Figur 3 ist eine Prozessanordnung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel gezeigt. Alternativ zur Figur 2 weist die Prozessanordnung in der Figur 3 eine Röntgenstation 28 und eine prozesstechnisch nachgeschaltete Schweißstation 29 auf. Der Schweißprozess wird in dieser Prozessanordnung wie folgt durchgeführt: In einem ersten Prozessschritt I

werden die zu verschweißenden Werkstücke 1, 3 zueinander lagerichtig in eine Schweißposition vorpositioniert. Anschließend folgt ein zweiter Prozessschritt II, in dem die Baugruppe 6 zur Röntgenstation 28 transferiert wird. In der Röntgenstation 28 findet der Anlernprozess statt, aus dem die Sollvorgabe z für
5 den nachfolgenden Schweißprozess ermittelt wird. Im dritten Prozessschritt III wird die Baugruppe 6 zur Schweißstation 29 transferiert, in der der Schweißvorgang in Abhängigkeit von der Sollvorgabe z durchgeführt ist.

Bezugszeichenliste

5		
	1	oberes Werkstück
	3	unteres Werkstück
	4	Lochschweißnaht
	5	Schweißgerät
10	6	Baugruppe
	7	Freiraum
	9	Materialdom
	11	Laserstrahl
	13	Radiometrievorrichtung
15	15	elektronische Steuereinheit
	17	optischer Sensor
	19	Sollvorgabeeinheit
	21	Strahlungsquelle
	23	bildgebender Erfassungsbaustein
20	25	Auswertebaustein
	26	Berechnungsmodell
	27	Simulationseinheit
	28	Röntgenstation
	29	Schweißstation
25	z	Sollvorgabe
	y	Stellwert
	x	Istwert
	S	Schweißrichtung
	R	Regelkreis
30	I bis III	Prozessschritte

Patentansprüche

5

1. Prozessanordnung mit einem Schweißgerät (5) und mit einer zu verschweißenden Baugruppe (6), bestehend aus einem dem Schweißgerät (5) zugewandten oberen Werkstück (1) und einem vom Schweißgerät (5) abgewandten unteren Werkstück (3), wobei mit dem Schweißgerät (5) eine Lochschweißnaht (4) durch das überlappende obere Werkstück (1) in das untere Werkstück (3) schweißbar ist, und wobei das Schweißgerät (5) in einem Steuer-/Regelkreis (R) eingebunden ist, in dem eine elektronische Steuereinheit (15) in Abhängigkeit von einer Sollvorgabe (z), insbesondere Soll-Nahtdicke, das Schweißgerät (5) mit einem Stellsignal (y) ansteuert, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prozessanordnung ein selbstlernendes System ist, bei dem die Sollvorgabe (z) in einem dem Schweißvorgang prozesstechnisch vorgeschalteten Anlernprozess ermittelbar ist.

20

2. Prozessanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Durchführung des Anlernprozesses die Prozessanordnung eine Radiometrievorrichtung (13) aufweist, die eine Prüfung der zu verschweißenden Fügezone mittels Durchstrahlung durchführt.

25

3. Prozessanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Radiometrievorrichtung (13) einen bildgebenden Erfassungsbaustein (23), der von der durchleuchteten Fügezone ein Strahlungsintensitätsbild erzeugt, und einen Auswertebaustein (25)

