

(19)



(11)

EP 3 070 205 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.09.2021 Patentblatt 2021/39

(51) Int Cl.:
E02D 27/42^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16160429.3**

(22) Anmeldetag: **15.03.2016**

(54) **GRÜNDUNGSPFAHL FÜR EINE WINDENERGIEANLAGE**

FOUNDATION PILE FOR A WIND TURBINE

PIEU DE FONDATION POUR EOLIENNE

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **16.03.2015 DE 102015204695**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.09.2016 Patentblatt 2016/38

(73) Patentinhaber: **RWE Renewables GmbH
45145 Essen (DE)**

(72) Erfinder: **BARTMINN, Daniel
25335 Elmshorn (DE)**

(74) Vertreter: **Keenway Patentanwälte Neumann
Heine Taruttis
PartG mbB
Grünstraße 25
40212 Düsseldorf (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 824 257 DE-A1- 1 700 126
JP-A- 2000 213 451 US-A- 2 475 888
US-A- 5 975 808 US-A1- 2007 214 735
US-A1- 2012 049 529 US-A1- 2012 049 529**

EP 3 070 205 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Gründungspfahl mit zumindest zwei Gründungs pfahlsegmenten, deren Längsachsen im Wesentlichen kollinear zueinander verlaufen. Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gründungspfahl für Windenergieanlagen, die insbesondere für den Offshoreeinsatz ausgebildet und grundsätzlich z. B. aus der EP 2 824 257 A1 bekannt sind.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, Gründungspfähle aus Gründungspfahlsegmenten zu errichten. Die jeweiligen Gründungspfahlsegmente werden aus sogenannten Rohrschüssen zusammengebaut. Jeder Rohrschuß wird wiederum aus einem Blech hergestellt, das entsprechend der Form des herzustellenden Gründungspfahls derart gebogen wird, dass die sich im gebogenen Zustand gegenüberstehenden Material- bzw. Blechkanten miteinander verschweißt werden können. Die Verschweißung der sich gegenüberstehenden Blechkanten erfolgt mittels einer Längsschweißnaht. Der Gründungspfahl wird anschließend aus einer Vielzahl von entsprechend gebildeten Rohrschüssen zusammengebaut, indem aneinander grenzende Rohrschüsse mittels jeweils einer Rundsweißnaht so verbunden werden, dass die jeweiligen Längsachsen der Rohrschüsse kollinear zueinander verlaufen.

[0003] Zur Herstellung eines entsprechenden Gründungspfahls sind folglich viele Schweißnähte mit einer großen Gesamtlänge notwendig, wodurch sich die Herstellung des Gründungspfahls aufwendig und kostenintensiv gestaltet. So sind z.B. zur Herstellung für zwei Gründungspfahlsegmente, die jeweils eine Höhe von drei Metern und einen Durchmesser von sieben Metern aufweisen, und deren Verbindung Schweißnähte mit einer Gesamtlänge von 28 Metern notwendig, nämlich zwei mal jeweils drei Meter Längsschweißnaht zur Verbindung der sich gegenüberstehenden Seitenkanten bzw. Materialkanten der einzelnen Rohrschüsse und 22 Meter Rundsweißnaht zur Verbindung der zwei Gründungspfahlsegmente.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Gründungspfahl bereitzustellen, dessen Herstellung in verkürzter Zeit ermöglicht ist, der kostengünstiger ist, und der ferner verbesserte Umströmungseigenschaften durch ein Fluid (Luft oder Wasser) aufweist.

[0005] Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch einen Gründungspfahl mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0006] Im Genaueren wird die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Aufgabe durch einen Gründungspfahl gelöst, der zumindest zwei Gründungspfahlsegmente umfasst, die derart miteinander verbunden sind, dass deren Längsachsen im Wesentlichen kollinear zueinander verlaufen, wobei zumindest zwei der Gründungspfahlsegmente in deren Mantelwandungen jeweils

eine Durchgangsöffnung aufweisen.

[0007] Dabei ist eine Ausnehmung in einer Mantelwandung des Gründungspfahlsegments als eine Durchgangsöffnung in der Mantelwandung zu verstehen. Im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeuten kollineare Längsachsen, dass die Längsachsen im Wesentlichen miteinander zusammenfallen, d.h., dass diese keinen seitlichen Versatz zueinander aufweisen. Die Verbindung der einzelnen Gründungspfahlsegmente erfolgt insbesondere mittels einer Verschweißung der endseitigen Stirnkanten der Gründungspfahlsegmente miteinander.

[0008] Der erfindungsgemäße Gründungspfahl bietet den Vorteil, dass zu dessen Herstellung weniger Längsschweißnähte und Rundsweißnähte notwendig sind. Denn die einander gegenüberliegenden Seitenkanten bzw. Materialkanten bzw. Blechkanten der jeweiligen Gründungspfahlsegmente müssen nicht mittels einer Längsschweißnaht miteinander verbunden werden. Ferner muss die Rundsweißnaht, mittels der einander benachbarte Gründungspfahlsegmente miteinander verschweißt werden, nicht durchgehend ausgebildet sein, d.h., die Rundsweißnaht muss sich nicht um den gesamten Umfang der Gründungspfahlsegmente erstrecken. Beim Verbinden von zwei Gründungspfahlsegmente, die jeweils einen Durchmesser von sieben Metern und eine Höhe von drei Metern aufweisen, wobei jedes der Gründungspfahlsegmente eine Ausnehmung aufweist, die über die gesamte Höhe des Gründungspfahlsegments verläuft und eine Breite von einem Meter aufweist, können auf diese Art und Weise Schweißnähte mit einer Gesamtlänge von acht Metern eingespart werden, wenn die Gründungspfahlsegmente derart winkelformig miteinander verbunden sind, dass die Ausnehmungen der Gründungspfahlsegmente auch derart winkelformig einander angeordnet sind, dass diese nicht ineinander übergehen. Denn bei jedem Gründungspfahlsegment werden drei Meter Längsschweißnaht eingespart (zwei mal drei Meter), und die Rundsweißnaht muss nicht durchgehend ausgebildet sein, sondern kann im Bereich der Ausnehmungen jeweils eine Lücke von einem Meter aufweisen.

