



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Warnen einer Person in einem Arbeitsraum (20) vor mindestens einem ersten Roboter (10) und ein Robotersystem (80), das den mindestens einen ersten Roboter (10) umfasst. Im erfindungsgemäßen Verfahren wird in einem Schritt (110) prognostiziert, welche Bewegung (18) der Roboter (10) in einem künftigen Arbeitsintervall (50) durchgeführt wird. In weiteren Verfahrensschritten (120, 130) wird erfasst, ob ein Arbeitsraumsegment (24) in einem ersten oder zweiten Zeitraum (52, 54) vom Roboter (10) durchfahren wird. In Abhängigkeit davon, wann das Arbeitsraumsegment (24) durchfahren wird, wird eine erste oder zweite visuelle Warnung (62, 64) ausgegeben. Die Ausgabe der visuellen Warnungen (62, 64) erfolgt jeweils an einem Bodensegment (26), das jeweils einem Arbeitsraumsegment (24) zugeordnet ist.

Beschreibung

Warnverfahren und Robotersystem

5 Die Erfindung betrifft ein Robotersystem und ein Verfahren
zum Warnen einer Person, die sich während des Betriebs im Be-
reich des Robotersystems aufhält. Des Weiteren betrifft die
Erfindung ein Computerprogramm, das dazu geeignet ist, ein
10 Robotersystem im Sinne des erfindungsgemäßen Warnverfahrens
zu betreiben.

Aus JP 2006/285635 A ist ein selbstfahrender Roboter bekannt,
der in der Lage ist, sich entlang eines Pfades zu bewegen und
dabei einen Abschnitt des eingeschlagenen Pfades Personen in
15 der Umgebung anzuzeigen. Dazu sind an der Bodenoberfläche
Leuchtmittel angebracht, die mit Empfängern gekoppelt sind.
Der selbstfahrende Roboter verfügt über eine Beleuchtungs-
steuerung, die die im Boden befindlichen Leuchtmittel ein-
schalten und damit einen Abschnitt des vom Roboter einge-
20 schlagenen Pfades beleuchtet. Dabei bilden die am Boden ange-
ordneten Leuchtmittel im Wesentlichen eine Kette aus.

WO 2009/0633181 A1 offenbart einen mobilen Roboter, der dazu
ausgebildet ist, Gefahrenbereiche, die den Roboter umgeben,
25 durch Leuchtvorrichtungen anzuzeigen. Hierzu ist der Roboter
mit Projektoren versehen, die am Robotergehäuse befestigt
sind. Der Roboter ist dazu ausgebildet, die Umrisse eines Ge-
fährdungsbereichs zu ermitteln und mittels der Projektoren
eine entsprechend geformte Projektion auf dem Boden zu erzeu-
30 gen. Dabei kann eine Bewegung des Roboters selbst und eine
Bewegung eines Roboterteils, wie beispielsweise eine Roboter-
arms, mit berücksichtigt werden.

WO 2014/036549 A2 offenbart einen Roboter, der über ein Sen-
35 sorsystem zum Erfassen von Personen in einem Erfassungsbe-
reich um den Roboter verfügt. Darüber hinaus umfasst der Ro-
boter eine Recheneinheit, die dazu ausgebildet ist eine Ge-
fahrenzone zu definieren, die sich zumindest teilweise mit

dem Erfassungsbereich deckt. Des Weiteren verfügt der Roboter über eine Bilderkennungs Vorrichtung, mittels derer menschliche Körperteile, wie beispielsweise Torso, Kopf oder Arme, erkannt werden können. In Abhängigkeit vom durch den Roboter erfassten Körperteil eines Menschen in der Gefahrenzone werden unterschiedliche Sicherheitsmaßnahmen, wie beispielsweise ein Reduzieren der Verfahrensgeschwindigkeit des Roboters, eingeleitet.

10 Aus JP 05-229784 ist ein Warnsystem bekannt, das eine farbige Laserquelle umfasst, die dazu ausgebildet ist, auf einer Fläche einen Laserstrahlfilm auszubilden. Das Warnsystem nach JP 05-229784 ist dabei an einem Kran befestigt, der ein Transportgut am Kranhaken bewegt. Das Laserwarnsystem ist
15 derart am Kran befestigt, dass der Gefahrenbereich unterhalb des Transportgutes sichtbar markiert wird.

Ein wesentlicher Nachteil der aus dem Stand der Technik bekannten Warnsystemen besteht darin, dass im Betrieb häufig
20 Annäherungen zwischen Robotern und Personen auftreten, bei denen Unfälle nur durch das Eingreifen von Sicherheitsmechanismen des Roboters vermieden werden können. Dabei tritt der Roboter in Stillstand, so dass es zu einer Verzögerung beim vorliegenden Arbeitsprozess kommt.

25 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Robotersystem und ein zugehöriges Warnverfahren zur Verfügung zu stellen, das die skizzierten Nachteile aus dem Stand der Technik überwindet.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren dient dazu, eine Person vor mindestens einem ersten Roboter zu warnen, der sich in einem Arbeitsraum befindet. Der Arbeitsraum ist in eine Mehrzahl von Arbeitsraumsegmenten eingeteilt, wobei einem Arbeitsraumsegment ein Bodensegment zugeordnet ist. Im erfindungsgemäßen
35 Verfahren wird ein erster Schritt durchgeführt, in dem eine Roboterbewegung des mindestens einen Roboters prognostiziert wird. Das Prognostizieren kann dabei mittels einer zeitver-

setzten Simulation oder einer Codeanalyse eines Steuerprogramms des mindestens einen Roboters erfolgen. Im ersten Schritt wird dabei die Roboterbewegung für ein Arbeitsintervall prognostiziert. Das Arbeitsintervall ist ein wählbarer Zeitraum, der sich um eine wählbare Dauer in die Zukunft erstreckt. In einem zweiten Verfahrensschritt wird ermittelt, welchen Raum der mindestens eine Roboter während des Arbeitsintervalls im Zuge der Roboterbewegung durchfährt. Dabei umfasst der im zweiten Schritt ermittelte durchfahrene Raum einen Bereich, der vom Grundkörper des Roboters, und/oder einem Roboterarm, und/oder einem am Roboter angebrachten Manipulator durchfahren wird.

