

(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
23. März 2023 (23.03.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/041302 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B25J 9/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/073682

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. August 2022 (25.08.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 124 053.0
17. September 2021 (17.09.2021) DE

(71) Anmelder: BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).

(72) Erfinder: HOPF, Timo; Eigenheimstraße 1a, 85764 Oberschleißheim (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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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,

(54) Title: METHOD FOR PROVIDING INFORMATION FOR A ROBOT DEVICE AND AN ELECTRONIC COMPUTING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BEREITSTELLEN VON INFORMATIONEN FÜR EINE ROBOTEREINRICHTUNG SOWIE ELEKTRONISCHE RECHENEINRICHTUNG

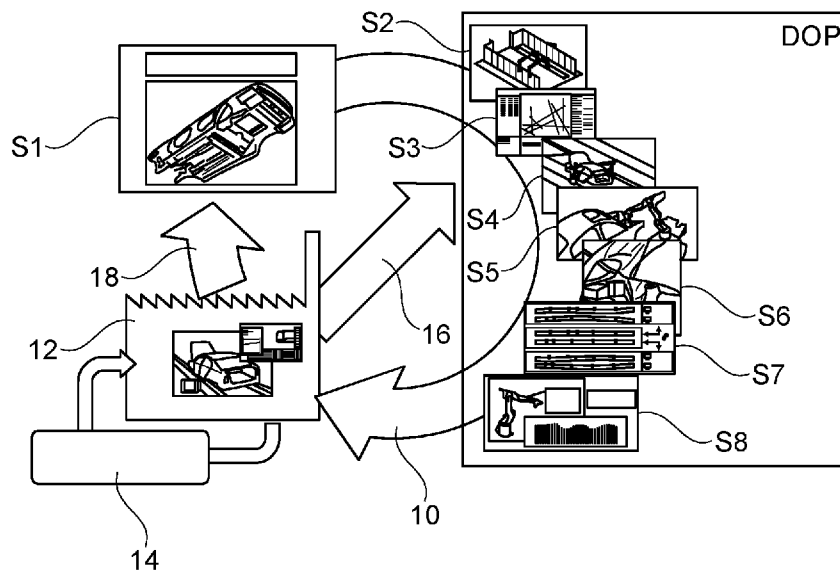


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for providing information for a robot device which is designed to provide a seam on a motor vehicle component, in which method a construction space model for a motor vehicle comprising the motor vehicle component is produced (V1), respective seams to be provided on the motor vehicle are received in the construction space model (V2), a seam primary key is produced for each seam and stored in the construction space model, wherein the seam primary key characterizes at least one property of the associated seam (V3), and the robot device is controlled depending on the construction space model with the respective seam primary keys of the seams (V4).



WO 2023/041302 A1

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, 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 ein Verfahren zum Bereitstellen von Informationen für eine Robotereinrichtung, welche dazu eingerichtet ist, eine Naht an einem Kraftfahrzeugbauteil anzubringen, bei welchem ein Bauraummodell für ein das Kraftfahrzeugbauteil umfassendes Kraftfahrzeug erstellt wird (V1), jeweilige an dem Kraftfahrzeug anzubringende Nähte in dem Bauraummodell aufgenommen werden (V2), für jede Naht ein Nahtprimärschlüssel erstellt und in dem Bauraummodell hinterlegt wird, wobei der Nahtprimärschlüssel wenigstens eine Eigenschaft der zugeordneten Naht charakterisiert (V3), und die Robotereinrichtung in Abhängigkeit von dem Bauraummodell mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln der Nähte gesteuert wird (V4).

- 5 Verfahren zum Bereitstellen von Informationen für eine Robotereinrichtung sowie elektro-
nische Recheneinrichtung

Beschreibung

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bereitstellen von Informationen für eine Roboter-
einrichtung sowie eine elektronische Recheneinrichtung.

- 15 Die WO 2018/099980 A1 offenbart eine Düsenvorrichtung zur Abgabe eines viskosen
Auftragsmediums in Form mindestens eines Strahls auf ein Bauteil. Bei dem viskosen
Auftragsmedium handelt es sich insbesondere um Polyvinylchlorid. Die Düsenvorrichtung
kann insbesondere mittels eines Roboters geführt werden.

- 20 Beim Bearbeiten von Bauteilen kann sich das Problem ergeben, dass Roboterprogramme
für jeweilige Robotereinrichtungen manuell zu programmieren oder bestehende Roboter-
programme an jeweilige Robotereinrichtungen manuell anzupassen sind. Dies kann mit
großem Arbeitsaufwand verbunden sein.

- 25 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Lösung zu schaffen, welche eine
besonders einfache Programmierung einer Robotereinrichtung für ein Anbringen einer
Naht an einem Kraftfahrzeugbauteil ermöglicht.

- 30 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Pa-
tentanspruchs gelöst. Weitere mögliche Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unter-
ansprüchen, der Beschreibung und den Figuren offenbart.

- 35 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bereitstellen von Informationen für eine Roboter-
einrichtung, wobei die Robotereinrichtung wiederum dazu eingerichtet ist, eine Naht an
einem Kraftfahrzeugbauteil anzubringen. Über diese Naht kann das Kraftfahrzeugbauteil

beispielsweise mit einer weiteren Komponente verbunden und/oder gegen die weitere Komponente abgedichtet werden.