[0009] Der erfindungsgemäße Gründungspfahl weist folglich eine verkürzte Herstellungszeit auf. Ferner ist der erfindungsgemäße Gründungspfahl hinsichtlich seiner Herstellung weniger aufwendig und weniger kostenintensiv als aus dem Stand der Technik bekannte Gründungspfähle, da zu dessen Herstellung weniger Schweißnähte notwendig sind. Ferner bietet der erfindungsgemäße Gründungspfahl strömungstechnische Vorteile, denn die Ausnehmungen in den jeweiligen Gründungspfahlsegmenten können derart angeordnet sein, dass ein Eindringen eines Fluids, also von Luft oder Wasser (letzteres im Offshoreeinsatz), in den Gründungspfahl hinein und ein Austreten des Fluids aus dem Gründungspfahl heraus vereinfacht möglich ist, so dass der Gründungspfahl eine verminderte Angriffsfläche für Luft und/oder Wasser bietet. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen

Gründungspfahls ist, dass ein kathodischer Korrosionsschutz sowohl im Inneren des Gründungspfahls auch an der Außenseite des Gründungspfahls wirken kann, so dass lediglich nur ein einziges Korrosionsschutzsystem verwendet werden muss. Ferner bietet der erfindungsgemäße Gründungspfahl den Vorteil eines verbesserten Rammfortschritts, da der Gründungspfahl eine geringere axiale Steifigkeit aufweist.

[0010] Der Gründungspfahl ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass zumindest eines der Gründungspfahlsegmente zumindest zwei Ausnehmungen aufweist, die winkelfersetzt zueinander angeordnet sind.

[0011] Dabei sind die zwei Ausnehmungen vorzugsweise um 180° zueinander winkelfersetzt. Dies bietet den Vorteil, dass ein den Gründungspfahl umströmendes Fluid, also Luft und/oder Wasser, durch eine Ausnehmung in den Gründungspfahl eindringen und durch die dieser Ausnehmung gegenüberliegenden Ausnehmung aus dem Gründungspfahl austreten kann. Der entsprechend ausgebildete Gründungspfahl weist folglich eine verminderte Angriffsfläche und einen verminderten Widerstand für Luft und/oder Wasser auf.

[0012] Beim Offshoreeinsatz können die Ausnehmungen vorteilhafter Weise in der Höhe des Gründungspfahls angeordnet sein, in der die Wasserkante verläuft. Wellen können so über eine Ausnehmung in den Gründungspfahl eindringen und über die gegenüberliegende Ausnehmung aus dem Gründungspfahl wieder austreten.

[0013] Der Gründungspfahl ist entsprechend der Erfindung derart ausgebildet, dass sich bei zumindest einem Gründungspfahlsegment die zumindest eine Ausnehmung bis hin zu beiden Stirnseiten des Gründungspfahlsegments erstreckt. Vorzugsweise erstrecken sich bei allen eine Ausnehmung aufweisenden Gründungspfahlsegmenten die jeweiligen Ausnehmungen bis hin zu beiden Stirnseiten des die Ausnehmung aufweisenden Gründungspfahlsegments. Wenn sich die Ausnehmung / Ausnehmungen bis hin zu beiden Stirnseiten des Gründungspfahlsegments erstreckt / erstrecken, dann weist das Gründungspfahlsegment einen C-förmigen Querschnitt auf.

[0014] Der Gründungspfahl ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass zwei aneinander grenzende Gründungspfahlsegmente derart miteinander verbunden sind, dass die Ausnehmung / Ausnehmungen stirnseitig durch das axial benachbarte Gründungspfahlsegment verschlossen bzw. begrenzt ist / sind.

[0015] Der entsprechend ausgebildete Gründungspfahl bietet den Vorteil, dass aneinander grenzende Gründungspfahlsegmente nicht über ihre gesamte Umlauflänge miteinander verschweißt werden müssen, so dass die Gesamtschweißnahtlänge zum Herstellen des Gründungspfahls reduziert ist. Ferner weist ein entsprechend ausgebildeter Gründungspfahl eine erhöhte Stabilität auf, da die einzelnen Ausnehmungen des Gründungspfahlsegments nicht ineinander übergehen. Der entsprechend ausgebildete Gründungspfahl weist im

Vergleich zu einem offenen C-Profil eine erhöhte Biegesteifigkeit und eine erhöhte Torsionssteifigkeit auf.

[0016] Vorzugsweise ist der Gründungspfahl derart ausgebildet, dass die zwei aneinander angrenzenden Gründungspfahlsegmente jeweils zumindest eine Ausnehmung aufweisen, wobei die Gründungspfahlsegmente derart winkelfersetzt miteinander verbunden sind, dass die Ausnehmung / Ausnehmungen stirnseitig durch das axial benachbarte Gründungspfahlsegment verschlossen ist / sind.

[0017] Durch eine entsprechende Ausbildung des Gründungspfahls ist dessen Stabilität, insbesondere dessen Torsionssteifigkeit und die Biegesteifigkeit vergrößert. Die miteinander verbundenen Gründungspfahlsegmente sind vorzugsweise bezüglich der Längsachsen der Gründungspfahlsegmente um 180° oder um 90° zueinander winkelfersetzt, so dass die Ausnehmungen der Gründungspfahlsegmente einander gegenüberliegend angeordnet sind. Durch eine entsprechend winkelfersetzte Anordnung der Ausnehmungen wird der Strömungswiderstand des Gründungspfahls vermindert, da Luft und/oder Wasser in den Gründungspfahl eindringen und teilweise ohne Impulsübertragung auf den Gründungspfahl aus diesem wieder austreten kann.