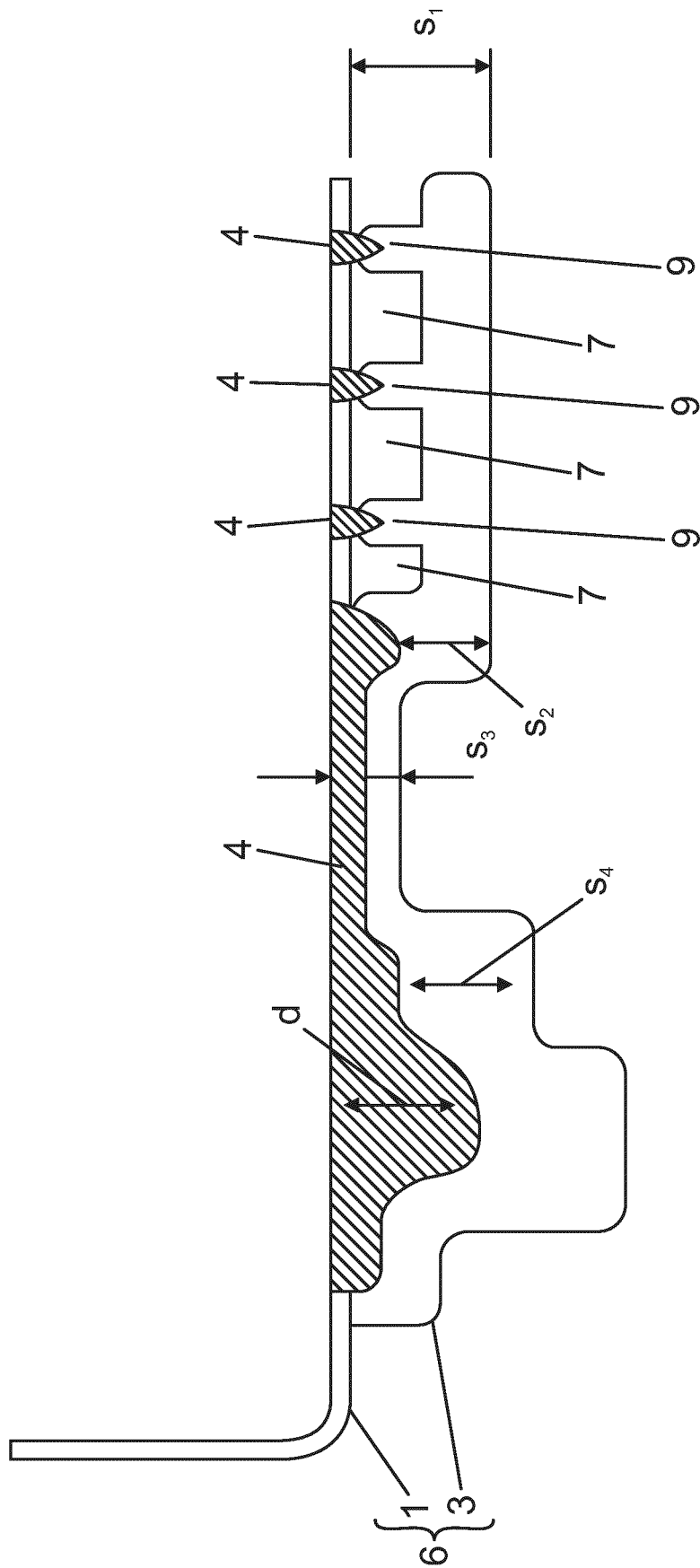
aufweist, der unter Auswertung des Strahlungsintensitätsbildes die Sollvorgabe (z) ermittelt.

4. Prozessanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Regelkreis (R) ein Sensor (17) eingebunden ist, der als Istwert (x) ein Oberflächenprofil der im Schweißvorgang gebildeten Lochschweißnaht (4) foto-optisch erfasst, und dass die elektronische Steuereinheit (19) aus einem Vergleich des Istwerts (x) mit der Sollvorgabe (z) das Stellsignal (y) zur Ansteuerung des Schweißgeräts (5) erzeugt.
5. Prozessanordnung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prozessanordnung eine Röntgenstation (28) und eine prozesstechnisch nachgeschaltete Schweißstation (29) aufweist, und dass in
- einem ersten Prozessschritt (I) die zu verschweißenden Werkstücke (1, 3) zueinander lagerichtig in einer Schweißposition vorpositionierbar sind;
 - einem zweiten Prozessschritt (II) die Baugruppe (6) zur Röntgenstation (28) transferierbar ist, in der der Anlernprozess stattfindet, aus dem die Sollvorgabe (z) für den nachfolgenden Schweißprozess ermittelbar ist; und
 - in einem dritten Prozessschritt (III) die Baugruppe (6) zur Schweißstation (29) transferiert wird, in der der Schweißvorgang in Abhängigkeit von der Sollvorgabe (z) durchführbar ist.
6. Prozessanordnung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anlernprozess während des Schweißvorgangs stattfindet, und dass insbesondere die

Radiometrievorrichtung (13) die zu verschweißende Fügezone während des Schweißvorgangs durchleuchtet.

7. Prozessanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prozessanordnung eine Simulationseinheit (27) aufweist, mit der die Bauteilsicherheit, insbesondere Crashesicherheit, der Baugruppe (6) berechenbar ist, und dass insbesondere die Simulationseinheit (27) in Signalverbindung mit der Radiometrievorrichtung (13) ist, so dass die Berechnung der Bauteilsicherheit auf der Grundlage des in der Radiometrievorrichtung (13) erzeugten Strahlungsintensitätsbildes erfolgt, insbesondere auf der Grundlage der vom Auswertebaustein (25) ermittelten Sollvorgabe (z).
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schweißgerät (5) ein Laserschweißgerät ist, das die Werkstücke (1, 3) mittels einer Lochschweißnaht (4) verbindet, und/oder dass die Baugruppe (6) eine Mischbaugruppe ist, bei der das obere Werkstück (1) ein Blechteil ist und das untere Werkstück (3) ein Metallgussteil ist.
9. Verfahren zur Herstellung einer Baugruppe mittels einer Prozessanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Fig. 1



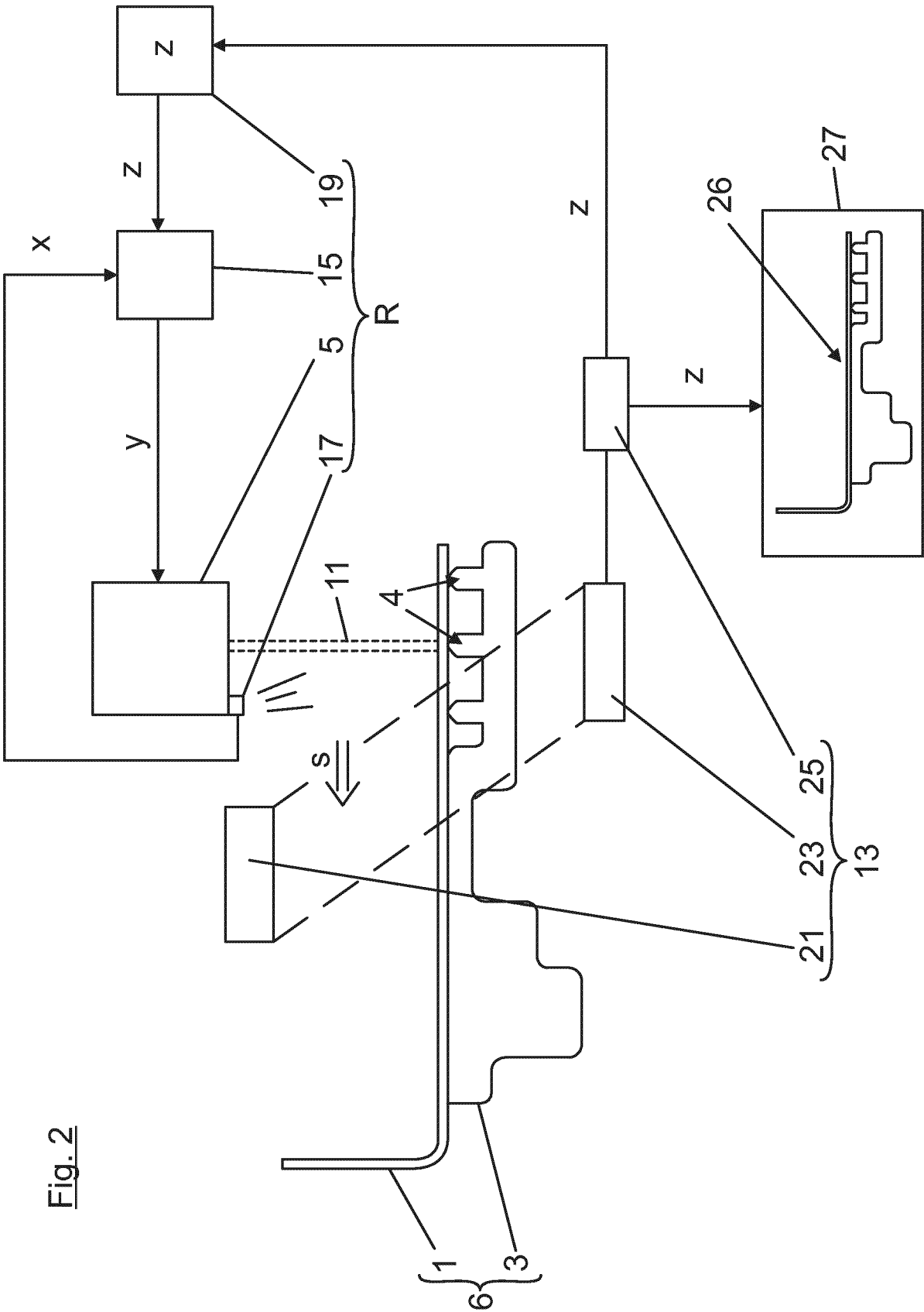
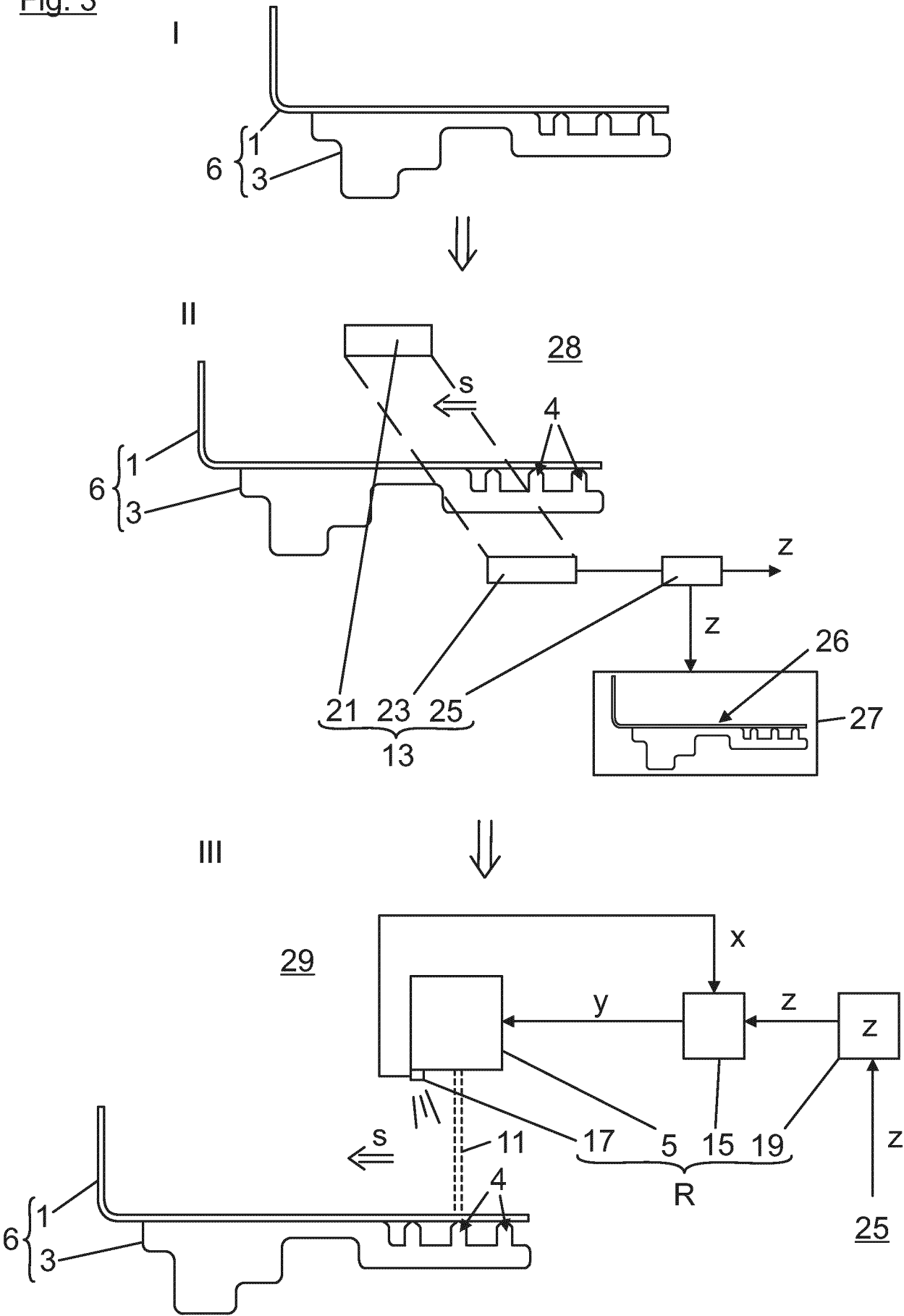


