(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 733 265 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.01.2018 Patentblatt 2018/01

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

(21) Anmeldenummer: **12192537.4**

(22) Anmeldetag: **14.11.2012**

(54) **Kühlanlage für eine Umspannplattform**

Cooling system for a transformer platform

Installation de refroidissement pour une plateforme de transformation

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.05.2014 Patentblatt 2014/21

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Findeisen, Jörg**
01156 Dresden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2006/069974 **WO-A2-2005/124799**

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).

EP 2 733 265 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Umspannplattform und eine dafür vorgesehene Kühlanlage.

[0002] Unter einer Umspannplattform wird hier allgemein ein Offshorebauwerk einschließlich dessen Offshoreplattform und Plattformfundaments verstanden. Darunter fallen insbesondere im engeren Sinne Umspannwerke, die auf einer Offshoreplattform installiert sind, wobei die Offshoreplattform und deren Plattformfundament Bestandteile des Offshore Umspannwerkes bilden. Im weiteren Sinne werden aber auch beispielsweise Windkraftanlagen mit den zugehörigen Fundamenten zu Umspannplattformen im Sinne dieser Anmeldung gezählt.

[0003] Umspannplattformen weisen meist Fundamente auf, die aus Stahlrohren gebildet sind. Dabei kommen in Abhängigkeit von den jeweiligen Einsatzbedingungen verschiedene Konstruktionen zum Einsatz, beispielsweise Monopile-Fundamente, die nur einen einzelnen Pfahl aufweisen, Jacket-Fundamente, die eine Stahlfachwerkkonstruktion aufweisen, Tripod-Fundamente, die eine Dreibeinkonstruktion aus Stahlrohren aufweisen, welche unter Wasser einen Hauptpfahl stützt, Tripile-Fundamente, die drei am Meeresboden verankerte Pfähle aus Stahlrohr aufweisen, auf welche über Wasser eine Dreibeinkonstruktion aufgesetzt wird, oder Mehrpfahlsysteme.

[0004] Eine Kühlanlage für eine Umspannplattform dient der Kühlung von Plattformkomponenten der Umspannplattform, beispielsweise von Transformatoren. Zur Kühlung von Transformatoren werden unter anderem Radiatoren verwendet. Diese sind im Offshore-Bereich einer hohen korrosiven Belastung ausgesetzt. Insbesondere für Umspannplattformen zur Hochspannungs-GleichstromÜbertragung kommt auf Grund der hohen abzuführenden Gesamtverluste jedoch vorwiegend Wasserkühlung zum Einsatz. Die Verwendung von Meerwasser zur Kühlung bewirkt ebenfalls eine Verwendung von Meerwasser zur Kühlung bewirkt ebenfalls eine hohe Korrosionsbelastung der Kühlanlage, insbesondere von Pumpen für das Meerwasser.

[0005] Aus der WO 2006/069974 A1 ist ein Hochseeplattform bekannt, bei der eine Wärmetauscheinheit eines elektrischen Bauteils unterseeisch angeordnet ist und so eine Kühlung des elektrischen Bauteils ermöglicht.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Kühlanlage für eine Umspannplattform und eine hinsichtlich der Kühlung verbesserte Umspannplattform anzugeben.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß hinsichtlich der Kühlanlage durch die Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich der Umspannplattform durch die Merkmale des Anspruchs 13 gelöst.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Eine erfindungsgemäße Kühlanlage ist für eine Umspannplattform konzipiert, die wenigstens ein Hohlstrukturelement aufweist. Die Kühlanlage umfasst einen Primärkühlkreislauf und einen Sekundärkühlkreislauf, die über einen Wärmetauscher thermisch gekoppelt sind. Der Sekundärkühlkreislauf weist wenigstens einen in einem Hohlstrukturelement angeordneten Kühlmittelspeicher für ein Kühlmittel des Sekundärkühlkreislaufs auf. Das Kühlmittel ist dabei vorzugsweise eine Kühlflüssigkeit, insbesondere Süßwasser.

[0010] Unter einem Hohlstrukturelement einer Umspannplattform wird hier eine rohrartig ausgebildete Komponente der Offshoreplattform verstanden. Insbesondere bildet ein Hohlstrukturelement zumindest teilweise oder sogar vollständig die tragende Konstruktion des Plattformfundamentes der Offshoreplattform.

