



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.2024 Patentblatt 2024/05

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E04G 21/08^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23187065.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E04G 21/08

(22) Anmeldetag: **21.07.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **DILLER, Patrick**
86558 Hohenwart (DE)
- **PFETSCH, Stefan**
81371 München (DE)
- **BERGER, Rudolf**
82031 Grünwald (DE)
- **WEISKOPF, Alto**
85250 Altomünster (DE)
- **GLANZ, Christian**
85221 Dachau (DE)

(30) Priorität: **25.07.2022 DE 102022118543**

(71) Anmelder: **Wacker Neuson Produktion GmbH & Co. KG**
85084 Reichertshofen (DE)

(74) Vertreter: **Müller Hoffmann & Partner**
Patentanwälte mbB
St.-Martin-Strasse 58
81541 München (DE)

(72) Erfinder:
• **LANGE, Christian**
85051 Ingolstadt (DE)

(54) **BETONVERDICHTUNGSSYSTEM MIT RÜCKMELDUNG ÜBER VERDICHTUNGSZUSTAND**

(57) Es wird Betonverdichtungssystem angegeben, mit einem Unwuchterreger (6) zur Betonverdichtung, mit einer Verdichtungserkennungseinrichtung (13, 16) zum Erkennen eines Verdichtungsfortschritts im Beton, und mit einer Vibrationseinrichtung (14) zum Erzeugen einer haptischen Rückmeldung, wenn durch die Verdichtungserkennungseinrichtung das Erreichen eines vorgegebenen Verdichtungsfortschritts erkannt worden ist. Dabei können ein den Unwuchterreger (6) antreibender Elektromotor (5) vorgesehen sein sowie eine elektrische Energieversorgung (11) und eine Umformereinrichtung (12) zum Umformen eines von der elektrischen Energieversorgung (11) bezogenen elektrischen Stroms für den Elektromotor (5). Die Verdichtungserkennungseinrichtung kann eine Messeinrichtung (13) aufweisen, zum Messen des von dem Elektromotor (5) bezogenen Stroms, wobei die Verdichtungserkennungseinrichtung auch eine Auswerteeinrichtung (16) aufweisen kann, zum Auswerten des von der Messeinrichtung (13) gemessenen Strombezugs und daraus Bestimmen eines Verdichtungsfortschritts im Beton und Erkennen, ob ein vorgegebener Verdichtungsfortschritt erreicht wurde.

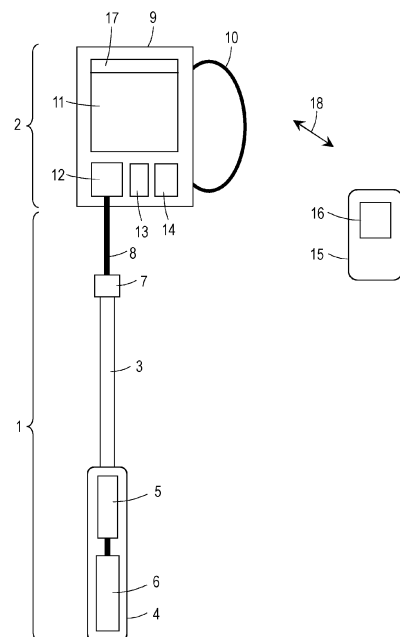


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Betonverdichtungssystem.

[0002] Betonverdichtungssysteme, insbesondere sogenannte Innenrüttler sind bekannt. Sie weisen einen in einer sogenannten Rüttelflasche angeordneten Unwuchterreger auf, der in den zu verdichtenden, noch fließfähigen Beton eingetaucht wird, um diesen durch Einbringen von Vibrationen zu verdichten.

[0003] Der Unwuchterreger wird in der Regel durch einen ebenfalls in der Rüttelflasche angeordneten Elektromotor drehend angetrieben. Dazu muss der Elektromotor mit einem geeigneten Strom, insbesondere mit einer geeigneten Spannung und einer geeigneten Frequenz versorgt werden. Zu diesem Zweck ist ein Frequenzumformer vorgeschaltet, der den zugeführten Strom in geeigneter Weise wandelt. Dabei kann die elektrische Energieversorgung über das öffentliche bzw. an einer Baustelle vorhandene Stromnetz erfolgen.

[0004] In jüngerer Vergangenheit hat sich jedoch die Akkutechnik derart weiterentwickelt, dass die elektrische Energieversorgung auch mit Hilfe eines elektrischen Energiespeichers (Akkus) erfolgen kann.

[0005] Aus der DE 10 2018 118 552 A1 ist eine Tragvorrichtung mit Energiespeicher und elektrischem Umformer bekannt. Die Tragvorrichtung kann in der Art eines Rucksacks ausgebildet sein und einen Akku sowie einen Umformer aufweisen, um z.B. einen Innenrüttler mit geeignetem elektrischem Strom zu versorgen.

[0006] Der Innenrüttler selbst weist einen Bedienungsschlauch auf, an dem die Rüttelflasche befestigt ist und der vom Bediener gehalten werden kann, um die Rüttelflasche in den zu verdichtenden Beton einzutauchen. Im Inneren des Bedienungsschlauchs verlaufen auch die elektrischen Zuleitungen zu dem Elektromotor in der Rüttelflasche. Dementsprechend dient der Bedienungsschlauch auch als Schutzschlauch. Am Übergang zwischen dem Ende des Bedienungsschlauchs und dem zum Frequenzumformer führenden Verbindungskabel befindet sich ein Schalter, mit dem der Bediener den Innenrüttler aktivieren und deaktivieren kann.