[0018] Der Gründungspfahl ist vorteilhafter Weise derart ausgebildet, dass ein eine Ausnehmung aufweisendes Gründungspfahlsegment mit einem anderen Gründungspfahlsegment ohne Ausnehmungen, vorzugsweise mit zwei Gründungspfahlsegmenten ohne Ausnehmungen verbunden ist. Ferner können auch jeweils Ausnehmungen aufweisende Gründungspfahlsegmente miteinander verbunden sein, wobei die Gründungspfahlsegmente um einen Winkel, beispielsweise 90° zueinander winkelfersetzt sind, so dass die jeweiligen Ausnehmungen axial jeweils durch die benachbarten Gründungspfahlsegmente verschlossen sind.

[0019] In dem Fall, dass das die Ausnehmung aufweisende Gründungspfahlsegment mit zwei jeweils keine Ausnehmungen aufweisende Gründungspfahlsegmente verbunden ist, ist das die Ausnehmung aufweisende Gründungspfahlsegment sandwichartig zwischen den zwei jeweils keine Ausnehmungen aufweisenden Gründungspfahlsegmenten angeordnet.

[0020] Durch eine entsprechende Ausbildung des Gründungspfahls ist dessen Stabilität, insbesondere dessen Torsionssteifigkeit und Biegesteifigkeit vergrößert.

[0021] Der Gründungspfahl ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass bei dem die Ausnehmung aufweisenden Gründungspfahlsegment die einander gegenüberstehenden Seitenkanten miteinander verbunden sind. Eine Verbindung der Seitenkanten kann beispielsweise durch eine Verklebung der Seitenkanten miteinander realisiert sein. Beispielsweise kann für die Verklebung ein ACX-Kleber verwendet werden. Durch die Verbindung der Seitenkanten ist die Formstabilität der einzelnen Gründungspfahlsegmente, insbesondere im nicht mit einem weiteren Gründungspfahlsegment verbunde-

nem Zustand, verbessert, so dass die Verbindung/Verschweißung benachbarter Gründungspfahlsegmente vereinfacht ermöglicht ist.

[0022] Vorzugsweise umfasst der Gründungspfahl zumindest eine Halteeinrichtung, mittels der einander gegenüberliegende Seitenkanten eines Gründungspfahlsegments miteinander verbunden sind.

[0023] Die Halteeinrichtung kann als Halteklammer, insbesondere als schraubstockförmige oder Klemmbacken aufweisende oder als magnetische Halteeinrichtung ausgebildet sein. Ferner kann die Halteeinrichtung als temporäre Halteeinrichtung ausgebildet sein, mittels der einander gegenüberliegende Seitenkanten des Gründungspfahlsegments in einem Zustand miteinander verbunden sind, in dem das Gründungspfahlsegment nicht mit einem anderen Gründungspfahlsegment verschweißt ist, wobei die Halteeinrichtung nach Verschweißung des Gründungspfahlsegments mit einem weiteren Gründungspfahlsegment entfernt wird. Die Halteeinrichtung kann aber auch als permanente Halteeinrichtung ausgebildet sein, die nach Verschweißung des Gründungspfahlsegments mit einem weiteren Gründungspfahlsegment mit den einander gegenüberliegenden Seitenkanten verbunden bleibt. Die Verbindung der Halteklammer mit den einander gegenüberliegenden Kanten des Gründungspfahlsegments kann durch Verschweißung und/oder Vernietung und/oder Verbolzung und/oder Verschraubung und/oder Verklebung realisiert sein. Ferner kann der Gründungspfahl mehrere Halteeinrichtungen aufweisen, mittels denen die Seitenkanten eines Gründungspfahlsegments miteinander verbunden sind. Beispielsweise können einander gegenüberliegende Seitenkanten eines Gründungspfahlsegments mittels Zweierhalteeinrichtungen verbunden sein, die im Bereich der Stirnseiten des Gründungspfahlsegments angeordnet sind.

[0024] Vorzugsweise ist der Gründungspfahl derart ausgebildet, dass die Halteeinrichtung eine bogenförmige oder halbkreisförmige Außenkontur aufweist, wobei die Halteeinrichtung derart einander gegenüberliegende Seitenkanten eines Gründungspfahlsegments miteinander verbindet, dass die bogenförmige oder halbkreisförmige Außenkontur zur Ausnehmung hin orientiert ist und diese begrenzt.

[0025] Bei einer entsprechenden Ausbildung des Gründungspfahls / der Gründungspfahlsegmente und der Halteeinrichtungen werden Spannungen verbessert in die Wandungen des Gründungspfahls übertragen.

[0026] Vorzugsweise ist der Gründungspfahl so ausgebildet, dass die Ausnehmung seitlich begrenzende Seitenkanten im Bereich von zumindest einer Stirnseite aufeinander zu gerichtet sind, und vorzugsweise im Wesentlichen parallel zur Stirnseite verlaufen. Die Seitenkanten treffen dabei in einem Mittenbereich der Ausnehmung aufeinander und verlaufen dabei parallel oder annähernd parallel zu der Stirnseiten / den Stirnseiten des Gründungspfahlsegments.

[0027] Durch eine entsprechende Ausbildung des

Gründungspfahls werden aufgrund von Belastungen erzeugte Spannungen im Gründungspfahl verbessert in die Wandungen des Gründungspfahls übertragen, ohne dass notwendigerweise Halteeinrichtungen zum Verbinden der Seitenkanten eines Gründungspfahlsegments notwendig sind.

[0028] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich nachfolgend aus den erläuterten Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen im Einzelnen:

Figur 1: eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Gründungspfahls, der vier Gründungspfahlsegmente umfasst;

Figur 2: eine schematische Ansicht eines Gründungspfahlsegments, das Bestandteil eines erfindungsgemäßen Gründungspfahls ist;

Figur 3: eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Gründungspfahls gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 4: eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Gründungspfahls gemäß einer nochmals weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Figur 5: eine schematische Ansicht eines Gründungspfahlsegments umfassend zwei eine Ausnehmung begrenzende Halteeinrichtungen.

[0029] In der nun folgenden Beschreibung bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Bauteile bzw. gleiche Merkmale, so dass eine in Bezug auf eine Figur durchgeführte Beschreibung bezüglich eines Bauteils auch für die anderen Figuren gilt, so dass eine wiederholende Beschreibung vermieden wird. Ferner sind einzelne Merkmale, die in Zusammenhang mit einer Ausführungsform beschrieben wurden, auch separat in anderen Ausführungsformen verwendbar.