[0011] Die Kühlanlage nutzt also ohnehin vorhandene Hohlstrukturelemente der Umspannplattform als Behälter für Kühlmittelspeicher des Sekundärkühlkreislaufes. Dadurch werden die Baugröße der Kühlanlage und die Plattformkosten vorteilhaft reduziert. Übergang von S. 2a auf 3 ?!. Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht wenigstens einen Kühlmittelspeicher vor, der in einem Hohlstrukturelement an einer Wandung angeordnet ist, deren Außenoberfläche von die Umspannplattform umgebendem Wasser umströmt ist.

[0012] Die Anordnung von Kühlmittelspeichern unterhalb des Wasserspiegels des die Umspannplattform umgebenden Wassers ermöglicht es vorteilhaft, dieses Wasser zur Kühlung des Kühlmittels im Sekundärkühlkreislaufs zu nutzen und damit vorteilhaft die zur Kühlung aufzubringende Kühlleistung zu reduzieren. Dabei ist die Anordnung eines Kühlmittelspeichers an einer Wandung des Hohlstrukturelements, deren Außenoberfläche von die Umspannplattform umgebendem Wasser umströmt ist, besonders vorteilhaft, da der Kühlmittelspeicher dann in besonders gutem thermischem Kontakt zu dem die Umspannplattform umgebenden Wasser angeordnet ist.

[0013] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht wenigstens einen Kühlmittelspeicher vor, der in einem Hohlstrukturelement des Plattformfundaments der Umspannplattform angeordnet ist.

[0014] Diese Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft, wenn das Plattformfundament unterhalb des Wasserspiegels des die Umspannplattform umgebenden Wassers angeordnete Hohlstrukturelemente mit großen Volumina aufweist, da sich derartige Hohlstrukturelemente besonders gut für die Aufnahme von Kühlmittelspeichern eignen.

[0015] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht wenigstens eine Armatur vor, mittels derer wenigstens ein in einem Hohlstrukturelement angeordneter Kühlmittelspeicher in den Sekundärkühlkreislauf eingebunden und von dem Sekundärkühlkreislauf getrennt werden kann.

[0016] Diese Ausgestaltung ermöglicht es, Kühlmittelspeicher bedarfsweise in den Sekundärkühlkreislauf einzubinden. Dadurch kann der Sekundärkühlkreislauf insbesondere bei Lastspitzen, die eine besonders intensive

Kühlung erfordern, vorteilhaft erweitert und ein gleichmäßiger, der Last der Umspannplattform angepasster Betrieb der Kühlanlage erreicht werden.

[0017] Bei dieser Ausgestaltung wird vorzugsweise ein motorischer Antrieb für wenigstens eine Armatur, mittels derer wenigstens ein in einem Hohlstrukturelement angeordneter Kühlmittelspeicher in den Sekundärkühlkreislauf eingebunden und von dem Sekundärkühlkreislauf getrennt werden kann, eingesetzt.

[0018] Dadurch lassen sich Kühlmittelspeicher vorteilhaft auf bedienfreundliche Art und gegebenenfalls automatisch bedarfsweise in den Sekundärkühlkreislauf einbinden.

[0019] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht Süßwasser als Kühlmittel des Sekundärkühlkreislaufs vor.

[0020] Süßwasser hat gegenüber Salzwasser, das häufig als Kühlmittel in herkömmlichen Kühlanlagen von Umspannplattformen eingesetzt wird, den Vorteil, dass es weniger korrosiv ist. Die Verwendung von Süßwasser verringert daher die Korrosionsbelastung der Kühlanlage und insbesondere der Pumpen des Sekundärkühlkreislaufs und senkt dadurch auch den Aufwand für Wartung und Pflege der Kühlanlage.

[0021] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass wenigstens ein Hohlstrukturelement wenigstens teilweise mit Kühlmittel des Sekundärkühlkreislaufs befüllt ist, das in den Sekundärkühlkreislauf eingebunden ist.