5 Beispielsweise wäre es denkbar, eine Roboterprogrammierung im Lackierereiumfeld manuell auf Basis von Vorgaben in Form eines PDF-Dokuments für die jeweilige Applikation durchzuführen, insbesondere anhand von PVC-Bauraummodellen oder Lackierflächenkatalogen.

10 Stattdessen ist es bei dem Verfahren vorgesehen, dass ein Bauraummodell für ein das Kraftfahrzeugbauteil umfassendes Kraftfahrzeug erstellt wird. Bei dem Bauraummodell handelt es sich insbesondere um ein dreidimensionales Modell, welches das Kraftfahrzeugbauteil im Zusammenspiel mit weiteren Komponenten eines das Kraftfahrzeugbauteil aufweisenden Kraftfahrzeugs, insbesondere das gesamte Kraftfahrzeug, repräsentiert. Insbesondere ist in dem Bauraummodell abgebildet, wie jeweilige Kraftfahrzeugbauteile
15 des Kraftfahrzeugs relativ zueinander angeordnet sind.

Bei dem Verfahren ist es weiterhin vorgesehen, dass jeweilige an dem Kraftfahrzeug anzubringende Nähte in dem Bauraummodell aufgenommen werden. Mit anderen Worten, werden die an dem Kraftfahrzeugbauteil anzubringenden Nähte in dem Bauraummodell
20 hinterlegt. Bei dem Verfahren ist es weiterhin vorgesehen, dass für jede Naht ein Nahtprimärschlüssel erstellt und in dem Bauraummodell hinterlegt wird, wobei der Nahtprimärschlüssel wenigstens eine Eigenschaft der zugeordneten Naht charakterisiert. Bei dem Nahtprimärschlüssel handelt es sich insbesondere um eine Kennung, welche beispielsweise aus Zahlen und/oder Buchstaben gebildet sein kann. Diese Kennung charakterisiert
25 die wenigstens eine Eigenschaft der Naht. Über diesen Nahtprimärschlüssel kann somit die jeweilige dem Nahtprimärschlüssel zugeordnete Naht eindeutig identifiziert und charakterisiert sein. Bei dem Verfahren ist es weiterhin vorgesehen, dass die Robotereinrichtung in Abhängigkeit von dem Bauraummodell mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln der Nähte gesteuert wird. Die Robotereinrichtung kann somit in Abhängigkeit von dem
30 dreidimensionalen Modell des Kraftfahrzeugbauteils beziehungsweise des Kraftfahrzeugs gesteuert werden, wobei die jeweiligen an das Kraftfahrzeugbauteil anzubringenden Nähte durch die zugeordneten Nahtprimärschlüssel eindeutig identifiziert und vorgegeben sind. Durch das Bauraummodell, in welchem die Nahtprimärschlüssel der jeweiligen Nähte hinterlegt sind, wird ermöglicht, dass unterschiedliche Robotereinrichtungen anhand

des Bauraummodells besonders präzise gesteuert werden können, wodurch an jeweiligen Kraftfahrzeugbauteile reproduzierbar jeweilige Nähte angebracht werden können.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass anhand des Bauraum-
5 modells mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln der Nähte automatisiert ein Roboterpro-
gramm für die wenigstens eine Robotereinrichtung erstellt wird. Hierbei ist die Roboterein-
richtung dazu eingerichtet, anhand des Roboterprogramms gesteuert zu werden. Zum
einen wird durch das dreidimensionale Bauraummodell, in welchem die Nahtprimär-
10 schlüssel hinterlegt sind, überhaupt erst eine einfache automatische Erstellung des Robo-
terprogramms ermöglicht. Zum anderen kann durch das automatisierte Erstellen des Ro-
boterprogramms dieses Roboterprogramm besonders schnell für jeweilige Robotereinrich-
tungen bereitgestellt werden. Die jeweiligen Robotereinrichtungen können somit mit be-
sonders wenig Aufwand anhand des Bauraummodells über das automatisiert erstellte
15 Roboterprogramm gesteuert werden. Ein händisches Erstellen des Roboterprogramms
kann somit vorteilhafterweise entfallen.

In diesem Zusammenhang kann es insbesondere vorgesehen sein, dass das Roboterpro-
gramm automatisiert für eine Referenzrobotereinrichtung erstellt wird und über eine
20 Transfertabelle an die Robotereinrichtung angepasst wird. Die Transfertabelle beschreibt
eine Beziehung zwischen der Referenzrobotereinrichtung und der Robotereinrichtung. Die
Referenzrobotereinrichtung kann somit als Blaupause für jeweilige unterschiedliche Robo-
tereinrichtungen beim Erstellen des Roboterprogramms, insbesondere beim automatisier-
ten Erstellen des Roboterprogramms, herangezogen werden. Über die jeweiligen in der
25 Transfertabelle hinterlegten Beziehungen zwischen der Referenzrobotereinrichtung und
den jeweiligen Robotereinrichtungen, für welche das automatisiert erstellte Roboterpro-
gramm anzupassen ist, kann das Roboterprogramm besonders einfach und schnell an die
jeweilige Robotereinrichtung, in welcher das Roboterprogramm einzusetzen ist, ange-
passt werden. Hierdurch kann das Roboterprogramm besonders universal für unter-
30 schiedlichste Robotereinrichtungen herangezogen werden, indem über die Transfertabelle
das Roboterprogramm an die jeweilige entsprechend dem Roboterprogramm zu steuern-
de Robotereinrichtung angepasst wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass für das Anbringen der
35 jeweiligen Naht das Roboterprogramm jeweilige Positionen für einen Endeffektor der Ro-
botereinrichtung vorgibt. Bei dem Endeffektor handelt es sich um einen sogenannten Tool