[0030] In Figur 1 ist ein Gründungspfahl 1 gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung schematisch dargestellt, der mehrere axial miteinander verbundenen Gründungspfahlsegmente 10 umfasst. Figur 1 ist derart zu verstehen, dass nicht notwendigerweise der gesamte Gründungspfahl 1 dargestellt ist, sondern dass lediglich ein Teilbereich des Gründungspfahls 1 dargestellt ist, so dass sich an die in Figur 1 dargestellten Gründungspfahlsegmente 10 axial weitere Gründungspfahlsegmente 10 anschließen können. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel umfasste Gründungspfahl 1 vier miteinander verbundene Gründungspfahlsegmente 10. Die Gründungspfahlsegmente 10 sind derart miteinander verbunden, dass deren jeweiligen Längsachsen 17 kollinear zueinander und ebenfalls

kollinear zu einer Längsachse 17 des Gründungspfahls 1 verlaufen.

[0031] Der in Figur 1 dargestellte Gründungspfahl 1 ist aus vier Gründungspfahlsegmenten 10 zusammengesetzt, wobei in Figur 2 ein einzelnes nicht mit anderen Gründungspfahlsegmenten 10 verbundenes Gründungspfahlsegment 10 dargestellt ist. Das Gründungspfahlsegment 10 weist eine Mantelwandung 11 auf, die stirnseitig von einer in Figur 2 oben dargestellten Stirnkante 12 und einer in Figur 2 unten dargestellten Stirnkanten 13 begrenzt ist. Ferner weist das Gründungspfahlsegment 10 eine Ausnehmung 16 auf, die von zwei Seitenkanten 14, 15 des Gründungspfahlsegments 10 eingefasst ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel des Gründungspfahlsegments 10 erstreckt sich die Ausnehmung 16 bis hin zu der in Figur 2 oben dargestellten Stirnkante 12 bzw. Stirnseite 12 und auch bis hin zu der in Figur 2 unten dargestellten Stirnkante 13 bzw. Stirnseite 13.

[0032] Das Gründungspfahlsegment 10 wird üblicherweise aus einem Stahlblech in die in Figur 2 dargestellte zylinderförmige bzw. teilzylinderförmige Form gebogen. Das Gründungspfahlsegment 10 kann mit einem weiteren Gründungspfahlsegment 10 dadurch verbunden werden, dass die in Figur 2 oben dargestellte Stirnkanten 12 mit einer Stirnkanten 13 eines weiteren Gründungspfahlsegments 10 verbunden wird, insbesondere verschweißt wird.

[0033] Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel des Gründungspfahls 1 sind die Gründungspfahlsegmente 10 derart miteinander verbunden, dass die jeweiligen Ausnehmungen 16 der Gründungspfahlsegmente 16 stirnseitig durch axial benachbarte Gründungspfahlsegmente 10 verschlossen sind. Dies wird dadurch erreicht, dass die einzelnen Gründungspfahlsegmente 10 bezüglich der Längsachsen 17 derart winkelfersetzt miteinander verbunden sind, dass die Ausnehmungen 16 stirnseitig durch das axial benachbarte Gründungspfahlsegment 10 bzw. durch die axial benachbarten Gründungspfahlsegmente 10 verschlossen ist/sind.

[0034] Die einzelnen Ausnehmungen 16 gehen folglich nicht ineinander über, so dass die Stabilität, insbesondere die Torsionssteifigkeit und die Biegesteifigkeit des entsprechend ausgebildeten Gründungspfahls 1 vergrößert ist.

[0035] In Figur 3 ist ein Gründungspfahl 1 gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die axial zueinander benachbarten Gründungspfahlsegmente 10 sind dabei um 180° zueinander winkelfersetzt, so dass die Ausnehmungen 16 der von axial benachbarten Gründungspfahlsegmenten 10 einander gegenüberliegend angeordnet sind. Der entsprechend ausgebildete Gründungspfahl 1 weist ebenfalls eine hohe Stabilität, insbesondere eine hohe Torsionssteifigkeit und eine hohe Biegesteifigkeit auf, da die einzelnen Ausnehmungen 16 nicht ineinander übergehen. Ferner bietet der in Figur 3 dargestellte Gründungspfahl 1

den Vorteil, dass ein Fluid, beispielsweise Luft oder Wasser, über eine Ausnehmung 16 in den Gründungspfahl eindringen kann und über die dieser Ausnehmung 16 gegenüberliegende Ausnehmung 16 aus dem Gründungspfahl 1 heraustreten kann, ohne notwendigerweise eine Impulsübertragung auf den Gründungspfahl 1 durchzuführen.

[0036] Im Offshoreeinsatz des in Figur 3 dargestellten Gründungspfahls 1 können die Ausnehmungen 16 beispielsweise im Bereich der Wasserkante angeordnet sein, so dass Wellen, die in Richtung einer Verbindungsgeraden der einander gegenüberliegenden Ausnehmungen 16 verlaufen, über eine Ausnehmung 16 in den Gründungspfahl 1 eindringen und über die gegenüberliegende Ausnehmung 16 aus dem Gründungspfahl 1 austreten können, wobei eine verminderte Impulsübertragung auf den Gründungspfahl 1 durch die Welle erfolgt.

[0037] In Figur 4 ist ein Gründungspfahl 1 gemäß einer nochmals weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Dabei sind Gründungspfahlsegmente 10, die jeweils zwei einander gegenüberliegend angeordnete Ausnehmungen 16 aufweisen, von jeweils zwei Gründungspfahlsegmenten 10 sandwichartig eingefasst, die keine Ausnehmungen aufweisen. Selbstverständlich wäre es auch möglich, dass Gründungspfahlsegmente 10, die lediglich eine einzige Ausnehmung 16 aufweisen, auch axial sandwichartig zwischen zwei keine Ausnehmungen aufweisende Gründungspfahlsegmente 10 eingefasst und mit diesen verbunden sind.