[0007] Beim Einsatz des Innenrüttlers während der Durchführung eines Verdichtungsvorgangs basieren die Dauer und die Häufigkeit des Eintauchens auf Erfahrungswerten des Anwenders. Gerade für unerfahrene Anwender kann es dabei schwierig sein, die richtige Verdichtungsdauer festzustellen. Wird der Beton zu kurz verdichtet, verbleiben Luftblasen bzw. Kiesnester im Beton, die nicht mit Zementleim gefüllt sind. Wird dagegen zu lange verdichtet, entmischt sich die Betonmischung, wobei große und schwere Komponenten nach unten sinken und Lunker an der Oberseite entstehen können.

[0008] Aufgrund der Umgebungsbedingungen auf Baustellen (Lärm, Schmutz, Beton) ist es schwierig, dem Anwender Informationen über einen ausreichenden Verdichtungsgrad zukommen zu lassen. Optische und akustische Signale werden oft nicht wahrgenommen.

[0009] In der GB 1 097 651 A wird ein System zur Abschaltung der Stromzufuhr für einen Innenrüttler sowie zur optischen Signalisierung mittels einer Lichtquelle beschrieben, wenn die Stromaufnahme (gemessen an einer Phase des Motors) nach dem Eintauchvorgang unter einen bestimmten Schwellenwert fällt. In diesem Fall muss jedoch der Innenrüttler im ausgeschalteten Zustand aus dem Beton gezogen werden. Dabei ist der Beton jedoch weniger fließfähig, wodurch das Herausziehen erschwert wird. Zudem können sich erneut Luft einschließen, die die Qualität des Betons herabsetzen.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Betonverdichtungssystem, insbesondere einen Innenrüttler, anzugeben, bei dem der Bediener eine klare Rückmeldung über eine abgeschlossene Verdichtung bzw. den Verdichtungsfortschritt erhalten kann.

[0011] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Betonverdichtungssystem mit den Merkmalen von Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren gemäß dem nebengeordneten Anspruch. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0012] Es wird ein Betonverdichtungssystem angegeben, mit einem Unwuchterreger zur Betonverdichtung, mit einer Verdichtungserkennungseinrichtung zum Erkennen eines Verdichtungsfortschritts im Beton, und mit einer Vibrationseinrichtung zum Erzeugen einer haptischen Rückmeldung, wenn durch die Verdichtungserkennungseinrichtung das Erreichen eines vorgegebenen Verdichtungsfortschritts erkannt worden ist.

[0013] Der Unwuchterreger dient zum Eintauchen in den zu verdichtenden Beton. Beim Betreiben des Unwuchterregers werden Schwingungen erzeugt, die eine Verdichtung des noch fließfähigen Betons in an sich bekannter Weise bewirken. Während des Verdichtungsvorgangs wird der Verdichtungsfortschritt überwacht. Dabei handelt es sich insbesondere um den Zustand der Verdichtung bzw. den Verdichtungsgrad im Beton. Je länger der Unwuchterreger an der betreffenden Stelle den Beton verdichtet, desto mehr Luftblasen können gelöst werden. Andererseits kann aber bei einer Überverdichtung auch eine Entmischung der Komponenten des Betons erreicht werden, was zu verhindern ist.

[0014] Zum Bestimmen des Verdichtungsfortschritts sind aus dem Stand der Technik verschiedene Maßnahmen bekannt, z.B. aus der GB 1 097 651 A. Dabei kann die Stromaufnahme eines den Unwuchterreger antreibenden Elektromotors überwacht werden, woraus Rückschlüsse über den Verdichtungsfortschritt gezogen werden können. Aus der EP 1 165 907 B1 bzw. WO 00/57000 A1 ist es bekannt, an der Rüttelflasche Beschleunigungsaufnehmer anzuordnen, mit denen Beschleunigungswerte der Rüttelflasche im zu verdichtenden Beton aufgenommen werden können, was Rückschlüsse auf den Verdichtungsfortschritt ermöglicht.

[0015] Beim Erreichen eines vorgegebenen bzw. vordefinierten Verdichtungsfortschritts, also bei Erreichen des gewünschten Verdichtungsgrads, wird eine haptische Rückmeldung erzeugt, die von dem Bediener des

Betonverdichtungssysteme haptisch wahrgenommen werden kann. Die haptische Rückmeldung stellt somit ein haptisches Rückmeldungssignal bzw. Vibrationssignal dar, das der Bediener auch unter rauen Baustellenbedingungen wahrnehmen kann. Dies ist insbesondere deswegen möglich, weil der Bediener in körperlichem Kontakt mit Komponenten des Betonverdichtungssystems steht, z.B. über seine Hände oder über seinen Rücken. Die Erzeugung einer entsprechenden Vibration als haptische Rückmeldung kann von ihm wahrgenommen werden, auch wenn er einen Gehörschutz trägt und konzentriert arbeitet und dabei den die Verdichtung bewirkenden Vibrationen ausgesetzt ist.

[0016] Die Vibrationseinrichtung kann zu diesem Zweck eine entsprechende Vibration erzeugen oder eine bestehende Vibration ändern. Auch eine Kombination von Erzeugung und Änderung einer Vibration ist möglich.

[0017] Bei einer Variante wird der Unwuchterreger durch einen Elektromotor angetrieben, der seine elektrische Energie von einer elektrischen Energieversorgung bezieht. Es kann eine Umformereinrichtung vorgesehen sein, zum Umformen eines von der elektrischen Energieversorgung bezogenen elektrischen Stroms für den Elektromotor. Die Verdichtungserkennungseinrichtung kann eine Messeinrichtung aufweisen, zum Messen des von dem Elektromotor bezogenen Stroms, wobei die Verdichtungserkennungseinrichtung auch eine Auswerteeinrichtung aufweisen kann, zum Auswerten des von der Messeinrichtung gemessenen Strombezugs und daraus Bestimmen eines Verdichtungsfortschritts im Beton und Erkennen, ob ein vorgegebener Verdichtungsfortschritt erreicht wurde. Die Messeinrichtung kann insbesondere zum Messen der elektrischen Leistungsaufnahme dienen.