Center Point der Robotereinrichtung. Über das Roboterprogramm kann somit die jeweilige Robotereinrichtung besonders präzise über jeweilige Positionen des Endeffektors gesteuert werden. Dies ermöglicht ein besonders präzises Anbringen jeweiliger Nähte an das Kraftfahrzeugbauteil. Darüber hinaus ermöglicht das Steuern der jeweiligen Robotereinrichtung anhand des Roboterprogramms über die vorgegebenen Positionen des Endeffektors, dass mittels mehrerer unterschiedlicher Robotereinrichtungen zumindest im Wesentlichen gleiche Nähte an jeweilige Kraftfahrzeugbauteile angebracht werden können und somit die Nahtanbringung reproduzierbar ist.

10 In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine durch das Roboterprogramm vorgegebene Bewegung der Robotereinrichtung durch eine Simulation der Bewegung der Robotereinrichtung abgesichert wird und in Abhängigkeit von einem Ergebnis der Simulation das Roboterprogramm angepasst wird. Das bedeutet, dass durch die wenigstens eine Simulation das Roboterprogramm überprüft wird, bevor
15 die Robotereinrichtung anhand des Roboterprogramms gesteuert wird. Je nach Ergebnis der Überprüfung wird das Roboterprogramm angepasst oder bleibt unverändert und wird für das Steuern der Robotereinrichtung zur Verfügung gestellt. Das Überprüfen des Roboterprogramms anhand der Simulation ermöglicht, dass eine Kollision der Robotereinrichtung mit einem Element in einer Umgebung der Robotereinrichtung, beispielsweise mit dem Kraftfahrzeugbauteil, vermieden werden kann. Hierdurch kann eine Beschädigungsgefahr der Robotereinrichtung beim Steuern der Robotereinrichtung anhand des Roboterprogramms besonders gering gehalten werden.
20

In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass der jeweilige Nahtprimärschlüssel einen Applikationstyp der jeweiligen Naht und/oder eine Applikationsrichtung der jeweiligen Naht und/oder eine vorzunehmende Ausrichtung des Endeffektors der Robotereinrichtung relativ zu dem Kraftfahrzeugbauteil und/oder eine Verfahrensgeschwindigkeit der Robotereinrichtung ohne Applikation und/oder einen Applikationsparameter der Robotereinrichtung und/oder einen Endparameter für die jeweilige
25 Naht und/oder einzuhaltende Prämissen für die jeweilige Naht vorgibt. Als Applikationstyp der jeweiligen Naht kann der Nahtprimärschlüssel vorgeben, dass eine Flachnaht oder eine Rundnaht oder eine feine Naht oder eine flächige Applikation der Naht vorzunehmen ist. Als Applikationsrichtung der jeweiligen Naht kann beispielsweise vorgegeben werden, dass die Naht in Konstruktionsrichtung oder entgegengesetzt der Konstruktionsrichtung
30 an das Kraftfahrzeugbauteil anzubringen ist. Hierbei kann die Konstruktionsrichtung für
35

jede Naht separat vorgegeben werden. Als vorzunehmende Ausrichtung des Endeffektors der Robotereinrichtung relativ zu dem Kraftfahrzeugbauteil kann ein Applikationsabstand des Endeffektors zu dem Kraftfahrzeugbauteil und/oder ein herzustellender Winkel und/oder eine einzunehmende Geschwindigkeit des Endeffektors relativ zu dem Kraftfahrzeugbauteil für während der Applikation der Naht vorgegeben werden. Die Verfahrensgeschwindigkeit der Robotereinrichtung ohne Applikation beschreibt, wie lange die Robotereinrichtung benötigt, um von einer ersten an das Kraftfahrzeugbauteil anzubringenden Naht zu einer zweiten an dem Kraftfahrzeugbauteil anzubringenden Naht bewegt zu werden. Über diese Verfahrensgeschwindigkeit der Robotereinrichtung ist eine Standzeit der Robotereinrichtung vorgegeben. Als Applikationsparameter der Robotereinrichtung kann beispielsweise ein Vordruck eines für die Naht an dem Kraftfahrzeugbauteil anzubringenden Mediums und/oder ein Vorschub der Robotereinrichtung relativ zu dem Kraftfahrzeugbauteil und/oder ein Ende der jeweiligen Naht vorgegeben sein. Als Endparameter für die jeweilige Naht kann eine Nahtqualität der Naht, insbesondere an deren Anfang und/oder an deren Ende, vorgegeben werden, wodurch beispielsweise ein sanftes oder ein abruptes Auslaufen der jeweiligen Naht an dem Anfang beziehungsweise dem Ende definiert sein kann. Für das Vorgeben des Endparameters der jeweiligen Naht können somit ein Vorlaufparameter und/oder ein Nachlaufparameter der jeweiligen Naht vorgegeben sein. Als einzuhaltende Prämissen für die jeweilige Naht können Abschattungen beziehungsweise vorgegebene Vorränge jeweiliger Nahten relativ zueinander beziehungsweise ein erlaubtes beziehungsweise mögliches Überschleifen oder Aufreißen für die jeweiligen Nähte vorgegeben sein. Beispielsweise kann über die einzuhaltende Prämisse eine Reihenfolge von an dem Kraftfahrzeugbauteil anzubringenden Nähten vorgegeben sein. Insbesondere können gewisse Nahtkreuzungen als zulässig vorgegeben sein. Diese beschriebenen Vorgaben können in Form des Nahtprimärschlüssels in einer festgelegten Reihenfolge codiert werden. Über den Nahtprimärschlüssel sind somit jeweilige Eigenschaften der an dem Kraftfahrzeugbauteil anzubringenden Naht besonders präzise vorgegeben, wodurch die Naht besonders umfangreich durch den zugeordneten Nahtprimärschlüssel beschrieben wird. Hierdurch wird eine besonders gute Reproduzierbarkeit der anhand des Nahtprimärschlüssels an dem Kraftfahrzeugbauteil angebrachten Naht ermöglicht.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Bauraummodell ein dreidimensionales Bauraummodell ist. Durch die Ausgestaltung des dreidimensionalen Bauraummodells können Kollisionen jeweiliger Komponenten des Kraftfahrzeugs beson-