In einem dritten Verfahrensschritt wird mindestens ein Arbeitsraumsegment ermittelt, das zumindest teilweise im vom Roboter durchfahrenen Raum liegt. Dabei wird ebenfalls ermittelt, ob dieses Durchfahren jeweils in einem ersten und/oder zweiten Zeitraum erfolgt. Das Arbeitsintervall, in dem die prognostizierte Roboterbewegung erfolgt, umfasst den ersten und zweiten Zeitraum. Der erste Zeitraum ist vorzugsweise ein Zeitintervall von 0 bis 10 Sekunden in der Zukunft, der zweite Zeitraum vorzugsweise ein Zeitraum von 10 bis 20 Sekunden in der Zukunft. Der dritte Verfahrensschritt erlaubt es vorherzusagen, wann im Zuge eines bestimmungsgemäßen Programmablaufes in Arbeitsintervall des mindestens einen Roboters in welchen Arbeitsraumsegmenten für eine Bedienperson eine Gefahrensituation vorliegt. Wird auf Basis der vorgenannten Verfahrensschritte ermittelt, dass ein Arbeitsraumsegment innerhalb des ersten Zeitraums vom Roboter durchfahren wird, wird an dem Bodensegment, das dem jeweiligen Arbeitsraumsegment zugeordnet ist, eine erste visuelle Warnung ausgegeben. Wird auf Basis der vorgenannten Verfahrensschritte ermittelt, dass ein Arbeitsraumsegment innerhalb des zweiten Zeitraumes vom Roboter durchfahren wird, wird an dem zugehörigen Bodensegment eine zweite visuelle Warnung ausgegeben.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann sich bei der Prognose der Roboterbewegung auf eine zeitversetzte Simulation oder eine Codeanalyse der Programmierung des Roboters stützen. Eine zeitversetzte Simulation oder eine Codeanalyse einer Roboterprogrammierung können in technisch einfacher Weise bei geringem Bedarf an Rechenkapazität schnell und zuverlässig durchgeführt werden. Dabei können unvorhersehbare äußere Ereignisse, wie beispielsweise ein zwischenzeitiges Anhalten oder Verzögern des Roboters schnell in eine aktualisierte Ausgabe von visuellen Warnungen umgesetzt werden. Eine Programmierung eines Roboters umfasst im Wesentlichen eine sequentielle Abarbeitung von Bewegungsbefehlen, wodurch die Prognostizierbarkeit einer Roboterbewegung weiter erleichtert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt es, ein differenziertes Bild von einer potentiellen künftigen Gefahrensituation in sinnfälliger Weise zu vermitteln. Das erleichtert die Antizipation der durchzuführenden Roboterbewegung durch Personen, die ihr Verhalten somit anpassen können. Dadurch kann in einfacher Weise eine Annäherung einer Person an den mindestens einen ersten Roboter verhindert werden, so dass Verzögerungen im Betriebsablauf des mindestens einen ersten Roboters minimiert werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird neben dem mindestens einen ersten Roboter auch ein erstes Transportgut berücksichtigt, das durch den mindestens einen ersten Roboter bewegt wird. Dadurch wird der durchfahrene Raum erfasst, der gemeinsam vom mindestens einen ersten Roboter und dem ersten Transportgut durchstrichen wird. Hierdurch kann mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens der durchfahrene Raum exakter ermittelt werden, in dem eine Gefahrensituation für eine Person vorliegt. Das beanspruchte Verfahren wird dadurch differenzierter in der Erfassung einer vorliegenden Situation und erlaubt ein aussagekräftigeres Warnverhalten gegenüber einer Person, wodurch die im Arbeitsraum vorherrschende Sicherheit verbessert wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die erste und zweite visuelle Warnung jeweils als Farbsignal oder als Leuchtmuster ausgebildet. Dabei können die erste und zweite visuelle Warnung beispielsweise als konstante oder periodische Leuchtsignale in unterschiedlichen Farben ausgebildet sein. Ebenso ist es möglich, dass die erste und zweite visuelle Warnung jeweils geometrische Formen bilden, die am jeweiligen Bodensegment ausgebildet werden, wie beispielsweise Punktmuster, geometrische Figuren oder Symbole. Dabei können die Leuchtmuster zeitlich konstant oder veränderlich sein. Unter einem zeitlich veränderlichen Leuchtmuster ist beispielsweise eine Animation zu verstehen. Das erfindungsgemäße Verfahren kann dadurch eine weiter differenzierte Warnung an eine Person ausgeben, die aufgrund ihrer Sinnfälligkeit in einfacher Weise ein präzises Bild über eine potentielle Gefahrensituation liefert.

Darüber hinaus kann das erfindungsgemäße Verfahren zusätzlich ermitteln, ob in mindestens einem dritten Zeitraum ein Arbeitsraumsegment vorliegt, das zumindest teilweise im durchfahrenen Raum liegt. Wenn erfasst wird, dass innerhalb des mindestens einen dritten Zeitraums ein Arbeitsraum durchfahren wird, wird an einem zugehörigen Bodensegment eine dritte visuelle Warnung ausgegeben. Ein Warnverfahren mit einer Berücksichtigung eines dritten Zeitraums unter Ausgabe einer dritten visuellen Warnung erlaubt es, in einer vorherrschenden Situation den Umfang des Gefährdungspotentials differenzierter zu erfassen und darzustellen. Hierdurch wird die vorherrschende Sicherheit weiter erhöht.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in einem Verfahrensschritt, in dem eine erste, zweite oder dritte visuelle Warnung ausgegeben wird, zusätzlich eine akustische Warnung ausgelöst werden. Das Auslösen einer akustischen Warnung ermöglicht es, vor Situationen mit einem hohen Gefährdungspotential zu warnen. So kann beispielsweise, wenn im Arbeitsraum ausschließlich Arbeitsraumsegmente vorliegen, die im ersten Zeitraum vom mindestens ei-

nen ersten Roboter durchfahren werden, hiervor mittels eines Warntons hingewiesen werden. Dadurch können Betriebssituationen vermieden werden, in denen Sicherheitsmechanismen des mindestens einen ersten Roboters eingreifen und eine Verzögerung hervorrufen müssen. Dies ist besonders vorteilhaft bei
5 Arbeitsabläufen, bei denen Roboter mit einer hohen Verfahrensgeschwindigkeit eingesetzt werden.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die visuellen Warnungen und/oder die akustische Warnung weiter in Abhängigkeit von mindestens einem Prozessparameter des mindestens einen Roboters ausgebildet. Dabei wird eine visuelle oder akustische Warnung dahingehend angepasst, dass die Warnung je nach Intensität der vorherrschenden Gefahrensituation ausgebildet
15 wird. Beispielsweise kann bei Vorliegen eines hohen Gefährdungspotentials ein veränderter Farbton gewählt werden, eine visuelle Warnung von einem konstanten zu einem periodischen Leuchtsignal übergehen, oder eine flächige visuelle Warnung
20 in ein Leuchtmuster übergehen. Dabei kann als Prozessparameter, in dessen Abhängigkeit die visuellen Warnungen und/oder die akustische Warnung angepasst werden, eine Verfahrensgeschwindigkeit des mindestens einen ersten Roboters sein. Bei einer hohen Verfahrensgeschwindigkeit des Roboters während des
25 Arbeitsintervalls liegt ein erhöhtes Gefährdungspotential vor als bei einer niedrigen Verfahrensgeschwindigkeit. Darüber hinaus kann als Prozessparameter auch eine Beschaffenheitsinformation des ersten Transportguts eingesetzt werden. Die Beschaffenheitsinformation des ersten Transportguts gibt dabei
30 wieder, ob aufgrund der physikalischen oder chemischen Eigenschaften des ersten Transportguts von diesem für eine Person eine erhöhte Gefahr ausgehen kann. Transportgüter, deren Beschaffenheitsinformation im Sinne des erfindungsgemäßen Verfahrens zu einer intensiveren bzw. deutlicheren Warnung führen,
35 können beispielsweise Behälter mit Chemikalien oder Schmelze sein, spitze Gegenstände, Güter aus harten Materialien, oder Güter aus visuell schwer wahrnehmbaren Materialien, wie beispielsweise Glas oder PMMA. Ferner kann als Pro-

zessparameter eine Information über Art und/oder Umfang der Sicherheitsmaßnahmen des mindestens einen Roboters eingesetzt werden, die ausgelöst werden, wenn die Sicherheitsmechanismen des mindestens einen Roboters eingreifen. Führt beispielsweise ein Eingreifen der Sicherheitsmechanismen zu einem Stillstand einer kompletten Fertigungsstraße, wird die erste und/oder zweite visuelle Warnung oder eine akustische Warnung mit erhöhter Intensität ausgegeben. Führt ein Eingreifen der Sicherheitsmechanismen zu einer Verzögerung ohne weitere Konsequenzen, wird die erste und/oder zweite visuelle Warnung oder die akustische Warnung mit verringerter Intensität ausgegeben.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in einem weiteren Schritt erfasst, wenn ein Arbeitsraumsegment während des Arbeitsintervalls von mindestens einem ersten Roboter nicht durchfahren wird. In diesem Fall wird im zugehörigen Bodensegment ein visuelles Entwarnsignal ausgegeben, das einer Person signalisiert, dass während des Arbeitsintervalls im entsprechenden Arbeitsraumsegment keine Gefahrensituationen vorliegt. Dadurch wird der Person im Arbeitsraum in sinnfälliger Weise vermittelt, welche Bereiche des Arbeitsraums ohne Weiteres zugänglich sind, ohne dass mit einem Stillstand oder einer Verzögerung des mindestens einen ersten Roboters zu rechnen ist. Hierdurch wird die Effizienz des erfindungsgemäßen Verfahrens weiter verbessert.