[0022] Dadurch werden Hohlstrukturelemente selbst zu Kühlmittelspeichern im Sekundärkühlkreislauf. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn Hohlstrukturelemente mit großen Außenoberflächen, die unterhalb des Wasserspiegels des die Umspannplattform umgebenden Wassers liegen, vorhanden sind und als Kühlmittelspeicher genutzt werden können, da in derartigen Hohlstrukturelementen gespeichertes Kühlmittel über deren Außenoberflächen effektiv und kostengünstig gekühlt werden kann.

[0023] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht wenigstens einen in einem Hohlstrukturelement angeordneten Kühlmittelspeicher vor, der einen Wärmespeicher, insbesondere einen Wärmespeicher mit einer Wärmespeicherflüssigkeit zur Aufnahme von Wärme aus dem Kühlmittel, umfasst.

Der hier genannte Wärmespeicher ist im eigentlichen Sinne ein Kältespeicher für die Zeiten in denen die Kühlanlage volle Leistung erbringen muss, zum Beispiel bei maximaler Leistung eines Offshore-Windparks bei Vollwind.

[0024] Ein Wärmespeicher in einem Kühlmittelspeicher ermöglicht die Kühlung des Kühlmittels in dem Kühlmittelspeicher. Die Anordnung von Kühlmittelspeichern mit Wärmespeichern in Hohlstrukturelementen der Umspannplattform nutzt vorteilhaft die in den Hohlstrukturelementen vorhandenen Volumina zur platzsparenden und nahezu kostenfreien Unterbringung der Wärmespeicher. Diese Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft, wenn die Umspannplattform Hohlstrukturelemente mit großen Volumina aufweist, in denen Kühlmittelspeicher mit Wärmespeicher angeordnet werden können.

[0025] Eine Weitergestaltung dieser Ausgestaltung sieht wenigstens eine innerhalb eines Wärmespeichers angeordnete Strömungsleitvorrichtung für eine Wärmespeicherflüssigkeit des Wärmespeichers vor. Beispielsweise eignen sich dafür Strömungsleitvorrichtungen mit verschachtelt angeordneten dünnwandigen Zylindern zur Strömungsleitung.

[0026] Durch eine Strömungsleitvorrichtung kann vorteilhaft ein so genanntes Abstehen von Wärmespeicherflüssigkeit in dem Wärmespeicher vermieden werden.

[0027] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht alternativ oder ergänzend zu Wärmespeichern mit Wärmespeicherflüssigkeit wenigstens einen in einem Hohlstrukturelement angeordneten Kühlmittelspeicher, der einen Latentwärmespeicher umfasst, vor.

[0028] Mit Latentwärmespeichern lassen sich die Wärmekapazitäten und damit die Kühlleistungen von Wärmespeichern vorteilhaft erhöhen.

[0029] Vorzugsweise werden Phasenwechselmaterialien zur Wärme-/Kältespeicherung genutzt. Bevorzugt lassen sich Paraffine und Paraffingemische von ihrem Enthalpie-Temperatur-Verlauf leicht auf den Temperaturbereich einer Offshore Kühlanlage abstimmen.

[0030] Vorzugsweise ist der Sekundärkühlkreislauf gegenüber der Umgebung der Umspannplattform hermetisch abgeschlossen.

[0031] Dadurch wird das Eindringen von korrosivem Wasser und aggressiver Meerluft aus der Umgebung der Umspannplattform in den Sekundärkreislauf verhindert. Dies reduziert vorteilhaft die Korrosionsbelastung der Komponenten des Sekundärkreislaufs, insbesondere der Pumpen, verringert dadurch auch den Wartungsaufwand für diese Komponenten und erhöht deren Betriebssicherheit.

[0032] Eine erfindungsgemäße Umspannplattform weist eine erfindungsgemäße Kühlanlage auf und hat daher die oben genannten Vorteile.

[0033] Vorzugsweise weist eine derartige Umspannplattform ein Plattformfundament mit wenigstens einem Hohlstrukturelement auf, das als Behälter für wenigstens einen Kühlmittelspeicher des Sekundärkühlkreislaufs ausgebildet ist. Dadurch kann insbesondere das Plattformfundament platz- und kostensparend zur Unterbringung der Kühlmittelspeicher des Sekundärkühlkreislaufs genutzt werden.