ders einfach ermittelt werden. Weiterhin können Verläufe jeweiliger an Kraftfahrzeugbauteilen des Kraftfahrzeugs anzubringender Nähte in einem dreidimensionalen Bauraum besonders präzise hinterlegt und in dem dreidimensionalen Bauraum besonders einfach erkannt werden. Das dreidimensionale Bauraummodell ermöglicht somit eine besonders einfache Darstellung des Kraftfahrzeugs.

Es kann in weiterer möglicher Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass als Naht an dem Kraftfahrzeugbauteil eine Polyvinylchlorid-Naht und/oder eine Wachснаht und/oder eine Schweißnaht und/oder eine Lacknaht angebracht werden. Mit anderen Worten kann das Kraftfahrzeugbauteil mit der Schweißnaht als Naht versehen werden, um das Kraftfahrzeugbauteil beispielsweise mit einer weiteren Komponente des Kraftfahrzeugs stoffschlüssig zu verbinden. Alternativ oder zusätzlich kann für das Anbringen der Naht Polyvinylchlorid und/oder Wachs und/oder Lack auf das Kraftfahrzeugbauteil aufgebracht werden.

In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, dass in dem Bauraummodell eine Reihenfolge für jeweilige anzubringende Nähte hinterlegt ist. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass jeweilige Nähte des Kraftfahrzeugbauteils lediglich zulässige Nahtkreuzungen aufweisen. Hierdurch kann eine besonders hohe Stabilität des Kraftfahrzeugbauteils sowie eine besonders hohe Lebensdauer jeweiliger an dem Kraftfahrzeugbauteil angebrachter Nähte gewährleistet werden.

Die Erfindung betrifft des Weiteren eine elektronische Recheneinrichtung, die dazu eingerichtet ist, anhand eines in dem erfindungsgemäßen Verfahren oder einer seiner möglichen Ausführungsformen erstellten Bauraummodells mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln der Nähte automatisiert ein Roboterprogramm für die wenigstens eine Robotereinrichtung zu erstellen. Das bedeutet, dass die elektronische Recheneinrichtung das Bauraummodell mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln der Nähte empfängt und in Abhängigkeit von dem Bauraummodell automatisch das Roboterprogramm für die wenigstens eine Robotereinrichtung erstellt und für diese Robotereinrichtung bereitstellt. Die elektronische Recheneinrichtung ermöglicht ein besonders einfaches und schnelles Erstellen des Roboterprogramms, anhand welchem die wenigstens eine Robotereinrichtung gesteuert werden kann, aus dem Bauraummodell mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln. Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind

als Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen der elektronischen Recheneinrichtung anzusehen und umgekehrt.

Weitere Merkmale der Erfindung können sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der
5 Figurenbeschreibung ergeben. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung und/oder in den Figuren allein gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

10

Die Zeichnung zeigt in:

Fig. 1 ein Verfahrensschema für ein Verfahren zum Bereitstellen von Informationen für eine Robotereinrichtung sowie in

15

Fig. 2 einen Verfahrensablauf für ein Bearbeiten eines Kraftfahrzeugbauteils mittels der Robotereinrichtung in Abhängigkeit von den bereitgestellten Informationen.

20 In Fig. 1 ist ein Verfahrensschema für ein Verfahren zum Bereitstellen von Informationen für eine Robotereinrichtung dargestellt. Die Robotereinrichtung ist dazu eingerichtet, eine Naht an einem Kraftfahrzeugbauteil anzubringen. Insbesondere kann mittels der Robotereinrichtung eine Polyvinylchlorid-Naht auf das Kraftfahrzeugbauteil aufgebracht werden. Mittels der Polyvinylchlorid-Naht kann das Kraftfahrzeugbauteil gegen eine weitere Kom-
25 ponente des Kraftfahrzeugs abgedichtet werden. Im Rahmen des Verfahrens zum Bereitstellen von Informationen für die Robotereinrichtung kann ein Roboterprogramm erstellt werden, anhand welchem die Robotereinrichtung für das Anbringen der Naht an dem Kraftfahrzeugbauteil gesteuert wird.