[0038] In Figur 5 ist ein Gründungspfahlsegment 10 dargestellt, bei dem die Ausnehmung 16 durch zwei Halteeinrichtungen 20 in Form von Halteklammern 20 begrenzt ist. Die Halteeinrichtungen 20 verbinden dabei die einander gegenüberliegend angeordneten Seitenkanten 14, 15 miteinander. Insbesondere sind die Halteeinrichtungen 20 mit den Seitenkanten 14, 15 verschweißt. Die Halteeinrichtungen 20 weisen jeweils eine bogenförmige bzw. halbkreisförmige Außenkontur bzw. Außenkante 21 auf. Die bogenförmige Außenseite 21, die auch als erste Außenkante 21 bezeichnet werden kann, ist dabei in Richtung der Ausnehmung 16 orientiert und begrenzt die Ausnehmung 16. Die Halteeinrichtung 10 weist auch eine zweite Außenkante 22 auf, die in Draufsicht teilkreisförmig ausgebildet sein kann, so dass die Draufsicht des in Figur 5 dargestellten Gründungspfahlsegments 10 ein durchgehender Kreis ist. Die in Figur 5 oben dargestellte Halteeinrichtung 20 komplettiert die Stirnkante 12, und die in Figur 5 unten dargestellte Halteeinrichtung 20 komplettiert die Stirnkanten 13 des Gründungspfahlsegments 10.

[0039] Durch die Formgebung der Halteeinrichtungen 20 können Spannungen über die Halteeinrichtungen 20 verbessert in die Seitenkanten 12, 13 des Gründungspfahlsegments 10 abgeleitet werden.

Bezugszeichenliste

[0040]

- 1 Gründungspfahl
 10 Gründungspfahlsegment
 11 Mantelwandung (des Gründungspfahlsegments)
 12, 13 Stirnseite / Stirnkante (des Gründungspfahlsegments)
 14, 15 Blechkante / Materialkante / Seitenkante (des Gründungspfahlsegments)
 16 Ausnehmung / Materialausnehmung / Öffnung (des Gründungspfahlsegments)
 17 Längsachse (des Gründungspfahlsegments)
 20 Halteeinrichtung / Halteklammer
 21 bogenförmige oder halbkreisförmige Außenkontur / erste Außenkante (der Halteeinrichtung)
 22 zweite Außenkante (der Halteeinrichtung)

Patentansprüche

1. Gründungspfahl für Windenergieanlagen (1) mit zumindest zwei Gründungspfahlsegmenten (10), die derart miteinander verbunden sind, dass deren Längsachsen (17) im Wesentlichen kollinear zueinander verlaufen, wobei zumindest zwei der Gründungspfahlsegmente (10) in deren Mantelwandungen (11) jeweils zumindest eine Ausnehmung (16) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich bei zumindest einem Gründungspfahlsegment (10) zumindest eine Ausnehmung (16) bis hin zu beiden Stirnseiten (12, 13) des Gründungspfahlsegmentes (10) erstreckt und dass diese Ausnehmung eine Durchgangsöffnung in der Mantelwandung ist.
2. Gründungspfahl (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Gründungspfahlsegmente (10) zumindest zwei Ausnehmungen (16) aufweist, die winkelfersetzt zueinander angeordnet sind.
3. Gründungspfahl (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei aneinander grenzende Gründungspfahlsegmente (10) derart miteinander verbunden sind, dass die Ausnehmung (16) / Ausnehmungen (16) stirnseitig durch das axial benachbarte Gründungspfahlsegment (10) verschlossen ist / sind.
4. Gründungspfahl (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei aneinander angrenzenden Gründungspfahlsegmente (10) jeweils zumindest eine Ausnehmung (16) aufweisen, wobei die Gründungspfahlsegmente (10) derart winkelfersetzt miteinander verbunden sind, dass die Ausneh-

mung (16) / Ausnehmungen (16) stirnseitig durch das axial benachbarte Gründungspfahlsegment (10) verschlossen ist / sind.

5. Gründungspfahl (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein eine Ausnehmung (16) aufweisendes Gründungspfahlsegment (10) mit einem Gründungspfahlsegment (10) ohne Ausnehmungen (16), vorzugsweise mit zwei Gründungspfahlsegmenten (10) ohne Ausnehmungen (16) verbunden ist.
6. Gründungspfahl (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem die Ausnehmung (16) aufweisenden Gründungspfahlsegment (10) einander gegenüberstehende Seitenkanten (14, 15) miteinander verbunden sind.
7. Gründungspfahl (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gründungspfahl (1) zumindest eine Halteeinrichtung (20) umfasst, mittels der einander gegenüberliegende Seitenkanten (14, 15) eines Gründungspfahlsegments (10) miteinander verbunden sind.
8. Gründungspfahl (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halteeinrichtung (20) eine bogenförmige, vorzugsweise eine halbkreisförmige Außenkontur (21) aufweist, wobei die Halteeinrichtung (20) derart mit einander gegenüberliegenden Seitenkanten eines Gründungspfahlsegments (10) verbunden ist, dass die bogenförmige oder halbkreisförmige Außenkontur (21) zur Ausnehmung (16) hin orientiert ist und diese begrenzt.
9. Gründungspfahl (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung (16) seitlich begrenzende Seitenkanten (14, 15) im Bereich von zumindest einer Stirnseite (12, 13) aufeinander zu gerichtet sind, und vorzugsweise im Wesentlichen parallel zur Stirnseite (12, 13) verlaufen.

Claims

1. Foundation pile for wind turbines (1) comprising at least two foundation pile segments (10) which are connected to one another in such a way that the longitudinal axes (17) thereof extend substantially collinearly to one another, at least two of the foundation pile segments (10) each having a recess (16) in their jacket walls (11), **characterized in that**, in at least one foundation pile segment (10), at least one recess (16) extends to both end faces (12, 13) of the foundation pile segment (10), and **in that** said recess is a through-open-

ing in the jacket wall.