Ferner kann das erfindungsgemäße Verfahren dahingehend weitergebildet werden, dass die Verfahrensschritte, in denen eine Roboterbewegung in einem Arbeitsintervall prognostiziert wird, der während des Arbeitsintervalls durchfahrene Raum ermittelt wird, und ermittelt wird, ob ein Arbeitsraumsegment in einem ersten und einem zweiten Zeitraum zumindest teilweise im durchfahrenen Raum liegt, auch für mindestens einen zweiten Roboter durchgeführt werden. Dabei wird separat eine Roboterbewegung des zweiten Roboters in einem Arbeitsintervall prognostiziert und der dabei vom zweiten Roboter durch-

fahrene Raum ermittelt. Ebenso wird separat ermittelt, ob ein
Arbeitsraumsegment innerhalb des ersten und zweiten Zeitraums
zumindest im durchfahrenen Raum liegt. Die Schritte des Pro-
gnostizierens der Roboterbewegung, des Ermittelns des durch-
5 fahrenen Raums, und des Ermittelns von Arbeitsraumsegmenten,
die zumindest teilweise im durchfahrenen Raum liegen, erfol-
gen dabei gleichzeitig mit den korrespondierenden Verfahrens-
schritten bezüglich des mindestens einen ersten Roboters. Das
beim ersten und zweiten Roboter jeweils betrachtete Arbeits-
10 intervall ist identisch, sowie der erste und zweite Zeitraum,
für die jeweils erfasst wird, ob mindestens ein Arbeitsraum-
segment zumindest teilweise im durchfahrenen Raum liegt.
Hierdurch wird für einen Arbeitsraum mit einer Mehrzahl von
Robotern ein vorliegendes Gefährdungspotential in zusammen-
15 hängender Weise erfasst und im Rahmen eines kohärenten Warn-
bildes, das eine Mehrzahl an ersten und zweiten visuellen
Warnungen umfasst, dargestellt. Dadurch kann eine Person, die
sich in einem Umfeld mit einer Vielzahl an Robotern befindet,
eine komplexe vorliegende Situation schnell und einfach er-
20 fassen und so Gefahrensituation vermeiden, in denen Sicher-
heitsmechanismen von mindestens einem Roboter eingreifen und
dadurch Verzögerungen im Arbeitsablauf vermeiden. Das erfin-
dungsgemäße Verfahren verbessert die Sicherheit in einem Ar-
beitsraum und steigert gleichzeitig die mit den darin be-
25 findlichen Robotern erzielbare Produktivität.

Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Robotersystem, das
eine Steuereinheit umfasst und mindestens einen ersten Robo-
ter, der in einem Arbeitsraum angeordnet ist und mit der
30 Steuereinheit verbunden ist. Eine Verbindung zwischen dem
mindestens einen ersten Roboter und der Steuereinheit kann
dabei jegliche Form von Datenverbindung sein, über die Signa-
le zwischen dem mindestens einen ersten Roboter und der Steu-
ereinheit ausgetauscht werden können. Der Arbeitsraum, in dem
35 der mindestens eine erste Roboter angeordnet ist umfasst da-
bei eine Mehrzahl an Arbeitsraumsegmenten, die den Arbeits-
raum in entsprechend viele Bereiche einteilen. Jedes Arbeits-
raumsegment umfasst dabei ein Bodensegment, dessen Umrisse

mit der Form des Arbeitsraumsegments korrespondieren. Das erfindungsgemäße Robotersystem umfasst ferner mindestens ein Leuchtelement, das mit der Steuereinheit verbunden ist. Als Verbindung zwischen dem mindestens einem Leuchtelement und der Steuereinheit ist jede Form von Verbindung möglich, die es erlaubt, einen Steuerbefehl von der Steuereinheit an das mindestens eine Leuchtelement zu übermitteln. Im Einzelnen kann die Verbindung als Datenkabel oder als Funkverbindung ausgebildet sein. Das mindestens eine Leuchtelement ist dazu ausgebildet, an mindestens einem Bodensegment jeweils eine visuelle Warnung auszugeben. Die Steuereinheit des erfindungsgemäßen Robotersystems ist darüber hinaus in der Lage, ein Verfahren zum Warnen einer Person vor dem mindestens einen ersten Roboter durchzuführen, das die Merkmale des erfindungsgemäßen Warnverfahrens umfasst. Das erfindungsgemäße Robotersystem erlaubt es, einen komplexen Arbeitsablauf mit erhöhter Geschwindigkeit in einem Arbeitsraum durchzuführen, wobei ein hohes Maß an Sicherheit für Personen gegeben ist, die sich im Arbeitsraum aufhalten und bewegen. Gleichzeitig ist ein hohes Maß an Produktivität gegeben, indem Stillstandzeiten und Verzögerungen des mindestens einen ersten Roboters minimiert werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Robotersystems umfasst dieses mindestens einen zweiten Roboter. Eine solche Ausführungsform erlaubt es, auf engem Raum eine Vielzahl von Robotern anzubringen, die mit hoher Geschwindigkeit betrieben werden können und in der Lage sind, auch komplexe Produktionsabläufe umzusetzen. Die dabei durch das Zusammenwirken der mindestens zwei Roboter auftretende komplexe Gefährdungssituation ist für eine Person in einfacher Weise zu erkennen, so dass eine enge und sichere Vernetzung von Mensch und Roboter möglich ist. Die Erfindung erlaubt es, die mit einem Robotersystem erzielbare Produktivität weiter zu steigern. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann das mindestens eine Leuchtelement als eine Mehrzahl an Segmentleuchten ausgebildet sein, die in unterschiedlicher Form und Anordnung montiert sein können. Eine

Segmentleuchte ist einem bestimmten Bodensegment zugeordnet und dazu ausgebildet, jeweils am zugehörigen Bodensegment eine visuelle Warnung auszugeben. Eine Segmentleuchte kann dabei entweder unmittelbar am zugehörigen Bodensegment befestigt sein oder oberhalb des zugehörigen Bodensegments. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform umfasst ein Leuchtelement, das an der Decke angebracht ist. In einer alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Robotersystems kann das mindestens eine Leuchtelement als steuerbarer Bildprojektor ausgebildet sein, der oberhalb der zugehörigen Bodensegmente angebracht ist. Ein steuerbarer Bildprojektor erlaubt es, mit einer geringen Zahl an Systemkomponenten eine Vielzahl von Bodensegmenten mit einer visuellen Warnung zu beaufschlagen. Hierdurch wird die Systemkomplexität reduziert und die Zuverlässigkeit des Robotersystems weiter gesteigert. Darüber hinaus kann bei einem steuerbaren Bildprojektor dessen Programmierung in einfacher Weise verändert werden, so dass visuelle Warnungen leicht an unterschiedliche Einsatzzwecke angepasst werden können. Ferner kann mit einem steuerbaren Bildprojektor ein konstantes oder zeitlich veränderliches Leuchtmuster auf ein Bodensegment projiziert werden. Das erfindungsgemäße Robotersystem kann dadurch schnell und effizient an eine Vielzahl von Konfigurationen im Arbeitsraum angepasst werden und eine Vielzahl von sinnfälligen visuellen Warnungen erzeugt werden.

Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Computerprogramm, das auf einem Datenträger gespeichert ist und dazu geeignet ist, ein erfindungsgemäßes Warnverfahren in einem erfindungsgemäßen Robotersystem umzusetzen. Dabei ist das Computerprogramm vorzugsweise in einem Speicher der Steuereinheit des Robotersystems abgelegt, die die Daten des mindestens einen Roboters erfasst und die Ansteuerung des mindestens einen Leuchtelements vornimmt.

35

Weitere Ausführungsformen und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden in den FIG 1 bis 5 wiedergegeben.

Es zeigt:

- FIG 1 eine schematische Draufsicht einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Robotersystems,
5
- FIG 2 ein Ablaufdiagramm des eine Ausführungsform erfindungsgemäßen Verfahrens,
- FIG 3 einen zeitlichen Ablauf einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens,
10
- FIG 4 eine schematische Draufsicht einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Robotersystems,
- 15 FIG 5 einen schematischen Aufbau einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Robotersystems.

FIG 1 zeigt ein Robotersystem 80 mit einem ersten Roboter 10, der über einen beweglichen Manipulator verfügt und in einem
20 Arbeitsraum 20 angeordnet ist. Im Bereich des Arbeitsraums 20 wird ein erstes Transportgut 15 und ein zweites Transportgut 17 entlang einer Förderrichtung 13 zum ersten Roboter 10 geführt. Der erste Roboter 10 ist dazu ausgebildet mit dem Manipulator 12 je ein Stück der Transportgüter 15, 17 zu greifen und in einer Schwenkbewegung zu einer Ablage 23 zu befördern. Dabei sind der erste Roboter 10 und die Ablage 23 im
25 Arbeitsraum 20 angebracht. Der Arbeitsraum 20 ist in eine Vielzahl von im Wesentlichen rechteckigen Arbeitssegmenten 24 eingeteilt, die entlang von Trennlinien 28 aneinander angrenzen. Die Arbeitssegmente 24 sind im Wesentlichen nicht näher
30 dargestellte quaderförmige Raumsegmente, die an einer unteren Seite jeweils durch den Boden 22 des Arbeitsraums begrenzt werden. Zu jedem Arbeitsraumsegment 24 gehört entsprechend ein Bodensegment 26, wobei die Bodensegmente 26 ebenfalls
35 entlang der gedachten Trennlinien 28 aneinander angrenzen. Darüber hinaus sind die Bodensegmente 26 jeweils mit einem Leuchtelement 30 versehen, das als eine Segmentleuchte ausgebildet ist. Die Segmentleuchten 32 sind jeweils ausgebildet,

auf den Oberflächen eines Bodensegments 26 mittels Beleuchtung eine visuelle Warnung auszugeben.

FIG 1 zeigt ferner eine Person P, die sich entlang eines Pfades 27 im Arbeitsraum 20 bewegt. In FIG 1 ist eine Roboterbewegung 18 mit einem Pfeil dargestellt, die vom ersten Roboter 10 in einem nicht näher dargestellten Arbeitsintervall 50 durchzuführen ist. Die Pfeilrichtung stellt dabei den zeitlichen Ablauf der Roboterbewegung 18 dar. Der erste Roboter 10 durchfährt dabei einen Raum 19, der ein im Wesentlichen eine kreisbogenförmige Gestalt aufweist. Insgesamt schneidet sich der durchfahrene Raum 19 mit einer Mehrzahl von Arbeitsraumsegmenten 24 und überstreicht deren zugehörige Bodensegmente 26. In FIG 1 ist ferner ein Arbeitsraumsegment 24' mit dessen zugehörigem Bodensegment 26' abgebildet, das im Zuge der Roboterbewegung 18 vor einem zweiten Arbeitssegment 24'' und dessen zugehörigen Bodensegment 26'' vom ersten Roboter durchfahren wird. Das erste Bodensegment 26' wird in einem in FIG 1 nicht dargestellten ersten Zeitraum 26 vom ersten Roboter 10 überstrichen, so dass eine erste visuelle Warnung 62 am ersten Bodensegment 26' ausgegeben wird. Das zweite Bodensegment 26'' wird erst in einem späteren, nicht dargestellten, zweiten Zeitraum 54 vom ersten Roboter 10 überstrichen, so dass am zweiten Bodensegment 26'' über ein Leuchtelement 30 eine zweite visuelle Warnung 64 ausgegeben wird. Ferner weist der Arbeitsraum 20 Arbeitsraumsegmente 24 auf, die im Arbeitsintervall 50 nicht vom ersten Roboter 10 durchfahren werden. In diesen Arbeitsraumsegmenten 24 liegt für die Person P keine Gefährdungssituation vor, so dass auf den zugehörigen Bodensegmenten 26 ein Entwarnsignal 69 ausgegeben wird. Die unterschiedlichen visuellen Warnungen 62, 64 sowie das Entwarnsignal 69 zeigen der Person P an, welches Gefährdungspotential in welchem Bereich des Arbeitsraumes 20 vorliegt.

35

In FIG 2 ist ein Ablaufschema des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. In einem ersten Schritt 110 erfolgt ein Prognostizieren einer Roboterbewegung 18 die vom mindestens

einen ersten Roboter 10 in einem Arbeitsintervall 50 durchzuführen ist. Dabei wird auf Basis der Programmierung des mindestens einen ersten Roboters 10 dessen geplanter Bewegungsablauf unter der Annahme prognostiziert, dass während dessen
5 keine Ereignisse eintreten, die zu einem Stillstand oder einer Verzögerung des mindestens einen ersten Roboters 10 führen. In einem weiteren Verfahrensschritt 120 wird ermittelt, welcher Raum vom mindestens einen ersten Roboter 10 im analysierten Arbeitsintervall 50 durchfahren wird. In einem weiteren
10 Verfahrensschritt 130 wird ermittelt, ob ein Arbeitsraumsegment 24 zumindest teilweise im durchfahrenen Raum 19 liegt. Ein Arbeitsraumsegment 24, das vom mindestens einen ersten Roboter 10 während des Arbeitsintervalls 50 durchfahren wird, wird dabei zunächst als potentieller Gefahrenbereich für eine Person P identifiziert. Des Weiteren wird im
15 Verfahrensschritt 130 ermittelt, ob ein entsprechendes Arbeitsraumsegment 24 in einem ersten oder zweiten Zeitraum 52, 54 vom mindestens einen ersten Roboter 10 durchfahren wird. Ein Arbeitsraumsegment 24, das in einem früheren Zeitraum
20 durchfahren wird als ein Arbeitsraumsegment in einem späteren Zeitraum, wird dabei als gefährlicher klassifiziert.

In Abhängigkeit vom Ergebnis des Verfahrensschritts 130 findet für ein Arbeitsraumsegment 24 entweder der vierte Verfahrensschritt 140 oder der fünfte Verfahrensschritt 150 statt.
25 Wird im vorangegangenen Ermittlungsschritt 130 festgestellt, dass das Arbeitsraumsegment 24 während des ersten Zeitraums 52 zumindest teilweise im vom Roboter 10 durchfahrenen Raum 19 liegt, wird am zugehörigen Bodensegment 26 eine erste visuelle
30 Warnung 52 ausgegeben. Wird im vorangegangenen Verfahrensschritt 130 ermittelt, dass das Arbeitsraumsegment 24 während des zweiten Zeitraums 54 zumindest teilweise im durchfahrenen Raum 19 liegt, wird am zugehörigen Bodensegment 26 eine zweite visuelle Warnung 64 ausgegeben.