30 Bei dem Verfahren ist es vorgesehen, dass in einem ersten Verfahrensschritt V1 ein Bauraummodell, insbesondere ein dreidimensionales Bauraummodell, für ein das Kraftfahrzeugbauteil umfassendes Kraftfahrzeug erstellt wird. In einem zweiten Verfahrensschritt V2 ist es vorgesehen, dass jeweilige an dem Kraftfahrzeug anzubringende Nähte in dem Bauraummodell aufgenommen werden. In einem dritten Verfahrensschritt V3 des Verfah-
35 rens ist es vorgesehen, dass für jede Naht ein Nahtprimärschlüssel erstellt wird und in

dem Bauraummodell hinterlegt wird. Bei dem Nahtprimärschlüssel handelt es sich um eine eindeutige Kennung der jeweiligen zugeordneten Naht, wobei der Nahtprimärschlüssel wenigstens eine Eigenschaft der zugeordneten Naht charakterisiert. Der jeweilige Nahtprimärschlüssel kann einen Applikationstyp der jeweiligen Naht und/oder eine Applikationsrichtung der jeweiligen Naht und/oder eine vorzunehmende Ausrichtung des Endeffektors der Robotereinrichtung relativ zu dem Kraftfahrzeugbauteil beim Applizieren der Naht und/oder eine Verfahrgeschwindigkeit der Robotereinrichtung ohne Applikation und/oder einen Applikationsparameter der Robotereinrichtung und/oder einen Endparameter für die jeweilige Naht und/oder einzuhaltende Prämissen für die jeweilige Naht vorgeben. Weiterhin kann in dem Bauraummodell eine Reihenfolge für jeweilige an dem Kraftfahrzeugbauteil anzubringende Nähte hinterlegt sein. Diese Reihenfolge kann somit vorgeben, in welcher Reihenfolge mehrere Nähte an dem Kraftfahrzeugbauteil anzubringen sind.

15 In einem Verfahrensschritt V4 des Verfahrens ist es vorgesehen, dass die Robotereinrichtung in Abhängigkeit von dem Bauraummodell mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln der Nähte gesteuert wird. Hierfür kann mittels einer elektronischen Recheneinrichtung anhand des Bauraummodells mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln der Nähte automatisiert das Roboterprogramm für die wenigstens eine Robotereinrichtung erstellt werden.

20 Dieses Roboterprogramm kann insbesondere automatisiert für eine Referenzrobotereinrichtung erstellt werden und über eine Transfertabelle an die Robotereinrichtung angepasst werden. In dieser Transfertabelle ist insbesondere eine Umrechnungsbeziehung zwischen der Referenzrobotereinrichtung und der Robotereinrichtung, für welche das Roboterprogramm bereitgestellt werden soll, hinterlegt.

25 Für ein besonders präzises und gleichzeitig reproduzierbares Steuern der Robotereinrichtung anhand des Roboterprogramms können durch das Roboterprogramm für das Anbringen der jeweiligen Naht jeweilige Positionen für einen Endeffektor der Robotereinrichtung vorgegeben werden. Bei diesem Endeffektor handelt es sich um den sogenannten

30 Tool Center Point der Robotereinrichtung. Um eine Kollision der Robotereinrichtung mit dem Kraftfahrzeugbauteil oder weiteren Komponenten des Kraftfahrzeugs beim Anbringen der Naht an dem Kraftfahrzeugbauteil zu vermeiden, kann es vorgesehen sein, dass eine durch das Roboterprogramm vorgegebene Bewegung der Robotereinrichtung durch eine Simulation der Bewegung der Robotereinrichtung abgesichert wird. In Abhängigkeit

von einem Ergebnis der Simulation wird das Roboterprogramm angepasst oder unverändert gelassen.

In Fig. 2 ist ein Verfahrensablauf für eine durchgängige Offlineprogrammierung (DOP) gezeigt. Bei diesem Verfahrensablauf wird in einem ersten Schritt S1 das Bauraummodell mit den jeweiligen an dem Kraftfahrzeug anzubringenden Nähten erstellt. Anschließend erfolgt die durchgängige Offlineprogrammierung als zweiter Schritt S2, in welchem dreidimensionale Zellen Daten aus dem Bauraummodell auf einem DOP-Server zentral abgelegt und aktualisiert werden. In einem dritten Schritt S3 erfolgt die automatisierte Erstprogrammierung beziehungsweise eine Optimierung des Roboterprogramms. In einem vierten Schritt S4 erfolgt eine virtuelle Absicherung hinsichtlich einer einzuhaltenden Taktzeit, wodurch eine besonders effiziente Roboterauslastung erreicht werden kann. In einem fünften Schritt S5 erfolgt eine Zugänglichkeitsuntersuchung. Die virtuelle Absicherung sowie die Zugänglichkeitsuntersuchung können jeweils im Rahmen der Simulation durchgeführt werden. In einem sechsten Schritt S6 kann eine Offlineprogrammierung neuer Umfänge beziehungsweise für ein neues Kraftfahrzeug und somit ein Anpassen des Roboterprogramms vorgenommen werden. In einem siebten Schritt S7 kann das Roboterprogramm an eine vermessene Realzelle automatisch angepasst werden, insbesondere durch Spiegeln. In einem achten Schritt S8 kann eine Auswertung von Livedaten eines Produktionswerks für das Kraftfahrzeugbauteil beziehungsweise für das Kraftfahrzeug erfolgen. Hierfür können tagesaktuelle Daten aus mehreren Werken herangezogen werden. Hierdurch werden kosteneffiziente Anläufe jeweiliger neuer Werke ermöglicht sowie eine besonders große Transparenz einer Roboterauslastung geschaffen. Aus der DOP erfolgt eine Datenübertragung 10 an die Produktion 14. Das Roboterprogramm kann in einem Werk 12 und somit in der Produktion über die durchgängige Offlineprogrammierung an einer Linie während laufender Produktion optimiert werden. Ein Rücktransfer 16 der Daten aus der Produktion in die DOP kann vorgenommen werden. Eine Rückführung 18 des Roboterprogramms in eine Planung kann aus dem Werk 12 erfolgen.