[0034] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen:

FIG 1 schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel einer Umspannplattform mit einer Kühlanlage,

FIG 2 schematisch ein zweites Ausführungsbeispiel einer Umspannplattform mit einer Kühlanlage,

FIG 3 schematisch ein drittes Ausführungsbeispiel einer Umspannplattform mit einer Kühlanlage,

FIG 4 schematisch ein viertes Ausführungsbeispiel einer Umspannplattform mit einer Kühlanlage,

FIG 5 schematisch ein fünftes Ausführungsbeispiel einer Umspannplattform mit einer Kühlanlage in einer Seitenansicht,

FIG 6 eine Schnittdarstellung der in Figur 5 dargestellten Umspannplattform, und

FIG 7 Temperaturverläufe einer Temperatur eines Kühlmittels einer Kühlanlage einer Umspannplattform bei zeitabhängiger Last.

[0035] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0036] Figur 1 zeigt schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel einer Umspannplattform 1 mit einer Kühlanlage 3 zur Kühlung einer Plattformkomponente 11. Die Plattformkomponente 11 ist beispielsweise ein Transformator.

[0037] Die Umspannplattform 1 befindet sich im Wasser 7 im offenen Meer vor einer Küste. Das Plattformfundament der Umspannplattform 1 umfasst mehrere Standbeine bildende Hohlstrukturelemente 2, die als Stahlrohre ausgebildet sind und Fundamentbeine der Umspannplattform 1 bilden, die aus dem Wasser 7 herausragen und einen Plattformkopf 10 der Umspannplattform 1 tragen, auf dem sich die Plattformkomponente 11 befindet.

[0038] Die Kühlanlage 3 umfasst einen Primärkühlkreislauf 3.1 und einen Sekundärkühlkreislauf 3.2, die über einen Wärmetauscher 31 thermisch gekoppelt sind.

[0039] Der Primärkühlkreislauf 3.1 ist thermisch direkt an die Plattformkomponente 11 gekoppelt. Er umfasst erste Rohrleitungen 35 und eine erste Pumpe 33.

[0040] Der Sekundärkühlkreislauf 3.2 umfasst zweite Rohrleitungen 36, eine zweite Pumpe 34, einen Sekundärwärmetauscher 32 sowie mehrere Kühlmittelspeicher 61, 63, 65, die über motorisch angetriebene Armaturen 37 in den Sekundärkühlkreislauf 3.2 eingebunden und von dem Sekundärkühlkreislauf 3.2 getrennt werden können.

[0041] Dabei sind erste Kühlmittelspeicher 61 und zweite Kühlmittelspeicher 65 jeweils in einem der Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 zumindest teilweise unterhalb eines Wasserspiegels 71 des die Umspannplattform 1 umgebenden Wassers 7 und vorzugsweise austauschbar angeordnet. Ein dritter Kühlmittelspeicher 63 ist in dem die Umspannplattform 1 umgebenden Wasser 7 außerhalb der Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 angeordnet. Alle Kühlmittelspeicher 61, 63, 65 sind über zweite Rohrleitungen 36 in den Sekundärkühlkreislauf 3.2 eingebunden. Die einzelnen zweiten Rohrleitungen 36 sind in Figur 1 teilweise durch gestrichelte Linien nur angedeutet.

[0042] Durch den Sekundärkühlkreislauf 3.2 wird mittels der zweiten Pumpe 34 ein Kühlmittel 39 gepumpt, das auch durch die Kühlmittelspeicher 61, 63, 65 geführt wird, sofern die Armaturen 37 entsprechend eingestellt sind.

[0043] Die ersten Kühlmittelspeicher 61 und der dritte Kühlmittelspeicher 63 umfassen jeweils einen Wärmespeicher 67 mit einer Wärmespeicherflüssigkeit zur Aufnahme von Wärme aus dem Kühlmittel 39. Die zweiten Kühlmittelspeicher 65 umfassen jeweils einen Latentwärmespeicher zur Aufnahme von Wärme aus dem Kühlmittel 39, wobei die Latentwärmespeicher als Wärmespeichermedium Salze oder Paraffine enthalten. Die Wärmespeicher 67 der ersten Kühlmittelspeicher 61 und die Latentwärmespeicher der zweiten Kühlmittelspeicher 65 sind dabei jeweils an einer Wandung des sie enthaltenden Hohlstrukturelementes 2 angeordnet, deren Außenoberfläche von dem die Umspannplattform 1 umgebenden Wasser 7 umströmt ist. Dadurch wird dieses Wasser 7 vorteilhaft zur Kühlung des Kühlmittels im Sekundärkühlkreislauf 3.2 genutzt.