Fig. 2

Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/064821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B23K 26/03**(2006.01)i; **B23K 26/244**(2014.01)i; **B23K 26/60**(2014.01)i; **B23K 31/00**(2006.01)i; **G01N 23/046**(2018.01)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; G01N

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102015016513 B4 (AUDI AG [DE]) 05 August 2021 (2021-08-05) paragraphs [0014], [0032], [0034], [0039], [0041], [0042], [0044] - [0046]; figures 1,2,3	1-9
X	JP 2010207884 A (RYOBI LTD) 24 September 2010 (2010-09-24) paragraph [0024]; figure 5	1-3,5,7-9
X	EP 2067025 B1 (FORSCHUNGSZENTRUM JUELICH GMBH [DE]) 24 April 2013 (2013-04-24) paragraphs [0011], [0038], [0042] - [0049], [0099]; figure 3	1-3, 5-9



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

04 September 2024

Date of mailing of the international search report

26 September 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

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

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

Authorized officer

Kramer, Ellen

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/064821

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
DE	102015016513	B4	05 August 2021	NONE			
JP	2010207884	A	24 September 2010	NONE			
EP	2067025	B1	24 April 2013	DE	102006000480	A1	03 April 2008
				DK	2067025	T3	27 May 2013
				EP	2067025	A2	10 June 2009
				ES	2410539	T3	02 July 2013
				PL	2067025	T3	30 August 2013
				WO	2008037580	A2	03 April 2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B23K26/03 B23K26/244 B23K26/60 B23K31/00 G01N23/046 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B23K G01N		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2015 016513 B4 (AUDI AG [DE]) 5. August 2021 (2021-08-05) Absätze [0014], [0032], [0034], [0039], [0041], [0042], [0044] - [0046]; Abbildungen 1,2,3 -----	1 - 9
X	JP 2010 207884 A (RYOBI LTD) 24. September 2010 (2010-09-24) Absatz [0024]; Abbildung 5 -----	1 - 3, 5, 7 - 9
X	EP 2 067 025 B1 (FORSCHUNGSZENTRUM JUELICH GMBH [DE]) 24. April 2013 (2013-04-24) Absätze [0011], [0038], [0042] - [0049], [0099]; Abbildung 3 -----	1 - 3, 5 - 9
☐ 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 4. September 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 26/09/2024
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 Kramer, Ellen

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/064821

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015016513 B4	05-08-2021	KEINE	
JP 2010207884 A	24-09-2010	KEINE	
EP 2067025 B1	24-04-2013	DE 102006000480 A1	03-04-2008
		DK 2067025 T3	27-05-2013
		EP 2067025 A2	10-06-2009
		ES 2410539 T3	02-07-2013
		PL 2067025 T3	30-08-2013
		WO 2008037580 A2	03-04-2008