Das beschriebene Verfahren zum Bereitstellen von Informationen für die Robotereinrichtung ermöglicht, dass die von dem Bauraummodell vorgegebenen Vorgaben in digitaler Form mit Informationen über eine Dreidimensionalität des Kraftfahrzeugs beziehungsweise des Kraftfahrzeugbauteils über spezielle Datenformate direkt mittels künstlicher Intelligenz zur automatischen Roboterprogrammierung herangezogen werden können. Diese Roboterprogramme können anschließend in die Produktion übertragen und auch aus der

Produktion in die Planung zurückgeführt werden. Dieser Ansatz wird als durchgängige Offlineprogrammierung von Robotikanwendungen bezeichnet. Das Verfahren ermöglicht, dass ein Zeitaufwand sowie ein Kostenaufwand reduziert und ein Prozess bezüglich einer Offlineprogrammierung vereinfacht werden können. Das Verfahren ermöglicht eine Nutzung von 3D-Informationen für Applikationsvorgaben als Basis für eine automatisierte Roboterprogrammierung. Weiterhin kann eine automatisierte Roboterprogrammierung auf Basis heuristischer Algorithmen für Lackierereianwendungen verwendet werden.

Automatisierte Roboterprogrammierung auf Basis von Bauraummodellen für verschiedene Roboteranwendungen wie Schweißen, PVC-Applikation, Wachsapplikation oder Lackieren wird durch das Verfahren ermöglicht. Hierbei kann ein Applikationsergebnis als Bauraummodell virtuell beschrieben werden, insbesondere in dem Bauraummodell und mit einer eindeutigen Nummerierung, vorliegend dem Nahtprimärschlüssel, versehen werden, welcher Informationen zum Applikationstyp enthält, und auf dessen Basis Roboterpfade automatisiert generiert werden können. Hierfür kann eine Nahtmittellinie aus einer dreidimensionalen Geometrie des Bauraummodells erzeugt werden. Die Roboterpfade können wiederum mit Hilfe von Algorithmen in optimaler Weise den zur Verfügung stehenden Robotereinrichtungen zugewiesen werden, sodass die Aufgabe, insbesondere das Anbringen der wenigstens einen Naht, mit minimalem Zeitaufwand durchgeführt werden kann.

Durch Einführen der eindeutigen Nahtkennzeichnung in Form des Nahtprimärschlüssels können wesentliche Informationen für die Applikation auf die Fahrzeugkarosserie zusammengefasst und als Basis für die automatisierte Roboterprogrammierung verwendet werden. Für die automatisierte Roboterprogrammierung können Herausforderungen einer kollisionsfreien Roboterbahnplanung und eine intelligente Aufteilung von Applikationsumfängen auf in einer Produktion zur Verfügung stehende Robotereinrichtungen über ein Frame Work über die Anwendung von Algorithmen erstellt werden, wobei das Frame Work 3D-Daten für Fahrzeugkarosserie, Robotereinrichtung, Einhausung, Fördertechnik et cetera enthalten kann. Hierbei kann eine Berechnung aus einer Erstellung eines Bewegungsgraphen inklusive Glättung einer Roboterbewegung und der Erstellung einer Distanzmatrix mit einer automatisierten Aufteilung von Applikationsumfängen anhand von insbesondere heuristischen Methoden wie genetischen Algorithmen bestehen. Die Distanzmatrix kann insbesondere beschreiben, in welcher Reihenfolge jeweilige Nähte an dem Kraftfahrzeugbauteil zu applizieren sind.

Der jeweilige Nahtprimärschlüssel enthält für eine automatisierte Roboterprogrammierung insbesondere eine Festlegung eines Applikationstyps, eine Applikationsrichtung, Vorgaben zum Endeffektor der Robotereinrichtung, eine Verfahrensgeschwindigkeit der Roboter-
einrichtung ohne Applikation, Applikationsparameter, Vor-/Nachlaufparameter sowie ein-
5 zuhaltende Prämissen hinsichtlich Abschattung, Vorrang, Überschleifen und Ausreißen.
Diese Vorgaben können in Form des Nahtprimärschlüssels in einer festgelegten Reihen-
folge codiert werden.