[0044] Als Kühlmittel 39 wird im Sekundärkühlkreislauf 3.2 vorzugsweise Süßwasser verwendet.

[0045] Figur 2 zeigt schematisch ein zweites Ausführungsbeispiel einer Umspannplattform 1 mit einer Kühlanlage 3 zur Kühlung einer Plattformkomponente 11. Die Plattformkomponente 11 ist auch in diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise ein Transformator.

[0046] Wie im ersten Ausführungsbeispiel befindet sich die Umspannplattform 1 im Wasser 7 im offenen Meer vor einer Küste und das Plattformfundament der Umspannplattform 1 umfasst mehrere Hohlstrukturelemente 2, die als Stahlrohre ausgebildet sind und Fundamentbeine der Umspannplattform 1 bilden. Diese Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 sind durch ein schräg zu ihnen und unterhalb des Wasserspiegels 71 des die Umspannplattform 1 umgebenden Wassers 7 verlaufendes Hohlstrukturelement 24 miteinander verbunden.

[0047] Ebenfalls wie im ersten Ausführungsbeispiel umfasst die Kühlanlage 3 einen Primärkühlkreislauf 3.1 und einen Sekundärkühlkreislauf 3.2, die über einen Wärmetauscher 31 thermisch gekoppelt sind, wobei der Primärkühlkreislauf 3.1 thermisch direkt an die Plattformkomponente 11 gekoppelt und analog zum ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet ist.

[0048] Der Sekundärkühlkreislauf 3.2 dieses Ausführungsbeispiels umfasst eine zweite Pumpe 34, zweite Rohrleitungen 36, einen ersten Wärmespeicher 67, einen Kühlmittelspeicher 61, der einen zweiten Wärmespeicher umfasst, das Innere des verbindenden Hohlstrukturelementes 24 sowie mit dem Kühlmittel 39 des Sekundärkühlkreislaufes 3.2 befüllte Bereiche 21 im Inneren der beiden Standbeine bildenden Hohlstrukture-

lemente 2. Wie in dem ersten Ausführungsbeispiel wird in dem Sekundärkühlkreislauf 3.2 ein Kühlmittel 39, vorzugsweise Süßwasser, geführt.

[0049] Der erste Wärmespeicher 67 ist in einem ersten der Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 angeordnet und von dem kühlmittelbefülltem Bereich 21 in dessen Inneren umgeben. Der Kühlmittelspeicher 61 mit dem zweiten Wärmespeicher ist entsprechend in dem zweiten der Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 angeordnet und von dem kühlmittelbefülltem Bereich 21 in dessen Inneren umgeben. Das Hohlstrukturelement 24 verbindet die kühlmittelbefüllten Bereiche 21 im Inneren der beiden Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 und ist zu ihnen offen, so dass Kühlmittel 39 aus diesen Bereichen 21 in das verbindende Hohlstrukturelement 24 fließen kann (und umgekehrt). Ferner weist ein unterer Abschnitt des Kühlmittelspeichers 61 eine Öffnung 28 zu dem kühlmittelbefüllten Bereich 21 in dem ihn enthaltenden Hohlstrukturelement 2 auf, so dass Kühlmittel 39 aus diesem Bereich 21 in den Kühlmittelspeicher 61 fließen kann.

[0050] Die kühlmittelbefüllten Bereiche 21 in den Standbeine bildenden Hohlstrukturelementen 2 sind derart mit Kühlmittel 39 befüllt, dass ein Kühlmittelspiegel 73 des Kühlmittels in diesen Bereichen 21 über dem Wasserspiegel 71 des die Umspannplattform 1 umgebenden Wassers 7 liegt. Dadurch wird vorteilhaft verhindert, dass bei kleinen Leckagen der Hohlstrukturelemente 2, 24 sie umgebendes korrosives Wasser 7 in die Hohlstrukturelemente 2, 24 und damit in den Sekundärkühlkreislauf 3.2 eindringt.