35

Aus FIG 3 geht der zeitliche Ablauf einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens hervor. Ausgangspunkt ist der Startzeitpunkt 51, der den Beginn des Arbeits-

intervalls 50 definiert. Aus FIG 3 geht ein erster Zeitraum 52 hervor, der im Wesentlichen ebenfalls am Startzeitpunkt 51 beginnt. Wird während der nicht näher dargestellten Verfahrensschritte 110, 120, 130 festgestellt, dass ein ebenfalls nicht dargestelltes Arbeitsraumsegment 24 innerhalb des ersten Zeitraums 52 durchfahren wird, wird im Rahmen des vierten Verfahrensschrittes 140 eine erste visuelle Warnung 62 am zugehörigen Bodensegment 26 ausgegeben. An den ersten Zeitraum 52 schließt sich ein zweiter Zeitraum 54 an. Wird ein Arbeitsraumsegment 24 während des zweiten Zeitraums 54 durchfahren wird im Rahmen des fünften Verfahrensschrittes 150 eine zweite visuelle Warnung 64 ausgegeben. Dabei liegt der zweite Zeitraum 54 im Bereich des Arbeitsintervalls 50. Auf dem zweiten Zeitraum 54 folgt ein dritter Zeitraum 56, der im wesentlichen mit dem Ende des Arbeitsintervalls 50 ebenfalls endet. Wird ein Arbeitsraumsegment 24 während des dritten Zeitraums 56 durchfahren, so wird eine dritte visuelle Warnung 66 am zugehörigen Bodensegment 26 ausgegeben. Ferner offenbart FIG 3 einen zusätzlichen Zeitraum 59, der nach dem Ende des Arbeitsintervalls 50 liegt. Wird ein Arbeitsraumsegment 24 bis zum Beginn des zusätzlichen Zeitraums 59 nicht durchfahren, wird im zugehörigen Bodensegment 26 ein Entwarnsignal 69 ausgegeben. Der Pfeil 57 bildet den Zeitablauf ab, so dass das Arbeitsintervall 50, sowie die Zeiträume 52, 54, 59 stets Zeiträume sind, die relativ zu einem Startzeitpunkt 51 einer Betrachtung zu verstehen sind. Die Zeiträume 52, 54, 56, 59 wandern somit im Betriebsablauf des zugehörigen Robotersystem 80 entlang des Pfeils 57 mit. Das in FIG 3 dargestellte Verfahren erfolgt unter durchgehender Wiederholung der einzelnen Verfahrensschritte 110, 120, 130, 140 und 150.

FIG 4 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Robotersystems 80 im Arbeitsraum 20. Im Bereich des Arbeitsraums 20 wird ein erstes Transportgut 15 und ein zweites Transportgut 17 entlang einer Förderrichtung 13 zum ersten Roboter 10 geführt. Der erste Roboter 10 ist dazu ausgebildet mit dem Manipulator 12 je ein Stück der Transportgüter 15, 17 zu greifen und in einer Schwenkbewegung zur Ablage 23 zu be-

fördern. Dabei sind der erste Roboter 10 und die Ablage 23 im Arbeitsraum 20 angebracht. Der Arbeitsraum 20 ist in eine Vielzahl von im Wesentlichen rechteckigen Arbeitssegmenten 24 eingeteilt, die entlang von Trennlinien 28 aneinander angrenzen. Die Arbeitssegmente 24 sind dabei im Wesentlichen nicht näher dargestellte quaderförmige Raumsegmente, die an einer unteren Seite jeweils durch den Boden 22 des Arbeitsraums begrenzt werden. Zu jedem Arbeitsraumsegment 24 gehört entsprechend ein Bodensegment 26, wobei die Bodensegmente 26 ebenfalls entlang der gedachten Trennlinien 28 aneinander angrenzen. Darüber hinaus sind die Bodensegmente 26 jeweils mit einem Leuchtelement 30 versehen, das als eine Segmentleuchte ausgebildet ist. Die Segmentleuchten 32 sind jeweils ausgebildet, auf der Oberfläche eines Bodensegments 26 mittels Beleuchtung eine visuelle Warnung auszugeben.

FIG 4 zeigt ferner einen zweiten Roboter 11, der über einen Manipulator 12 verfügt und im Bereich der Ablage 23 einen Arbeitsschritt durchführt. Der erste und der zweite Roboter 10, 11 führen jeweils gleichzeitig Bewegungen 18 aus, bei denen jeweils ein Raum 19 durchfahren wird. Dabei liegen Arbeitsraumsegmente 24 zumindest teilweise im durchfahrenen Raum 19, der den Robotern 10, 11 zugeordnet ist. Die Richtung der Bewegungen 18 ist im FIG 4 jeweils mit einem Pfeil verdeutlicht. Die Pfeilrichtung entspricht dem zeitlichen Ablauf der jeweiligen Bewegung 18 im nicht dargestellten Arbeitsintervall 50. Das Arbeitsraumsegment 24''' im Bereich der Ablage 23 wird während des Arbeitsintervalls 50 von beiden Robotern durchfahren. Der erste Roboter 10 durchfährt das Arbeitsraumsegment 24''' am Ende seiner Bewegung 18 im zweiten Zeitraum 54, der ebenfalls nicht abgebildet ist. Ferner wird das Arbeitsraumsegment 24''' vom zweiten Roboter 11 am Anfang des Arbeitsintervalls 50, und damit im ersten Zeitraum 52. Das Robotersystem 80 erkennt auf Basis des erfindungsgemäßen Verfahrens, dass im Arbeitsraumsegment 24''' bereits im ersten Zeitraum 52 ein Gefährdungspotential vorliegt und gibt im zugehörigen Bodensegment 26''' die erste visuelle Warnung 62 aus. Die erste visuelle Warnung 62 wird dabei mittels des

Leuchtelements 30 ausgegeben, das als Segmentleuchte 32 ausgebildet ist.

Für die weiteren Arbeitsraumsegmente 24, die ebenfalls zumindest teilweise im durchfahrenen Raum 19 liegen, wird ebenfalls auf Basis des erfindungsgemäßen Verfahrens ermittelt, ob im ersten oder zweiten Zeitraum 52, 54 ein Gefährdungspotential vorliegt und eine entsprechende erste oder zweite visuelle Warnung 62, 64 ausgegeben. Bei Arbeitsraumsegmenten 24, die von den Robotern 10, 11 nicht durchfahren werden, wird das Entwarnsignal 69 ausgegeben.