Im Anschluss an die automatisierte Erstellung von Roboterprogrammen können diese auf
10 Basis von Transfertabellen in eine reale Anlage übertragen werden. Hierfür kann die An-
lage im Vorfeld vermessen werden, wodurch eine Abweichung zwischen der idealen Ro-
boterprogrammierung, insbesondere dem Roboterprogramm für die Referenzroboterein-
richtung, und der realen Robotereinrichtung ermittelt wird. Hierdurch können jeweilige
Positionen des Endeffektors des erstellten Roboterprogramms aus der virtuellen Welt in
15 die reale Welt umgerechnet werden. Diese Transfertabellen können Vektorinformationen
für einen gesamten Arbeitsraum der Robotereinrichtung auf Basis von Vermessungsdaten
enthalten. Anschließend kann das wenigstens eine Roboterprogramm aus der Produktion
auch wieder in eine Produktionsplanung zurückgeführt werden.

20 Diese durchgängige Offlineprogrammierung kann bei jeder Offlineprogrammierung neuer
Roboterprogramme eingesetzt werden bis hin zur Inbetriebnahme der Roboterprogramme
in der Produktion. Auch eine Ausweitung auf Anwendungen im Karosseriebau und Mon-
tage ist möglich.

25 Insgesamt zeigt die Erfindung, wie eine durchgängige automatisierte Offlineroboterpro-
grammierung von einer Produktplanung bis zur Produktion basierend auf einem virtuellen
Bauraummodell ermöglicht werden kann.

Bezugszeichenliste

5	10	Datenübertragung
	12	Werk
	14	Optimierung
	16	Rücktransfer
	18	Rückführung
10	V1 bis V4	jeweilige Verfahrensschritte
	S1 bis S8	jeweilige Schritte eines Vorgangs

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Bereitstellen von Informationen für eine Robotereinrichtung, welche dazu eingerichtet ist, eine Naht an einem Kraftfahrzeugbauteil anzubringen, bei welchem
- ein Bauraummodell für ein das Kraftfahrzeugbauteil umfassendes Kraftfahrzeug erstellt wird (V1),
 - 10 - jeweilige an dem Kraftfahrzeug anzubringende Nähte in dem Bauraummodell aufgenommen werden (V2),
 - für jede Naht ein Nahtprimärschlüssel erstellt und in dem Bauraummodell hinterlegt wird, wobei der Nahtprimärschlüssel wenigstens eine Eigenschaft der zugeordneten Naht charakterisiert (V3), und
 - 15 - die Robotereinrichtung in Abhängigkeit von dem Bauraummodell mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln der Nähte gesteuert wird (V4).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 anhand des Bauraummodells mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln der Nähte automatisiert ein Roboterprogramm für die wenigstens eine Robotereinrichtung erstellt wird (S3), wobei die Robotereinrichtung dazu eingerichtet ist, anhand des Roboterprogramms gesteuert zu werden.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Roboterprogramm automatisiert für eine Referenz-Robotereinrichtung erstellt wird und über eine Transfertabelle an die Robotereinrichtung angepasst wird (S7), wobei die Transfertabelle eine Beziehung zwischen der Referenz-
- 30 Robotereinrichtung und der Robotereinrichtung beschreibt.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass für das Anbringen der jeweiligen Naht das Roboterprogramm jeweilige Positionen
- 35 für einen Endeffektor der Robotereinrichtung vorgibt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine durch das Roboterprogramm vorgegebene Bewegung der Robotereinrichtung
5 durch eine Simulation der Bewegung der Robotereinrichtung abgesichert wird (S5)
und in Abhängigkeit von einem Ergebnis der Simulation das Roboterprogramm
angepasst wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass
der jeweilige Nahprimärschlüssel einen Applikationstyp der jeweiligen Naht
und/oder eine Applikationsrichtung der jeweiligen Naht und/oder eine vorzunehmende
Ausrichtung des Endeffektors der Robotereinrichtung relativ zu dem Kraft-
fahrzeugbauteil und/oder eine Verfahrensgeschwindigkeit der Robotereinrichtung oh-
15 ne Applikation und/oder einen Applikationsparameter der Robotereinrichtung
und/oder einen Endparameter für die jeweilige Naht und/oder einzuhaltende Prä-
missen für die jeweilige Naht vorgibt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, dass
das Bauraummodell ein dreidimensionales Bauraummodell ist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 als Naht an dem Kraftfahrzeugbauteil eine Polyvinylchlorid-Naht und/oder eine
Wachснаht und/oder eine Schweißnaht und/oder eine Lacknaht angebracht wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 in dem Bauraummodell eine Reihenfolge für jeweilige anzubringende Nähte hinter-
legt ist.
10. Elektronische Recheneinrichtung, die dazu eingerichtet ist, anhand eines im Rah-
men eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche erstellten Bau-

raummodells mit den jeweiligen Nahtprimärschlüsseln der Nähte automatisiert ein Roboterprogramm für die wenigstens eine Robotereinrichtung zu erstellen.