2. Foundation pile (1) according to claim 1,
characterized in that at least one of the foundation pile segments (10) has at least two recesses (16) which are arranged at an angle to one another. 5
3. Foundation pile (1) according to either of the preceding claims,
characterized in that two adjacent foundation pile segments (10) are connected to one another in such a way that the recess (16)/recesses (16) is/are closed at the end by the axially adjacent foundation pile segment (10). 10
4. Foundation pile (1) according to claim 3,
characterized in that the two adjacent foundation pile segments (10) each have at least one recess (16), the foundation pile segments (10) being connected to one another at an offset angle in such a way that the recess (16)/recesses (16) is/are closed at the end by the axially adjacent foundation pile segment (10). 15 20
5. Foundation pile (1) according to either claim 3 or claim 4,
characterized in that a foundation pile segment (10) having a recess (16) is connected to a foundation pile segment (10) without recesses (16), preferably to two foundation pile segments (10) without recesses (16). 25 30
6. Foundation pile (1) according to any of the preceding claims,
characterized in that, in the foundation pile segment (10) having the recess (16), opposite side edges (14, 15) are connected to one another. 35
7. Foundation pile (1) according to any of the preceding claims,
characterized in that the foundation pile (1) comprises at least one holding device (20) by means of which opposite side edges (14, 15) of a foundation pile segment (10) are connected to one another. 40 45
8. Foundation pile (1) according to claim 7,
characterized in that the holding device (20) has an arcuate, preferably a semicircular outer contour (21), the holding device (20) being connected to opposite side edges of a foundation pile segment (10) in such a way that the arcuate or semicircular outer contour (21) is oriented toward and delimits the recess (16). 50 55
9. Foundation pile (1) according to any of the preceding claims,
characterized in that side edges (14, 15) laterally

delimiting the recess (16) in the region of at least one end face (12, 13) are directed toward one another, and preferably extend substantially parallel to the end face (12, 13).

Revendications

1. Pieu de fondation pour éoliennes (1) comportant au moins deux segments de pieu de fondation (10) qui sont reliés l'un à l'autre de telle sorte que leurs axes longitudinaux (17) s'étendent de manière sensiblement colinéaire l'un par rapport à l'autre, au moins deux des segments de pieu de fondation (10) présentant respectivement au moins un évidement (16) dans leurs parois d'enveloppe (11),
caractérisé en ce que dans au moins un segment de pieu de fondation (10), au moins un évidement (16) s'avance jusqu'aux deux faces frontales (12, 13) du segment de pieu de fondation (10) et **en ce que** ledit évidement est une ouverture traversante dans la paroi d'enveloppe.
2. Pieu de fondation (1) selon la revendication 1,
caractérisé en ce qu'au moins l'un des segments de pieux de fondation (10) présente au moins deux évidements (16) qui sont disposés décalés angulairement l'un par rapport à l'autre.
3. Pieu de fondation (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** deux segments de pieu de fondation (10) adjacents l'un à l'autre sont reliés l'un à l'autre de telle sorte que l'évidement (16)/les évidements (16) est/sont fermés côté frontal par le segment de pieu de fondation (10) axialement adjacent.
4. Pieu de fondation (1) selon la revendication 3,
caractérisé en ce que les deux segments de pieu de fondation (10) adjacents l'un à l'autre présentent respectivement au moins un évidement (16), les segments de pieu de fondation (10) étant reliés décalés angulairement les uns aux autres de telle sorte que l'évidement (16)/les évidements (16) est/sont fermés côté frontal par le segment de pieu de fondation (10) axialement adjacent.
5. Pieu de fondation (1) selon la revendication 3 ou 4,
caractérisé en ce qu'un segment de pieu de fondation (10) présentant un évidement (16) est relié à un segment de pieu de fondation (10) sans évidement (16), de préférence avec deux segments de pieu de fondation (10) sans évidement (16).
6. Pieu de fondation (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** dans le segment de pieu de fondation (10) présentant l'évide-

ment (16), des bords latéraux (14, 15) opposés l'un à l'autre sont reliés l'un à l'autre.

7. Pieu de fondation (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le pieu de fondation (1) comprend au moins un dispositif de maintien (20) au moyen duquel les bords latéraux (14, 15) opposés l'un à l'autre d'un segment de pieu de fondation (10) sont reliés l'un à l'autre.
8. Pieu de fondation (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le dispositif de maintien (20) présente un contour extérieur (21) arqué, de préférence semi-circulaire, le dispositif de maintien (20) étant relié à des bords latéraux opposés l'un à l'autre d'un segment de pieu de fondation (10) de telle sorte que le contour extérieur (21) arqué ou semi-circulaire est orienté vers l'évidement (16) et délimite celui-ci.
9. Pieu de fondation (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les bords latéraux (14, 15) délimitant latéralement l'évidement (16) sont dirigés l'un vers l'autre au niveau d'au moins une face frontale (12, 13), et de préférence s'étendent essentiellement parallèlement à la face frontale (12, 13).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