Aus FIG 5 geht schematisch der Aufbau des erfindungsgemäßen Robotersystem 80 hervor, das zwei Roboter 10, 11 umfasst. Jeder der Roboter 10, 11 verfügt über einen Manipulator 12, der über einen Aktuator 16 angetrieben wird. Die Roboter 10, 11 sind ferner mit einer Sensorik 14 ausgestattet, die es beispielsweise erlaubt, die Anwesenheit einer Person zu erkennen und die zugehörigen Informationen an die Steuerung der Roboter 10, 11 weiterzuleiten. Die Roboter 10, 11 sind im Arbeitsraum 20 zur Verrichtung von Arbeitsschritten am ersten und zweiten Transportgut 15, 17 angeordnet. Die Transportgüter 15, 17 weisen jeweils eine Beschaffenheitsinformation 72 auf, die über die Sensorik 14 der Roboter 10, 11 erfasst werden kann. Die Roboter 10, 11 sind in der Lage, die erfasste Beschaffenheitsinformation 72 über eine Verbindung 42 an eine Steuereinheit 40 weiterzuleiten. Neben der Beschaffenheitsinformation 72 werden auch andere Prozessparameter 70, wie beispielsweise die Bewegungsgeschwindigkeit eines Roboters 10, 11 über die Verbindung 42 an die Steuereinheit 40 weitergeleitet. Die Verbindung 42 ist zum Transport von Daten geeignet und ist zwischen dem ersten Roboter 10 und der Steuereinheit 40 als Datenkabel 44 ausgebildet. Der zweite Roboter 11 ist über eine Verbindung 42 mit der Steuereinheit 40 gekoppelt, die als Funkverbindung ausgebildet ist.

Des Weiteren zeigt FIG 5 schematisch eine Mehrzahl an Bodensegmenten 26, die jeweils einem nicht näher dargestellten Ar-

beitsraumsegment 24 zugeordnet sind. Die Bodensegmente 26 sind mit Segmentleuchten 32 versehen, die als Leuchtmittel 30 dienen. Eine einzelne Segmentleuchte 32 ist dazu geeignet, auf zumindest einem Bodensegment 26 eine visuelle Warnung 62, 64, 66 oder ein Entwarnsignal 69 hervorzurufen. Ein Bodensegment 26 ist über eine Funkverbindung 46 mit der Steuereinheit 40 gekoppelt. Die weiteren Bodensegmente 36 sind über Datenkabel 44, die als Verbindung 42 dienen, mit der Steuereinheit 40 verbunden. Die Steuereinheit 40 ist ferner über das Datenkabel 44 mit einem steuerbaren Bildprojektor 34, der als Beamer ausgebildet ist, gekoppelt, der in der Lage ist, auf den Bodensegmenten 26 auch eine visuelle Warnung 62, 64, 66 auszugeben. Ferner ist der steuerbare Bildprojektor 34 dazu geeignet, auf nicht näher dargestellten Bodensegmenten 26 ohne ein Leuchtmittel 30 eine visuelle Warnung 62, 64, 66 oder ein Entwarnsignal 69 hervorzurufen. Der steuerbare Bildprojektor 34 kann über die Steuereinheit 40 derart angesteuert werden, dass der als visuelle Warnung 62, 64, 66 oder als Entwarnsignal 69 ein konstantes oder zeitlich veränderliches Leuchtmuster ausgegeben wird. Die visuelle Warnung 62, 64, 66 ist dabei in der Lage, unterschiedliche Farben anzunehmen, können Farbübergänge umfassen, oder als stillstehende oder animierte Symbole ausgebildet sein. Das Robotersystem 80 ist auch mit einem akustischen Warnsignalgeber 36 versehen, der über das Datenkabel 44 mit der Steuereinheit 40 verbunden ist und ist dazu geeignet, in Situationen mit erhöhtem Gefährdungspotential zusätzlich eine akustische Warnung an eine Person in Arbeitsraum 20 auszugeben. Die Steuereinheit 40 verfügt über einen Speicher, auf dem ein Computerprogramm 90 ausführbar abgespeichert ist, das das erfindungsgemäße Verfahren im Robotersystem 80 umsetzt. Das Computerprogramm 90 ist derart ausgebildet, dass es alle über Roboter 10, 11 erfassten und über die Verbindungen 42 per Datenkabel 44 oder Funkverbindung 46 versendeten Informationen, wie zum Beispiel Prozessparameter 70, im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens zu verarbeiten und auszuwerten. Das Computerprogramm 90 ist auch dazu geeignet, Steuersignale an die einzelnen Leuchtmittel 30, den steuerbaren Bildprojektor 34 oder den akustischen

Warnsignalgeber 36 zu senden, die die entsprechenden visuellen Warnungen 62, 64, 66, akustischen Warnungen 68 und das Entwarnsignal 69 hervorrufen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Warnen einer Person vor mindestens einem ersten Roboter (10) in einem Arbeitsraum (20), der eine Mehrzahl an Bodensegmenten (26) umfasst, wobei den Bodensegmenten (26) jeweils ein Arbeitsraumsegment (24) zugeordnet ist, umfassend die Schritte:
- 5
- a) Prognostizieren einer Roboterbewegung (18), die vom mindestens einen ersten Roboter (10) in einem Arbeitsintervall (50) durchgeführt wird;
- 10
- b) Ermitteln eines während des Arbeitsintervalls (50) vom mindestens einen ersten Roboter (10) durchfahrenen Raums (19);
- c) Ermitteln von mindestens einem Arbeitsraumsegment (24), das innerhalb eines ersten und zweiten Zeitraums (52, 54) zumindest teilweise im durchfahrenen Raum (19) liegt;
- 15
- d) Ausgeben einer ersten visuellen Warnung (62) an einem Bodensegment (26), wenn das zugehörige Arbeitsraumsegment (24) innerhalb des ersten Zeitraums (52) durchfahren wird; und
- 20
- e) Ausgeben einer zweiten visuellen Warnung (64) an einem Bodensegment (26), wenn das zugehörige Arbeitsraumsegment (24) innerhalb des zweiten Zeitraums (52) durchfahren wird.
- 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Schritt b) der zusammen vom mindestens einen ersten Roboter (10) und einem ersten Transportgut (15) durchfahrene Raum (19) erfasst wird,
- 30
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite visuelle Warnung (62, 64) jeweils als Farbsignal oder Leuchtmuster ausgebildet ist.
- 35
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt c) auch für mindestens einen dritten Zeitraum (56) durchgeführt wird und in mindestens einem weiteren Schritt f) eine dritte visuelle Warnung (66) an

einem Bodensegment (26) ausgegeben wird, wenn das zugehörige Arbeitsraumsegment (24) durchfahren wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einem der Verfahrensschritte d) bis f) zusätzlich eine akustische Warnung (68) ausgegeben wird (68).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die visuellen Warnungen (62, 64, 66) und/oder die akustische Warnung (68) in Abhängigkeit von mindestens einem Prozessparameter (70) des mindestens einen ersten Roboters (10) ausgebildet sind.

7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Prozessparameter (70) eine Bewegungsgeschwindigkeit des mindestens einen ersten Roboters (10) und/oder eine Beschaffenheitsinformation (72) des ersten oder eines zweiten Transportguts (15,17) umfasst.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in einem weiteren Schritt g) in jeweils einem Bodensegment (26) ein visuelles Entwarnsignal (69) ausgegeben wird, wenn das zugehörige Arbeitsraumsegment (24) während des Arbeitsintervalls (50) vom mindestens einen ersten Roboter (10) nicht durchfahren wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verfahrensschritte a) bis c) zusätzlich für mindestens einen zweiten Roboter (11) durchgeführt werden.

10. Robotersystem (80), umfassend eine Steuereinheit (40), mindestens einen ersten Roboter (10), der mit der Steuereinheit (40) verbunden ist und der in einem Arbeitsraum (20) angeordnet ist, wobei der Arbeitsraum (20) eine Mehrzahl an Arbeitsraumsegmenten (24) umfasst, denen jeweils ein Bodensegment (26) zugeordnet ist; mindestens ein Leuchtelement (30), das mit der Steuereinheit (40) verbunden ist und dazu ausge-

bildet ist, an mindestens einem Bodensegment (26) jeweils eine visuelle Warnung (62, 64, 66) auszugeben, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (40) dazu ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 durchzuführen.