[0018] Die Verdichtungserkennungseinrichtung überwacht somit mit Hilfe der Messeinrichtung und der Auswerteeinrichtung den Strombezug, insbesondere den Stromverbrauch des Elektromotors, der sich während des Verdichtungsvorgangs ändert. Die Änderung geht einher mit dem Verdichtungsfortschritt, weil der Beton während des Verdichtens seine Konsistenz, insbesondere Zähigkeit ändert, was für den Antrieb des Unwuchterregers entsprechende Reaktionskräfte und -momente erfordert. Die dafür zum Betrieb des Unwuchterregers notwendigen Drehmomente des Elektromotors lassen sich über den Stromverbrauch bestimmen. Das Über- bzw. Unterschreiten bestimmter vorgegebener Grenzen für den Stromverbrauch kann als Kriterium für den Verdichtungsfortschritt herangezogen werden. Je nach Ausgestaltung der Auswerteeinrichtung können dabei Grenzwerte definiert werden. Es können aber auch Verläufe bzw. Gradienten vorgegeben werden, die charakteristisch für den Verdichtungsfortschritt und für den Erreichen eines vorgegebenen Verdichtungsgrads sind.

[0019] Das Ergebnis der Auswerteeinrichtung, insbesondere die Erkenntnis, dass ein vorgegebener Verdichtungsfortschritt erreicht wurde, kann dann in geeigneter Weise an die Vibrationseinrichtung übermittelt werden,

um daraufhin die haptische Rückmeldung zu erzeugen.

[0020] Der Unwuchterreger kann in einem Gehäuse angeordnet sein, wobei an dem Gehäuse ein Bedienungsschlauch befestigt sein kann, zum Führen des Gehäuses durch einen Bediener. Bei dem Gehäuse kann es sich typischerweise um eine sogenannte Rüttelflasche handeln, in deren Innerem der Unwuchterreger und meist auch der den Unwuchterreger antreibende Elektromotor angeordnet sind. Die Kombination aus Gehäuse und Bedienungsschlauch entspricht einem typischen Innenrüttler, der vom Bediener durch Halten des Bedienungsschlauchs geführt werden kann.

[0021] Die für den Betrieb des Elektromotors notwendige elektrische Energieversorgung kann mit Hilfe von Stromkabeln bzw. -leitungen erfolgen, die wenigstens teilweise im Inneren des Bedienungsschlauchs verlaufen und z.B. mit der Umformereinrichtung verbunden sind. Als elektrische Energieversorgung kann dann ein elektrischer Energiespeicher (Akku) oder ein Netzanschluss zur Verbindung an das öffentliche Netz oder ein Baustellenetz dienen.

[0022] Der Bedienungsschlauch kann dementsprechend auch ein Schutzschlauch sein, zum Schutz der elektrischen Zuleitungen zum Gehäuse, wenn der Elektromotor im Gehäuse angeordnet ist.

[0023] Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann die elektrische Energieversorgung einen elektrischen Energiespeicher aufweisen. Dabei kann es sich insbesondere um einen wechselbaren Akku handeln.

[0024] Die Umformereinrichtung kann ausgebildet sein zum Bereitstellen des Stroms für den Elektromotor mit einer vorgegebenen Spannung und/oder Frequenz.

[0025] Es kann eine Schalteinrichtung vorgesehen sein, zum Ein- und Ausschalten des Elektromotors. Die Schalteinrichtung kann zwischen dem Energiespeicher und dem Umformer oder zwischen dem Umformer und dem Elektromotor angeordnet sein. Insbesondere kann die Schalteinrichtung am Ende des Bedienungsschlauchs angeordnet sein, gegenüberliegend von dem den Unwuchterreger aufnehmenden, an dem anderen Ende des Bedienungsschlauchs gehaltenen Gehäuse. Damit kann die Schaltvorrichtung an einer Seite mit dem Bedienungsschlauch verbunden sein, während an ihrer anderen Seite das elektrische Zuleitungskabel zum Unwuchterreger geführt wird.

[0026] Der elektrische Energiespeicher und die Umformereinrichtung können auf einer Tragvorrichtung angeordnet sein, wobei die Tragvorrichtung wenigstens einen Gurt aufweist, zum Tragen der Tragvorrichtung durch einen Benutzer. Eine derartige Tragvorrichtung ist z.B. aus der DE 10 2018 118 552 A1 bekannt.

[0027] Insbesondere kann die Tragvorrichtung in der Art eines Rucksacks ausgeführt sein, so dass der Benutzer die Tragvorrichtung zusammen mit dem Energiespeicher und der Umformereinrichtung auf seinem Rücken trägt. Von der Umformereinrichtung erstreckt sich dann ein Stromkabel zum Bedienungsschlauch bzw. zu der am Bedienungsschlauch vorgesehenen Schalteinrichtung.

tung.

[0028] Der Energiespeicher kann an der Tragvorrichtung wechselbar befestigt sein. Dadurch ist es möglich, dass der Energiespeicher bei Erschöpfung ausgewechselt und gegen einen frischen Energiespeicher getauscht werden kann.

[0029] Da der Bediener mit dem Betonverdichtungssystem in diesem Fall an zwei Stellen in körperlichem Kontakt steht, nämlich zum einen mit seinen Händen beim Halten des Bedienungsschlauchs bzw. der Schalteinrichtung sowie zum anderen mit seinem Rücken durch Tragen der Tragvorrichtung, kann die Vibrationseinrichtung ausgebildet sein, ein haptisches Signal zu erzeugen, das der Bediener durch seinen Körperkontakt (Hand, Rücken) wahrnehmen kann.