[0051] Das Kühlmittel 39 wird mittels der zweiten Pumpe 34 durch den Sekundärkühlkreislauf 3.2 gepumpt, so dass sich der durch die Pfeile in Figur 2 angedeutete Kühlmittelfluss einstellt: von dem Wärmetauscher 31 fließt das Kühlmittel 39 über eine zweite Rohrleitung 36 in den kühlmittelbefüllten Bereich 21 des den ersten Wärmespeicher 67 enthaltenden Hohlstrukturelementes 2; von dort fließt das Kühlmittel 39 entlang des ersten Wärmespeichers 67 nach unten und in das verbindende Hohlstrukturelement 24; über das verbindende Hohlstrukturelement 24 fließt es in den kühlmittelbefüllten Bereich 21 des den Kühlmittelspeicher 61 enthaltenden Hohlstrukturelementes 2; aus diesem Bereich 21 fließt es durch die Öffnung 28 in den Kühlmittelspeicher 61 mit dem zweiten Wärmespeicher und von dort schließlich über eine in den Kühlmittelspeicher 61 ragende zweite Rohrleitung 36 zurück zu dem Wärmetauscher 31.

[0052] Das Kühlmittel 39 wird dabei sowohl innerhalb der kühlmittelbefüllten Bereiche 21 des ein Standbein bildenden Hohlstrukturelementes 2 also auch innerhalb des verbindenden Hohlstrukturelementes 24 über die Wände dieser Hohlstrukturelemente 2, 24 von dem die Umspannplattform 1 umgebenden Wasser 7 gekühlt. Durch die bei der Kühlung zunehmende Dichte des Kühlmittels 39 wird bei dieser erfindungsgemäßen Anordnung die Antriebswirkung der zweiten Pumpe 34 durch den natürlichen Antrieb unterstützt. Insbesondere wird das Kühlmittel 39 innerhalb der Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 vorwiegend an deren am umgebenden Wasser 7 anliegenden Wänden nach unten geleitet, wodurch es durch die Kühlwirkung dieser Wände zu einer natürlichen Strömung des Kühlmittels 39 kommt.

[0053] Der Kühlmittelspeicher 61 mit dem zweiten Wärmespeicher 67 ist durch eine zylindrische Wand von dem kühlmittelbefüllten Bereich 21 im Inneren des zweiten der Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 getrennt. Dadurch wird eine gegenseitige Beeinflussung der gegenläufigen Strömungen in diesem Kühlmittelspeicher 61 und dem ihn umgebenden kühlmittelbefüllten Bereich 21 vermieden.

[0054] Figur 3 zeigt schematisch ein drittes Ausführungsbeispiel einer Umspannplattform 1 mit einer Kühlanlage 3 zur Kühlung einer Plattformkomponente 11. Die Plattformkomponente 11 ist auch in diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise ein Transformator.

[0055] Das Plattformfundament dieses Ausführungsbeispiels ist als so genanntes Tripod-Fundament ausgebildet. Das Tripod-Fundament umfasst drei als Fundamentbeine ausgebildete Hohlstrukturelemente 2, mittels derer die Umspannplattform 1 auf einem Gewässerboden 8 aufgestellt ist, ein eine Trägerstruktur bildendes Hohlstrukturelement 25, dessen oberes Ende aus dem die Umspannplattform 1 umgebenden Wasser 7 herausragt und den Plattformkopf 10 der Umspannplattform 1 trägt, sowie für jedes Fundamentbein zwei verbindende Hohlstrukturelemente 23, 24, die das Fundamentbein mit dem die Trägerstruktur bildenden Hohlstrukturelement 25 verbinden. Dabei verläuft jeweils ein erstes verbindendes Hohlstrukturelement 24 von dem die Trägerstruktur bildenden Hohlstrukturelement 25 schräg abwärts zu dem ein Standbein bildenden Hohlstrukturelement 2 und das zweite verbindende Hohlstrukturelement 23 verläuft unterhalb des ersten verbindenden Hohlstrukturelementes 24 fast parallel zu dem Gewässerboden 8. Die verbindenden Hohlstrukturelemente 23, 24 weisen jeweils Öffnungen 28 zu dem die Trägerstruktur bildenden Hohlstrukturelement 25 und dem jeweiligen ein Standbein bildenden Hohlstrukturelement 2 auf, so dass die Innenräume aller Hohlstrukturelemente 2, 23, 24, 25 einen zusammenhängenden Hohlraum bilden, der gegenüber dem die Umspannplattform 1 umgebenden Wasser 7 abgeschlossen ist.