5

11. Robotersystem (80) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Robotersystem (80) mindestens einen zweiten Roboter (11) umfasst.

10

12. Robotersystem (80) nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Leuchtelement (30) als eine Mehrzahl an Segmentleuchten (32) ausgebildet ist, die jeweils am oder oberhalb des zugehörigen Bodensegments (26) angebracht ist.

15

13. Robotersystem (80) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Leuchtelement (30) als oberhalb der zugehörigen Bodensegmente (26) angeordneter steuerbarer Bildprojektor (34) ausgebildet ist.

20

14. Computerprogramm (90), gespeichert auf einem Speicher oder Datenträger, geeignet zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 an einem Robotersystem (80) nach einem der Ansprüche 10 bis 13.

25

FIG 2

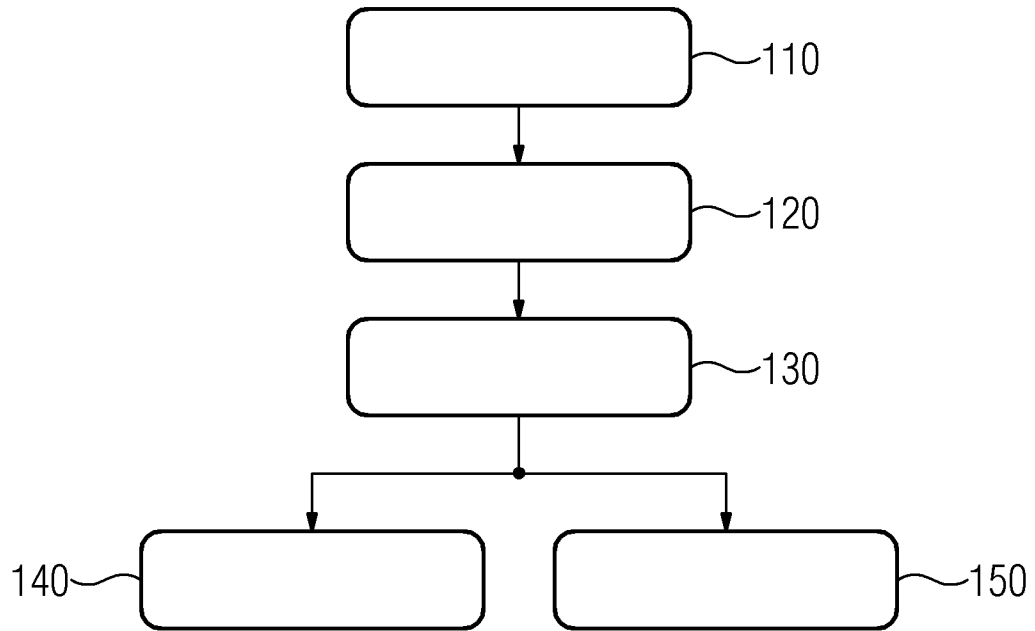
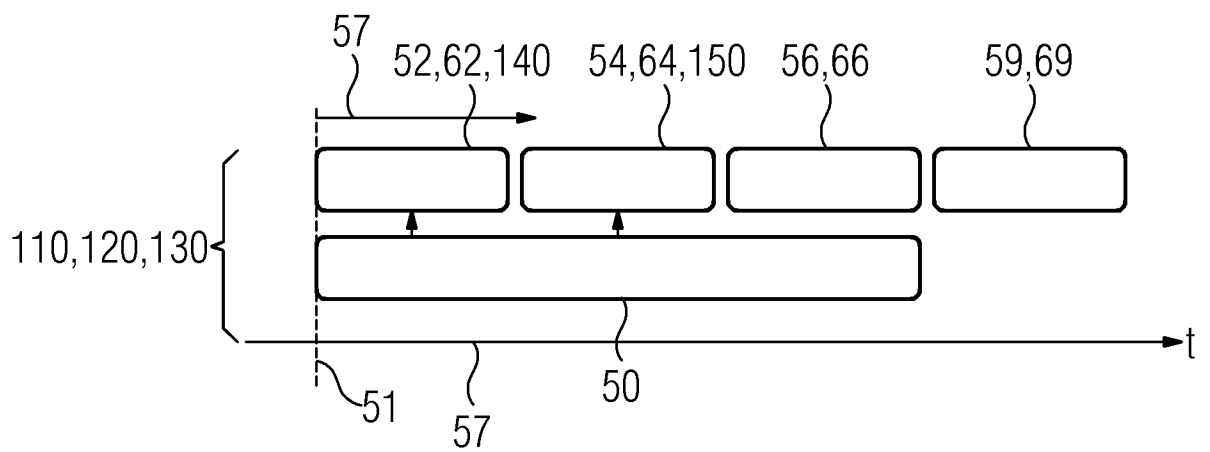