[0030] Die Vibrationseinrichtung kann zum Erzeugen der haptischen Rückmeldung wenigstens eines der folgenden Merkmale umfassen: Variieren der Drehzahl des Elektromotors, kurzzeitiges Verändern der Drehzahl des Elektromotors und danach wieder Einstellen der vorherigen Drehzahl, Reduzieren der Drehzahl des Elektromotors auf Null, sprunghaftes Verändern der Drehzahl des Elektromotors, Ändern der Drehrichtung des Elektromotors, mehrfaches Ändern der Drehrichtung des Elektromotors, Erzeugen einer Vibration, die vom Bediener im Betrieb des Betonverdichtungssystems wahrnehmbar ist, Erzeugen einer Vibration an der Tragvorrichtung, Erzeugen einer Vibration an dem Energiespeicher, Erzeugen einer Vibration an der Umformereinrichtung, Erzeugen einer Vibration an dem Bedienungsschlauch, Erzeugen einer Vibration an der Schalteinrichtung.

[0031] Insbesondere kann die Vibrationseinrichtung somit eine Schwingungs-Änderung bewirken, die vom Bediener als haptisches Signal wahrnehmbar ist. Das Verändern der Motordrehzahl führt zu einer veränderten Schwingungsfrequenz am Innenrüttler, die vom Bediener haptisch wahrgenommen werden kann, z.B. beim Halten des Bedienungsschlauchs.

[0032] Die Änderung der Vibration kann dabei einem Schema folgen, z.B. in der Art von Morsecodes. Z.B. kann die Vibration und damit das haptische Signal für den Bediener durch mehrmaliges kurzzeitiges Erhöhen oder Absenken der Motordrehzahl erreicht werden.

[0033] Die Veränderung der Motordrehzahl kann insbesondere durch Ändern der Frequenz des vom Umformer kommenden Stroms oder durch Ändern der Motorspannung herbeigeführt werden.

[0034] Bei einer Variante ist es möglich, die Drehzahl des Elektromotors auf Null, also bis zum Stillstand zu reduzieren. Danach kann er entweder in die normale Betriebsrichtung oder in die Gegenrichtung beschleunigt werden. Der Bediener bemerkt dies an einer Verwindung im Führungsschlauch.

[0035] Alternativ kann der Innenrüttler auch aktiv abgebremst werden, z.B. indem man die Umrichterfrequenz auf Null stellt und/oder die Phasenfolge vertauscht.

[0036] Ebenso ist es möglich, eine gezielte Vibration unabhängig von der jeweiligen Motordrehung zu erzeugen, ähnlich wie ein Vibrationsalarm bei einem Smartphone. Dafür kann die Vibrationseinrichtung z.B. auch einen eigenen Unwuchterreger aufweisen, der an geeigneter Stelle platziert ist, damit die von dem eigenen (im Verhältnis zu dem für die Betonverdichtung genutzten Unwuchterreger kleineren) Unwuchterreger erzeugte Vibration vom Bediener wahrgenommen werden kann.

[0037] Die Messeinrichtung kann mit dem Energiespeicher oder mit der Umformereinrichtung gekoppelt sein, um den Strom bzw. die Leistungsaufnahme zu messen. Dementsprechend kann es zweckmäßig sein, dass die Messeinrichtung ebenfalls an der Tragvorrichtung angeordnet ist, wenn der Energiespeicher und die Umformereinrichtung bei der oben beschriebenen Variante auf einer Tragvorrichtung angeordnet sind. Dabei ist es auch möglich, dass die Messeinrichtung in dem Energiespeicher integriert ist und z.B. als Teil des Batteriemanagementsystems des Energiespeichers genutzt wird. Moderne Akkusysteme weisen häufig entsprechende Messeinrichtungen auf, um Informationen über den Stromverbrauch und damit über die Kapazität des Akkus zu erhalten. Diese Informationen können als Teil der Messeinrichtung der Verdichtungserkennungseinrichtung zur Verfügung gestellt werden.

[0038] Auch die Auswerteeinrichtung kann zusammen mit der Messeinrichtung integriert sein und in geeigneter Weise angeordnet sein, z.B. in der Nähe des Energiespeichers bzw. - sofern vorhanden - ebenfalls auf der Tragvorrichtung.

[0039] Bei einer Variante kann die Auswerteeinrichtung in einer Mobileinrichtung angeordnet sein, räumlich getrennt von dem Energiespeicher und der Umformereinrichtung. Bei der Mobileinrichtung kann es sich z.B. um ein Smartphone, ein Tablet oder einen Laptop handeln.

[0040] Die Auswertung der von der Messeinrichtung erfassten Messergebnisse kann eine nicht unerhebliche Rechnerkapazität erfordern, die an der Messeinrichtung, an dem Energiespeicher oder an dem Frequenzumformer nicht vorhanden ist. Demgegenüber sind Smartphone, Laptop oder Tablet ohne Weiteres geeignet, ausreichende Rechnerkapazitäten zur Verfügung zu stellen. Die erforderlichen Rechnerkapazitäten hängen insbesondere von dem Rechenmodell ab, das der Erkennung des Verdichtungsfortschritts zugrundegelegt wird. Geht man davon aus, dass Verläufe von Strombezügen über einen gewissen Zeitraum ausgewertet werden sollen, können sehr viele Daten anfallen, die eine höhere Rechnerkapazität erfordert. Ebenso ist es denkbar, dass die Auswerteeinrichtung auch zumindest in Teilen ein KI-basiertes System nutzt, um aufgrund der während der Betonverdichtung entstehenden Muster im Stromverbrauch Rückschlüsse über den Verdichtungsgrad zu ziehen.

[0041] Die Mobileinrichtung kann insbesondere unabhängig vom Energiespeicher oder vom Umformer bewegt werden.