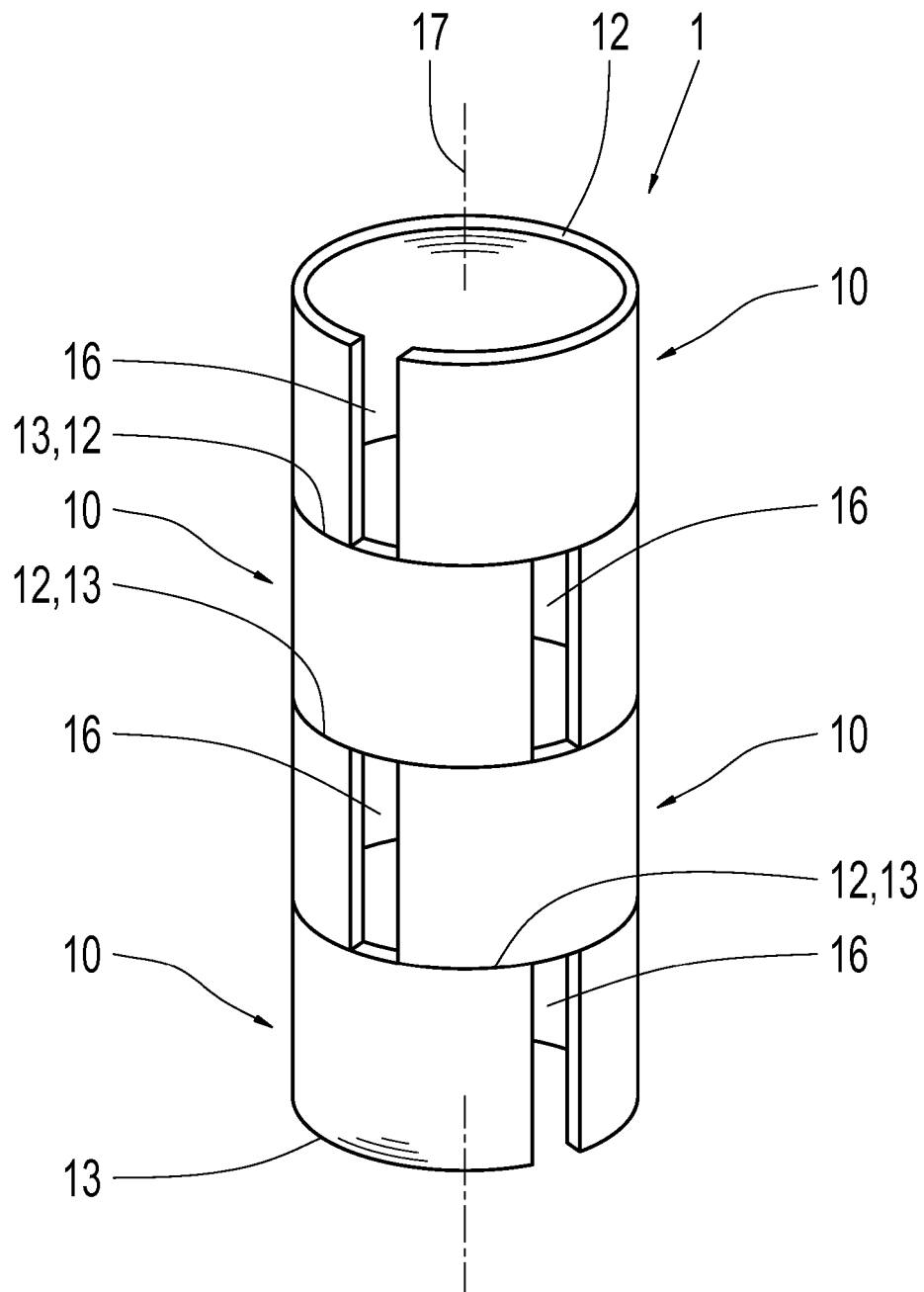


Fig. 1

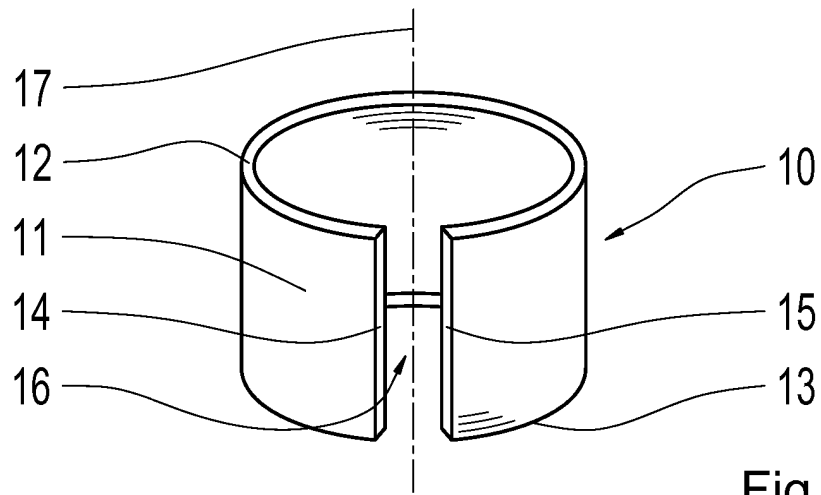


Fig. 2

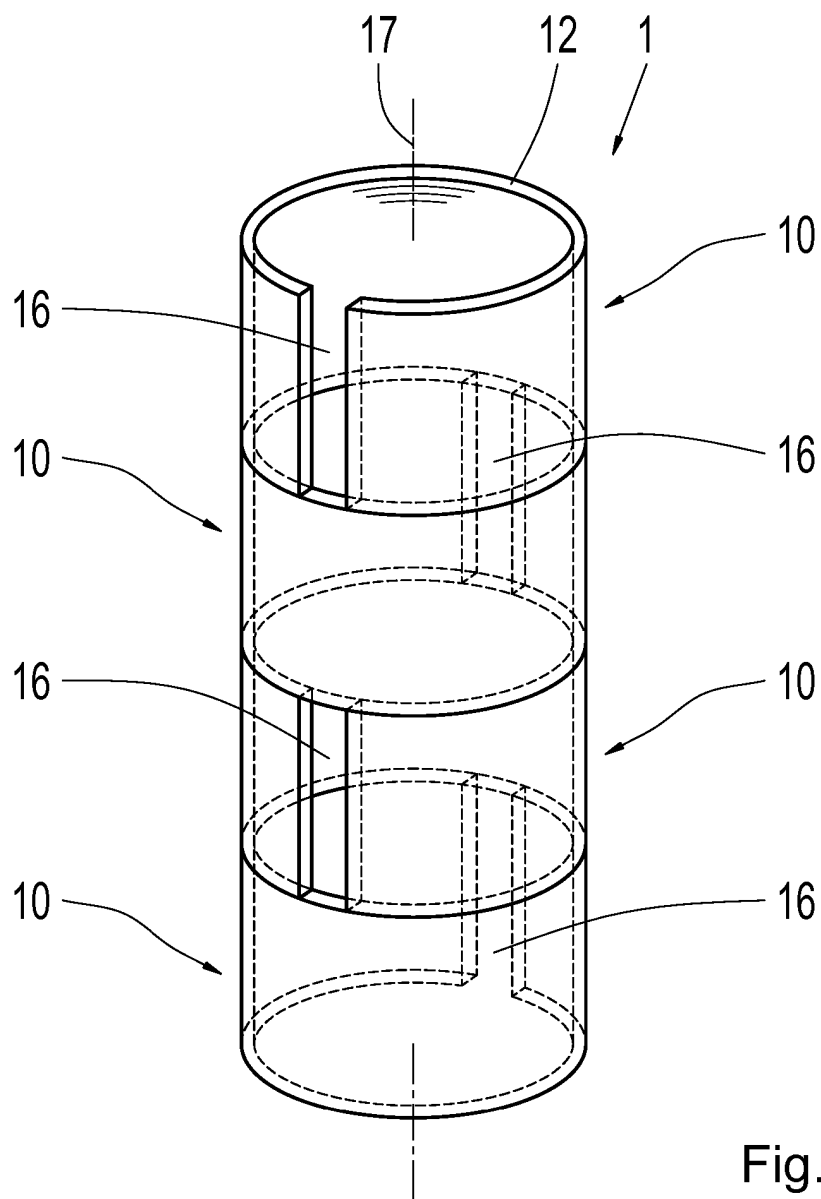


Fig. 3