FIG 3



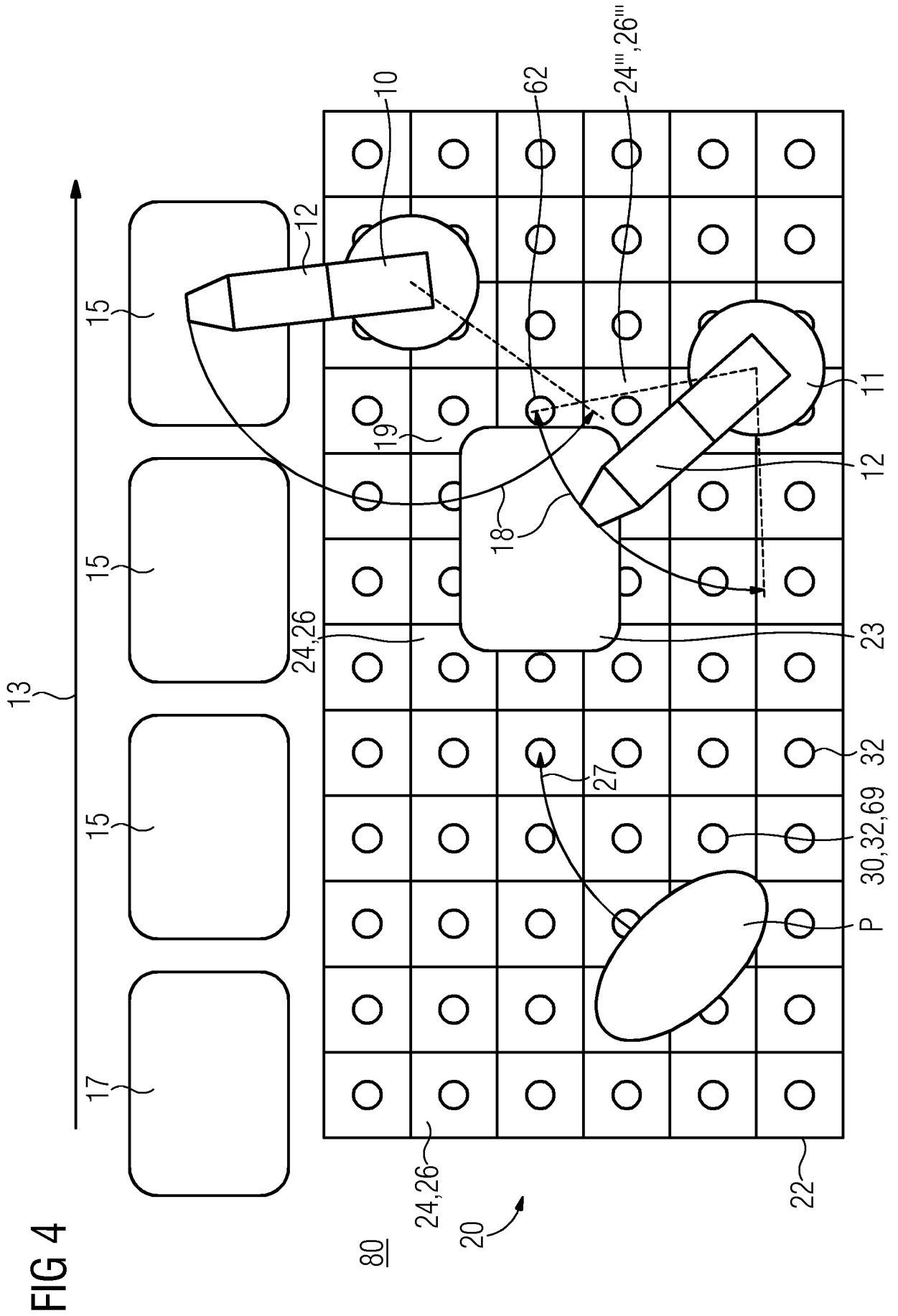
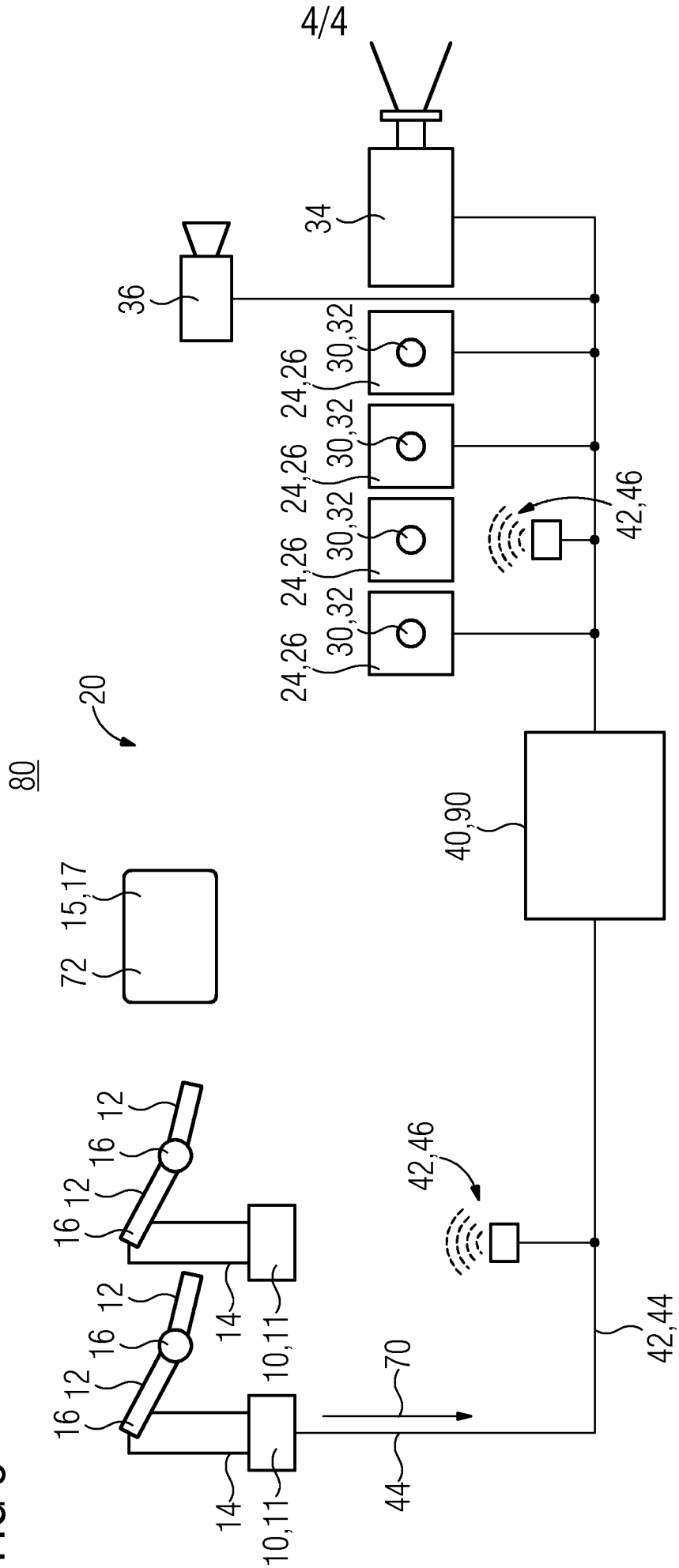


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/064079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B25J19/06 B25J9/16 F16P3/14
ADD.
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)
B25J F16P
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 | WO 2011/128117 A2 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; UNIV MAGDEBURG TECH [DE]; WALTER CHRIST) 20 October 2011 (2011-10-20) p.6 l.6 to p.7 l.35 ; p.8 l.24-29 ; p.9 l.6-31 ; p.10 l.12 to p.11 l.4 ; p.11 l.25-31 ; p.12 l.30 to p.13 l.5 ; p.14 l.25-29 ; p.19 l.5-10; claims 6-9; figure 1 | 1-14 |
| A | US 2012/182155 A1 (SATO TAICHI [JP] ET AL) 19 July 2012 (2012-07-19) paragraphs [0003], [0018] - [0022], [0038], [0039], [0055], [0150] - [0154]; figure 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 6 March 2015 | Date of mailing of the international search report 20/03/2015 |
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer Champion, Jérôme |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/064079

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| WO 2011128117 A2 | 20-10-2011 | EP 2558886 A2 | 20-02-2013 |
| | | US 2013201292 A1 | 08-08-2013 |
| | | WO 2011128117 A2 | 20-10-2011 |
| ----- | | | |
| US 2012182155 A1 | 19-07-2012 | CN 102686371 A | 19-09-2012 |
| | | JP 5059978 B2 | 31-10-2012 |
| | | US 2012182155 A1 | 19-07-2012 |
| | | WO 2011089885 A1 | 28-07-2011 |
| ----- | | | |

| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B25J19/06 B25J9/16 F16P3/14 ADD. | | |
|--|---|---|
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B25J F16P | | |
| 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 | WO 2011/128117 A2 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; UNIV MAGDEBURG TECH [DE]; WALTER CHRIST) 20. Oktober 2011 (2011-10-20) p.6 l.6 to p.7 l.35 ; p.8 l.24-29 ; p.9 l.6-31 ; p.10 l.12 to p.11 l.4 ; p.11 l.25-31 ; p.12 l.30 to p.13 l.5 ; p.14 l.25-29 ; p.19 l.5-10; Ansprüche 6-9; Abbildung 1 ----- | 1-14 |
| A | US 2012/182155 A1 (SATO TAICHI [JP] ET AL) 19. Juli 2012 (2012-07-19) Absätze [0003], [0018] - [0022], [0038], [0039], [0055], [0150] - [0154]; Abbildung 8 ----- | 1-14 |
| <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 | | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts |
| 6. März 2015 | | 20/03/2015 |
| 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 Champion, Jérôme |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/064079

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 2011128117 A2 | 20-10-2011 | EP 2558886 A2 | 20-02-2013 |
| | | US 2013201292 A1 | 08-08-2013 |
| | | WO 2011128117 A2 | 20-10-2011 |
| ----- | | | |
| US 2012182155 A1 | 19-07-2012 | CN 102686371 A | 19-09-2012 |
| | | JP 5059978 B2 | 31-10-2012 |
| | | US 2012182155 A1 | 19-07-2012 |
| | | WO 2011089885 A1 | 28-07-2011 |
| ----- | | | |