[0042] Es kann eine Datenübertragung zwischen der Messeinrichtung und der Auswerteeinrichtung vorgesehen sein, zum Hin- und Rückübertragen von Daten zwischen der Messeinrichtung und der (gegebenenfalls räumlich entfernten) Auswerteeinrichtung. Wenn die Messeinrichtung in den Energiespeicher (Akku) integriert ist, kann die Datenübertragung dementsprechend auch zwischen dem Energiespeicher und der Auswerteeinrichtung vorgesehen sein. Die Daten betreffen insbesondere die Erkennung des Verdichtungsfortschritts bzw. werden zur Bestimmung des Verdichtungsfortschritts genutzt.

[0043] Für die Datenübertragung kann eine Funkstrecke genutzt werden, z.B. per Bluetooth.

[0044] Die Auswerteeinrichtung kann in der oben erläuterten Mobileinrichtung oder auch direkt am Energiespeicher oder am Umformer vorgesehen sein.

[0045] Wenn die Messeinrichtung in dem Energiespeicher vorgesehen ist, kann die Messeinrichtung die Daten an die Mobileinrichtung schicken. Ebenso können die Daten auch im Umformer erfasst werden, wobei der Energiespeicher auch als Gateway für die Datenübertragung zur Mobileinrichtung genutzt werden kann, insbesondere dann, wenn er Einrichtungen für eine Datenübertragung aufweist.

[0046] Es wird ein Verfahren zur Betonverdichtung angegeben, mit den Schritten

- Eintauchen eines Unwuchterregers in den zu verdichtenden Beton;
- Verdichten des Betons durch Betreiben des Unwuchterregers;
- Überwachen des Verdichtungsfortschritts;
- Erzeugen einer haptischen Rückmeldung für einen Bediener, wenn das Erreichen eines vorgegebenen Verdichtungsfortschritts festgestellt wurde.

[0047] Diese und weitere Vorteile und Merkmale werden nachfolgend anhand eines Beispiels unter Zuhilfenahme der Figur näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Betonverdichtungssystem in schematischer Darstellung.

[0048] Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung ein Betonverdichtungssystem mit einem Innenrüttler 1 und einer tragbaren Energievorrichtung 2.

[0049] Der Innenrüttler 1 weist einen Bedienungsschlauch 3 auf, an dessen einem Ende eine als Gehäuse dienende Rüttelflasche 4 angebracht ist. Im Inneren der Rüttelflasche 4 ist ein Elektromotor 5 vorgesehen, der einen Unwuchterreger 6 drehend antreibt. Der Unwuchterreger 6 kann z.B. eine Unwuchtelle sein, auf der eine Unwuchtmasse exzentrisch angebracht ist, so dass bei Rotation der Unwuchtelle Schwingungen erzeugt werden, die über die Gehäuseaußenwand der Rüttelflasche 4 in den zu verdichtenden Beton eingeleitet werden. Der Aufbau einer derartigen Rüttelflasche 4 mit Elektromotor

5 und Unwuchterreger 6 ist an sich bekannt.

[0050] Der Bedienungsschlauch 3 kann eine Länge von mehreren Metern aufweisen, so dass der Bediener die Rüttelflasche 4 bei der Verdichtungsarbeit auch über eine größere Entfernung in den zu verdichtenden Beton hängen kann. Die Fig. 1 ist im Übrigen nicht maßstäblich und gibt die reale Länge des Bedienungsschlauchs 3 nicht wieder.

[0051] An dem der Rüttelflasche 4 gegenüberliegenden Ende des Bedienungsschlauchs 3 ist eine Schalteinrichtung 7 angebracht, über die der Elektromotor 5 ein- und ausgeschaltet werden kann. Die Schalteinrichtung 7 kann auch als Ankopplungsstelle für eine Stromleitung 8 (Stromkabel) dienen. Die elektrischen Zuleitungen der Stromleitung 8 werden im Inneren des Bedienungsschlauchs 3 zu der Rüttelflasche 4 geführt, so dass der Bedienungsschlauch 3 auch die Funktion eines Schutzschlauchs übernimmt.

[0052] Am der Schalteinrichtung 7 gegenüberliegenden Ende der Stromleitung 8 kann ein in der Figur 1 nicht gezeigter Stecker in an sich bekannter Weise vorgesehen sein.

[0053] Der Stecker kann in die Energievorrichtung 2 eingesteckt sein.

[0054] Bei dem in der Figur 1 gezeigten Beispiel sind wesentliche Teile der Energievorrichtung 2 an einer Tragvorrichtung 9 angeordnet, die mit Hilfe von Tragriemen 10 von einem Benutzer z.B. auf seinem Rücken getragen werden kann, ähnlich einem Rucksack. Dabei kann die Tragvorrichtung 9 einen Tragrahmen aufweisen, der die an ihm befestigten Komponenten zuverlässig trägt. Dies ist z.B. auch in der DE 10 2018 118 552 A1 beschrieben.

[0055] Auf der Tragvorrichtung 9 ist ein Akku 11 als elektrischer Energiespeicher befestigt. Der Akku 11 stellt einen zentralen Teil der Energievorrichtung 2 dar und kann wechselbar sein und bei Erschöpfung gegen einen frischen Akku 11 ausgewechselt werden.

[0056] Anstelle des Akkus 11 ist es auch möglich, eine elektrische Versorgung über das öffentliche Netz oder ein an der Baustelle bestehendes Netz bereitzustellen.

[0057] Weiterhin trägt die Tragvorrichtung 9 einen Umformer 12, der insbesondere den aus dem Akku 11 bezogenen Strom hinsichtlich Spannung und Frequenz in einer für den Elektromotor 5 geeigneten Weise umformt. Dieser umgeformte Strom wird dann von dem Umformer 12 über die Stromleitung 8 an den Elektromotor 5 geliefert.