1/1

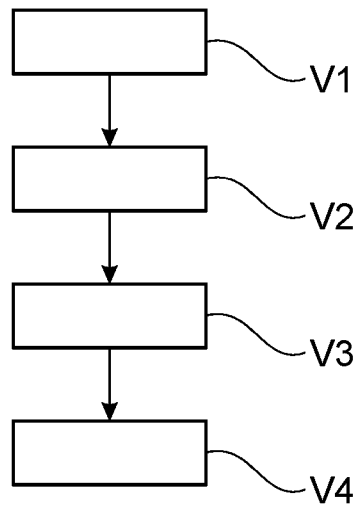


Fig. 1

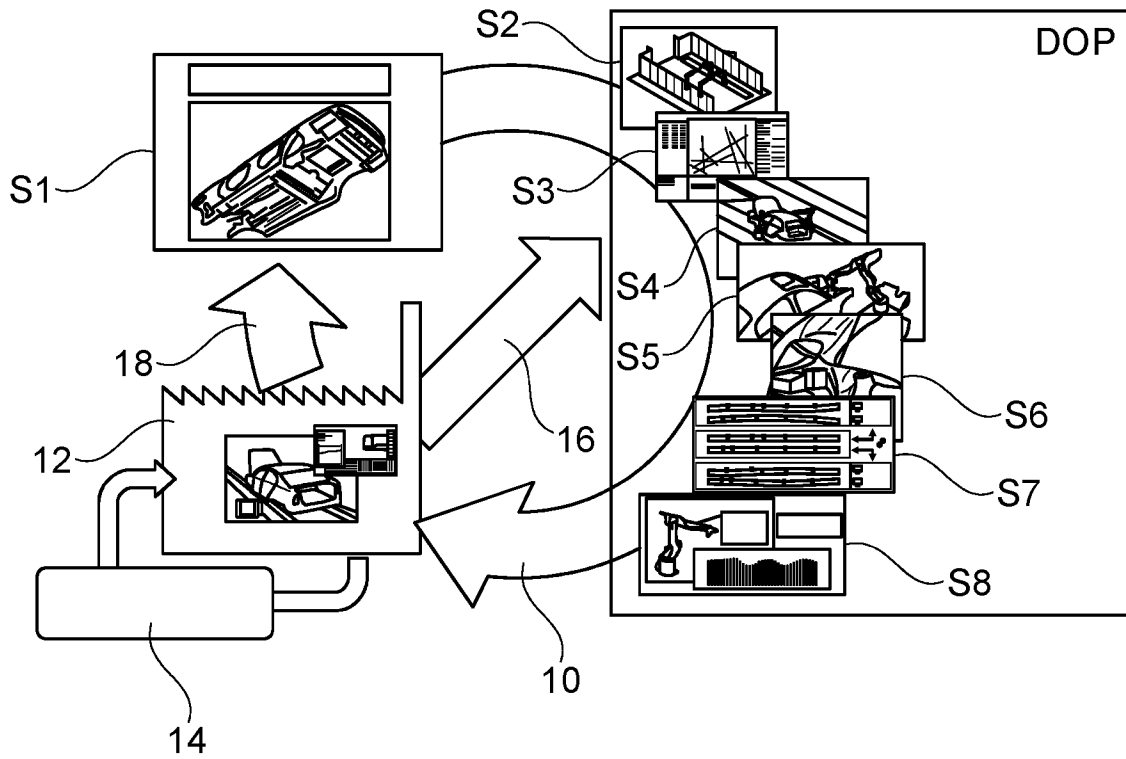


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/073682

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B25J 9/16</i> (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) G05B; B25J		
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.
X	KR 20200127751 A (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; CMES INC [KR]; KIA MOTORS CORP [KR]) 11 November 2020 (2020-11-11) paragraph [0001] - paragraph [0021] paragraph [0046] - paragraph [0047] paragraph [0079] - paragraph [0090]	1-10
A	WAGNER THOMAS. "Integrated robotic gluing system" <i>PROCEEDINGS FOR THE JOINT CONFERENCE OF ISR 2010 (41ST INTERNATIONEL SYMPOSIUM ON ROBOTICS) UND ROBOTIK 2010 (6TH GERMAN CONFERENCE ON ROBOTICS), 7-9 JUNE 2010, DE, 07 June 2010 (2010-06-07), pages 835-837</i> ISBN: 978-3-8007-3273-9. XP093004050 the whole document	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 01 December 2022		Date of mailing of the international search report 09 December 2022
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 De Santis, Agostino Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/073682

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 20200127751	A 11 November 2020	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. B25J9/16		
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
G05B B25J		
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.
X	KR 2020 0127751 A (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; CMES INC [KR]; KIA MOTORS CORP [KR]) 11. November 2020 (2020-11-11) Absatz [0001] - Absatz [0021] Absatz [0046] - Absatz [0047] Absatz [0079] - Absatz [0090] -----	1-10
A	WAGNER THOMAS: "Integrated robotic gluing system", PROCEEDINGS FOR THE JOINT CONFERENCE OF ISR 2010 (41ST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ROBOTICS) UND ROBOTIK 2010 (6TH GERMAN CONFERENCE ON ROBOTICS), 7-9 JUNE 2010, 7. Juni 2010 (2010-06-07), Seiten 835-837, XP093004050, DE ISBN: 978-3-8007-3273-9 das ganze Dokument -----	1-10
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absdeditatum des internationalen Recherchenberichts
1. Dezember 2022		09/12/2022
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 De Santis, Agostino

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/073682

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
KR 20200127751 A	11-11-2020	KEINE	