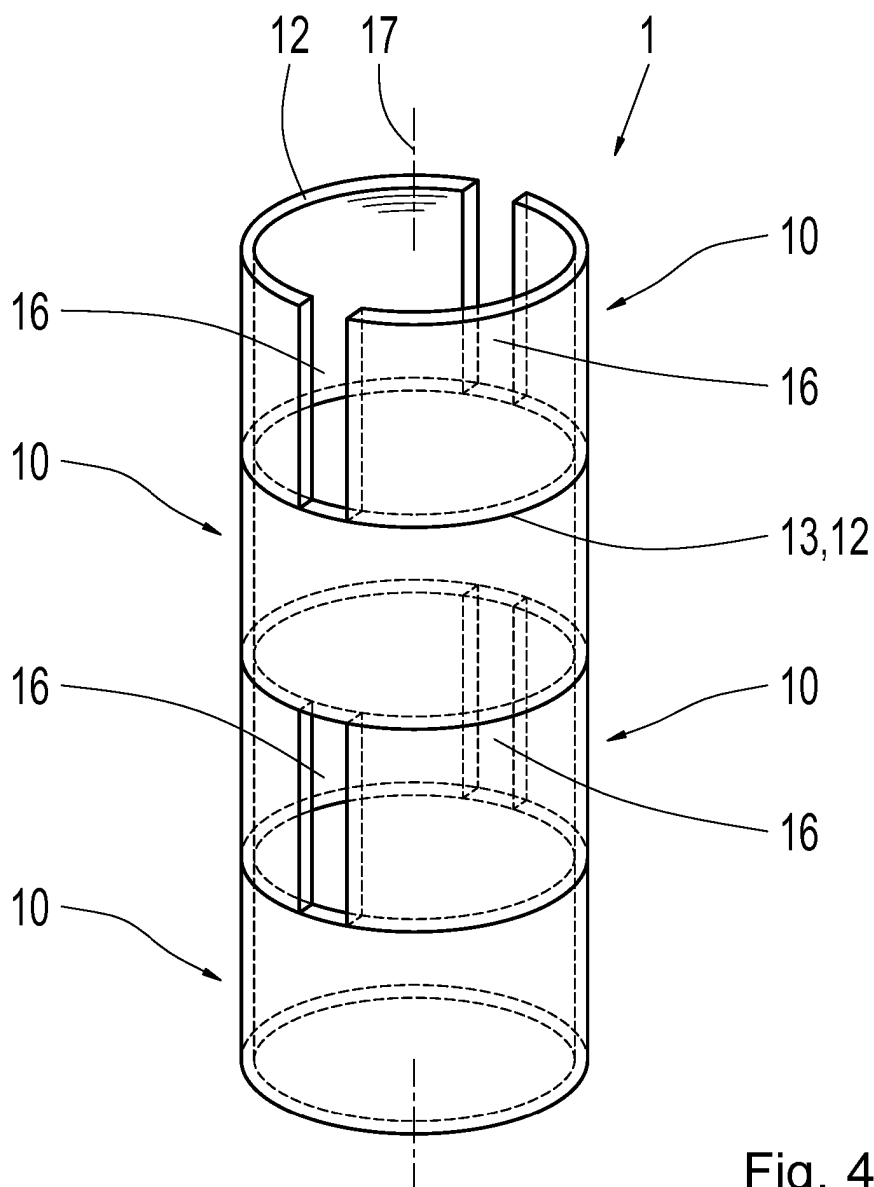


Fig. 4

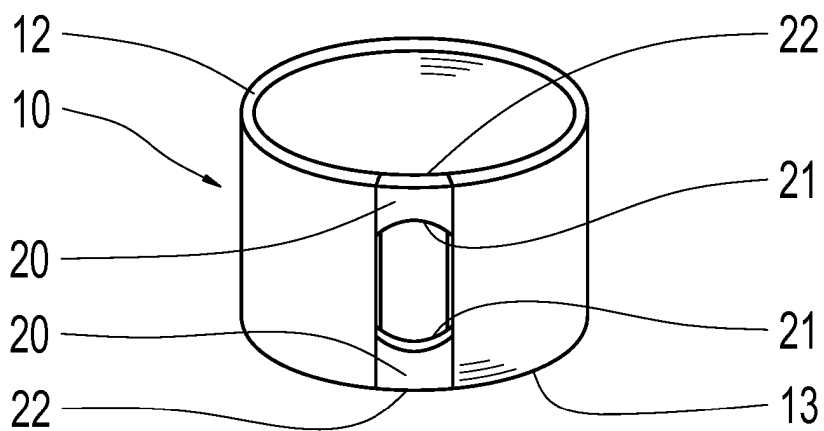


Fig. 5

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

- EP 2824257 A1 [0001]