[0058] Symbolhaft sind weiterhin an der Tragvorrichtung 9 eine Messeinrichtung 13 und eine Vibrationseinrichtung 14 angeordnet. Die Messeinrichtung 13 und die Vibrationseinrichtung 14 müssen nicht als körperlich separate Komponenten an der Tragvorrichtung 9 angeordnet sein. Sie können vielmehr auch in dem Akku 11 bzw. in dem Batteriemanagement des Akkus 11 oder auch in dem Umformer 12 oder auch an anderer Stelle angeordnet sein.

[0059] Räumlich getrennt ist eine Mobileinrichtung 15

vorgesehen, z.B. ein Smartphone oder ein Tablet, in dem eine Auswerteeinrichtung 16 vorgesehen sein kann. Die Messeinrichtung 13 und die Auswerteeinrichtung 16 bilden zusammen eine Verdichtungserkennungseinrichtung. Insbesondere kann die Auswerteeinrichtung 16 als Programm bzw. App auf der Mobileinrichtung 15 installiert sein.

[0060] Zur Kopplung der Mobileinrichtung 15 mit der Energievorrichtung 2 ist an dem Akku 11 eine Sende- und Empfangseinrichtung 17 vorgesehen. Mit Hilfe der Sende- und Empfangseinrichtung 17 kann eine Datenübertragung 18 zu der Mobileinrichtung 15 und insbesondere zu der Auswerteeinrichtung 16 erreicht werden.

[0061] Die Messeinrichtung 13 und die Auswerteeinrichtung 16 bilden zusammen eine Verdichtungserkennungseinrichtung zum Erkennen eines Verdichtungsfortschritts im Beton. So ist die Messeinrichtung 13 in der Lage, die Stromaufnahme des Elektromotors 5 während des Verdichtungsbetriebs zu überwachen. Da moderne Akkusysteme häufig ein Batteriemanagementsystem aufweisen, das die Stromaufnahme sehr präzise dokumentiert, kann die Messeinrichtung 13 dementsprechend auch in dem Akku 11 integriert sein bzw. das dortige Batteriemanagementsystem nutzen. Die dabei anfallenden Daten werden über die Datenübertragung 18, z.B. eine Funkstrecke (Bluetooth), zu der Mobileinrichtung 15 und dort zu der Auswerteeinrichtung 16 übermittelt. Die Mobileinrichtung 15 stellt eine ausreichende Rechnerkapazität bereit, damit die Auswerteeinrichtung 16 die notwendigen Berechnungen durchführen kann. Z. B. kann die Auswerteeinrichtung 16 als App auf der Mobileinrichtung 15 installiert sein und die Berechnungen durchführen.

[0062] Wenn die Auswerteeinrichtung 16 erkennt, dass der Verdichtungsfortschritt zufriedenstellend ist und ein vorgegebener Verdichtungsgrad erreicht wurde, gibt die Auswerteeinrichtung 16 ein Signal an die Vibrationseinrichtung 14. Die Vibrationseinrichtung 14 ist in der Lage, ein geeignetes haptisches Rückmeldesignal zu erzeugen, das vom Bediener des Innenrüttlers haptisch wahrgenommen werden kann. Auch die Vibrationseinrichtung 14 muss nicht eine körperlich separate Komponente sein, sondern kann in die anderen Komponenten, insbesondere z.B. in den Umformer 12 bzw. in eine nicht dargestellte Steuerung des Umformers 12 integriert sein. Sie dient lediglich der funktionalen Aufgabe, das haptische Rückmeldesignal zu erzeugen.

[0063] Zu diesem Zweck kann das Signal von der Auswerteeinrichtung 16 über das Erreichen des vorgegebenen Verdichtungsfortschritts von der Sende- und Empfangseinrichtung 17 am Akku 11 empfangen und an den Umformer 12 weitergeleitet werden, der daraufhin die Drehzahl des Elektromotors 5 erhöht oder verringert. Die Erhöhung oder die Reduzierung der Drehzahl können dabei sprunghaft oder kontinuierlich erfolgen oder auch kombiniert mit variablen Zeiträumen, um dem Anwender den Fortschritt der Verdichtung mitzuteilen. Z.B. ist es möglich, durch die Änderung der Drehzahl Morsecode-

artige Signale zu erzeugen, um den Bediener über den Fortschritt der Verdichtung zu informieren.

[0064] Die Veränderung der Motordrehzahl führt zu einer veränderten Schwingungsfrequenz am Innenrüttler 1. Da der Bediener den Innenrüttler 1 händisch am Bedienungsschlauch 3 oder an der Schalteinrichtung 7 führt, wird die veränderte Schwingungsfrequenz als Vibration direkt wahrgenommen und kann dann entsprechend vom Bediener interpretiert werden.

[0065] Erkennt das System, dass an der aktuellen Position des Innenrüttlers 1 bzw. der Rüttelflasche 4 keine weitere Verdichtung mehr möglich bzw. sinnvoll ist, kann ein sich wiederholendes Muster aus schwankenden Frequenzen eingestellt werden, um dem Bediener zu signalisieren, dass der Innenrüttler 1 an einer anderen Position weiter eingesetzt werden sollte. Der Bediener kann daraufhin die Rüttelflasche 4 mit Hilfe des Bedienungsschlauchs 3 in einen Bereich von noch unverdichtetem Beton bewegen.

[0066] Bei einer Variante kann die Vibrationseinrichtung 14 auch losgelöst von einer Änderung der Motordrehzahl eine eigenständige Schwingung erzeugen, ähnlich dem Vibrationsalarm bei einem Smartphone. Zu diesem Zweck kann die Vibrationseinrichtung 14 einen kleinen Unwuchterreger (nicht gezeigt) aktivieren, der z. B. an der Tragvorrichtung 9 oder auch an der Schalteinrichtung 7 vorgesehen ist, so dass der Bediener die Vibration mit seinem Rücken oder seinen Händen spüren kann.

[0067] Die Mobileinrichtung 15 ist nicht zwingend notwendig. Ebenso ist es möglich, die Auswerteeinrichtung 16 auch in die Energievorrichtung 2, z.B. in das Batteriemanagementsystem des Akkus 11 zu integrieren, wenn dort ausreichende Rechnerkapazitäten vorhanden sind.

[0068] Der Akku 11 kann in einer Weise ausgebildet sein, dass er mit dem angeschlossenen Umformer 12 sowie mit der Mobileinrichtung 15 kommunizieren kann. In dem Akku 11 können die nötigen Messvorrichtungen integriert sein, um die elektrische Leistungsaufnahme hinreichend genau abzutasten.

[0069] Die Kommunikation zwischen dem Akku 11 bzw. der Sende-Empfangseinrichtung 17 des Akkus 11 einerseits und der Mobileinrichtung 15 andererseits verläuft bidirektional, so dass die Ergebnisse der Berechnungen oder darauf basierende Signale von der externen Mobileinrichtung 15 an den Akku 11 bzw. auch an den damit verbundenen Umformer 12 zurückgemeldet werden können.

[0070] Im Ergebnis ist das Betonverdichtungssystem in der Lage, dem Benutzer spürbar zu signalisieren, dass an der aktuellen Position des Innenrüttlers 1 bzw. der Rüttelflasche 4 ausreichend verdichtet wurde. Dadurch kann der Verdichtungsprozess effizient durchgeführt werden.

Patentansprüche**1.** Betonverdichtungssystem, mit

- einem Unwuchterreger (6) zur Betonverdichtung ;
- einer Verdichtungserkennungseinrichtung (13, 16) zum Erkennen eines Verdichtungsfortschritts im Beton; und mit
- einer Vibrationseinrichtung (14) zum Erzeugen einer haptischen Rückmeldung, wenn durch die Verdichtungserkennungseinrichtung das Erreichen eines vorgegebenen Verdichtungsfortschritts erkannt worden ist.

2. Betonverdichtungssystem nach Anspruch 1, mit

- einem den Unwuchterreger (6) antreibenden Elektromotor (5);
- einer elektrischen Energieversorgung (11); und mit
- einer Umformereinrichtung (12) zum Umformen eines von der elektrischen Energieversorgung (11) bezogenen elektrischen Stroms für den Elektromotor (5); wobei
- die Verdichtungserkennungseinrichtung eine Messeinrichtung (13) aufweist, zum Messen des von dem Elektromotor (5) bezogenen Stroms; und wobei
- die Verdichtungserkennungseinrichtung eine Auswerteeinrichtung (16) aufweist, zum Auswerten des von der Messeinrichtung (13) gemessenen Strombezugs und daraus Bestimmen eines Verdichtungsfortschritts im Beton und Erkennen, ob ein vorgegebener Verdichtungsfortschritt erreicht wurde.

3. Betonverdichtungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei

- der Unwuchterreger (6) in einem Gehäuse (4) angeordnet ist; und wobei
- an dem Gehäuse (4) ein Bedienungsschlauch (3) befestigt ist, zum Führen des Gehäuses (4) durch einen Bediener.

4. Betonverdichtungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die elektrische Energieversorgung einen elektrischen Energiespeicher (11) aufweist.**5.** Betonverdichtungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei

- der elektrische Energiespeicher (11) und die Umformereinrichtung (12) auf einer Tragvorrichtung (9) angeordnet sind; und wobei
- die Tragvorrichtung (9) wenigstens einen Gurt

(10) aufweist, zum Tragen der Tragvorrichtung (9) durch einen Benutzer.

6. Betonverdichtungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Vibrationseinrichtung zum Erzeugen der haptischen Rückmeldung wenigstens eines der folgenden Merkmale umfasst:

- Variieren der Drehzahl des Elektromotors (5);
- Kurzzeitiges Verändern der Drehzahl des Elektromotors (5) und danach wieder Einstellen der vorherigen Drehzahl;
- Reduzieren der Drehzahl des Elektromotors (5) auf Null;
- Sprunghaftes Verändern der Drehzahl des Elektromotors (5);
- Ändern der Drehrichtung des Elektromotors (5);
- Mehrfaches Ändern der Drehrichtung des Elektromotors (5);
- Erzeugen einer Vibration, die von dem Bediener im Betrieb des Betonverdichtungssystems wahrnehmbar ist;
- Erzeugen einer Vibration an der Tragvorrichtung (9);
- Erzeugen einer Vibration an dem Energiespeicher (11);
- Erzeugen einer Vibration an der Umformereinrichtung (12);
- Erzeugen einer Vibration an dem Bedienungsschlauch (3);
- Erzeugen einer Vibration an einer Schalteinrichtung (7).

7. Betonverdichtungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Messeinrichtung (13) mit dem Energiespeicher (11) oder mit der Umformereinrichtung (12) gekoppelt ist, um den Strom zu messen.**8.** Betonverdichtungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Auswerteeinrichtung (16) in einer Mobileinrichtung (15) angeordnet ist, räumlich getrennt von dem Energiespeicher (11) und der Umformereinrichtung (12).**9.** Betonverdichtungssystem nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Datenübertragung (18) zwischen der Messeinrichtung (13) und der Auswerteeinrichtung (16) vorgesehen ist, zum Hin- und/oder Rückübertragen von Daten zwischen der Messeinrichtung (13) und der Auswerteeinrichtung (16).**10.** Verfahren zur Betonverdichtung, mit den Schritten

- Eintauchen eines Unwuchterregers (6) in den zu verdichtenden Beton;

- Verdichten des Betons durch Betreiben des Unwuchterregers (6);
- Überwachen des Verdichtungsfortschritts;
- Erzeugen einer haptischen Rückmeldung für einen Bediener, wenn das Erreichen eines vorgegebenen Verdichtungsfortschritts festgestellt wurde.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

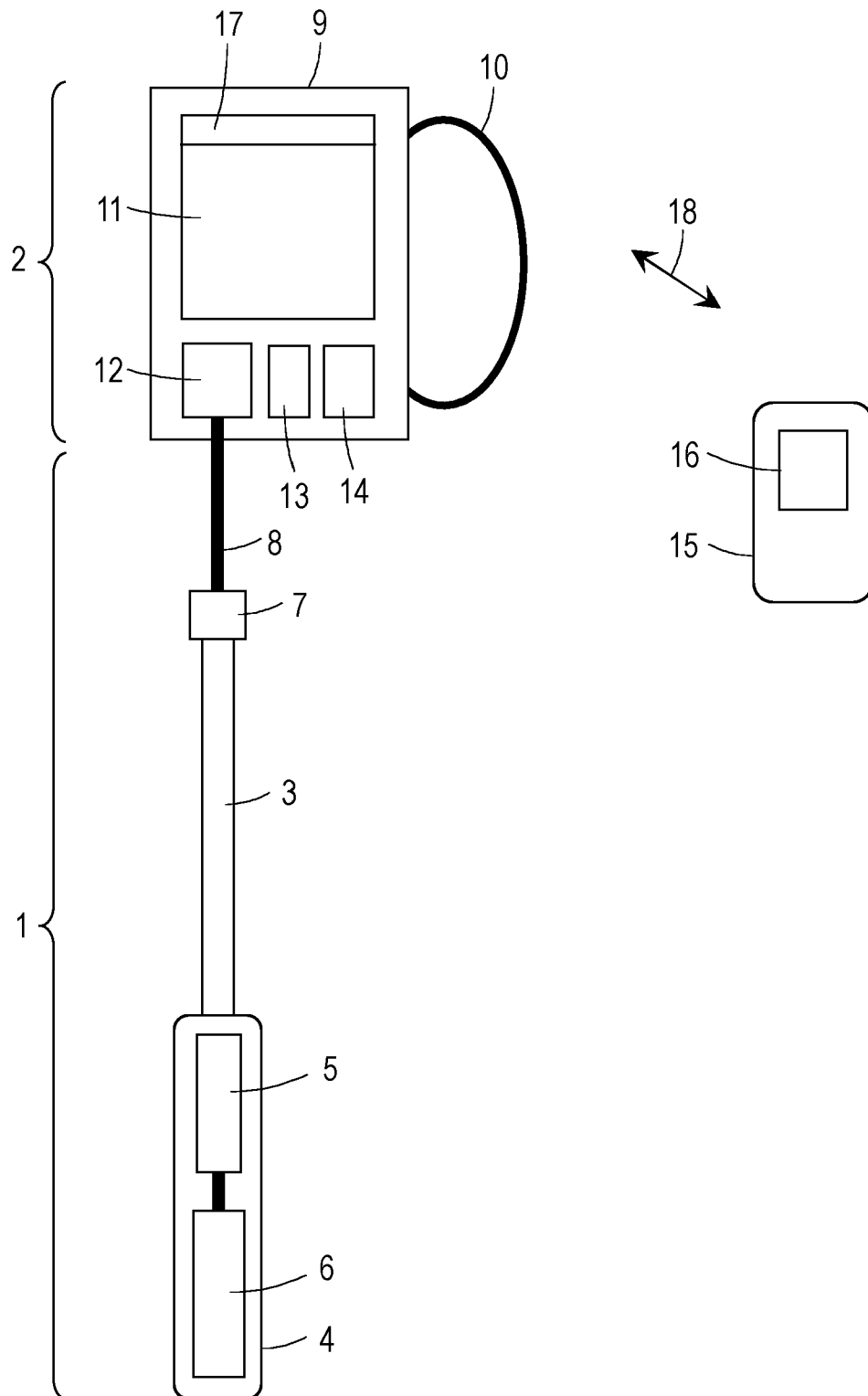


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 7065

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2008/012165 A1 (KUNZE GUNTER [DE] ET AL) 17. Januar 2008 (2008-01-17)	1-4, 6, 7, 10	INV. E04G21/08
Y	* Absatz [0023] - Absatz [0029]; Ansprüche 1, 6, 14; Abbildungen 1-2 * * Absatz [0037] - Absatz [0054] *	5, 8, 9	

X	US 2021/148126 A1 (GALLAGHER PATRICK D [US] ET AL) 20. Mai 2021 (2021-05-20)	1-10	
Y	* Absatz [0027] - Absatz [0034]; Abbildungen 1-7 *	5, 8, 9	

A	DE 10 2018 118563 A1 (WACKER NEUSON PROD GMBH & CO [DE]) 6. Februar 2020 (2020-02-06) * Abbildungen 1-4 *	1, 5, 8, 9	

A	DE 10 2012 002166 A1 (UNIV DRESDEN TECH [DE]) 1. August 2013 (2013-08-01) * Abbildung 1 *	2, 3, 7, 9	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E04G E01C E02D B06B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		9. November 2023	Manera, Marco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 18 7065

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-11-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2008012165 A1	17-01-2008	DE 19913077 A1 EP 1165907 A1 JP 2002540323 A US 2008012165 A1 WO 0057000 A1	19-10-2000 02-01-2002 26-11-2002 17-01-2008 28-09-2000
20	US 2021148126 A1	20-05-2021	CN 218715211 U EP 4062010 A1 US 2021148126 A1 US 2022389726 A1 WO 2021102226 A1	24-03-2023 28-09-2022 20-05-2021 08-12-2022 27-05-2021
25	DE 102018118563 A1	06-02-2020	KEINE	
30	DE 102012002166 A1	01-08-2013	KEINE	
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102018118552 A1 [0005] [0026] [0054]
- GB 1097651 A [0009] [0014]
- EP 1165907 B1 [0014]
- WO 0057000 A1 [0014]