[0056] Die Kühlanlage 3 ist analog zu den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen ausgebildet und umfasst einen hier nicht näher dargestellten Primärkühlkreislauf 3.1 und einen daran thermisch gekoppelten Sekundärkühlkreislauf 3.2, der nur teilweise dargestellt ist. Dabei ist der von den Innenräumen der Hohlstrukturelemente 2, 23, 24, 25 gebildete Hohlraum mit dem Kühlmittel 39 des Sekundärkühlkreislaufes 3.2 befüllt. Das Kühlmittel 39 wird dabei durch zweite Rohrleitungen 36 des Sekundärkühlkreislaufes 3.2 in den oberen Bereich des Innenraumes des die Trägerstruktur bildenden Hohlstrukturelementes 25 hinein und aus dem unteren Bereich der Struktur heraus gepumpt, so dass

sich die in Figur 3 durch Pfeile angedeutete Strömung einstellt, d.h. zunächst aus dem Innenraum des die Trägerstruktur bildenden Hohlstrukturelementes 25 über die ersten verbindenden Hohlstrukturelemente 24 in die Innenräume der Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 und von dort durch die Innenräume der zweiten verbindenden Hohlstrukturelemente 23 zurück in den Innenraum des die Trägerstruktur bildenden Hohlstrukturelementes 25.

[0057] Analog zum in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Plattformfundament der Umspannplattform 1 derart mit dem Kühlmittel 39 befüllt, dass ein Kühlmittelspiegel 73 des Kühlmittels 39 über dem Wasserspiegel 71 des die Umspannplattform 1 umgebenden Wassers 7 liegt. Die Befüllung wird ferner so gewählt, dass über dem Kühlmittelspiegel 73 ein kühlmittelfreier Ausgleichsraum 29 verbleibt, um temperaturbedingte Volumenänderungen des Kühlmittels 39 im Sekundärkühlkreislauf 3.2 auszugleichen. Bevorzugt wird dieser Ausgleichsraum 29 in ein Hohlstrukturelement der Fundamentstruktur integriert. Vorzugsweise wird der Sekundärkühlkreislauf einschließlich des Kühlmittelspeichers gegenüber der Umgebung hermetisch abgeschlossen und der Ausgleichsraum 29 mit einem Gas, beispielsweise mit Stickstoff befüllt. Das Volumen des Ausgleichsraumes wird vorzugsweise derart bemessen, dass der sich bei einer maximal zu erwartenden Temperatur des Kühlmittels 39 durch Kompression des Gases einstellende Differenzdruck zur Umgebung 0,5 bar nicht übersteigt.

[0058] Figur 4 zeigt schematisch ein viertes Ausführungsbeispiel einer Umspannplattform 1 mit einer Kühlanlage 3 zur Kühlung einer Plattformkomponente 11. Die Plattformkomponente 11 ist auch in diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise ein Transformator.

[0059] Das Plattformfundament dieses Ausführungsbeispiels ist als so genanntes Tripile-Fundament ausgebildet. Das Tripile-Fundament umfasst drei als Fundamentbeine ausgebildete Hohlstrukturelemente 2, mittels derer die Umspannplattform 1 auf einem Gewässerboden 8 aufgestellt ist, ein eine Trägerstruktur bildendes Hohlstrukturelement 25, das oberhalb des Wasserspiegels 71 des die Umspannplattform 1 umgebenden Wassers 7 angeordnet ist und den Plattformkopf 10 der Umspannplattform 1 trägt, sowie für jedes ein Standbein bildendes Hohlstrukturelement 2 ein verbindendes Hohlstrukturelement 24, das ein ein Standbein bildendes Hohlstrukturelement 2 mit dem die Trägerstruktur bildenden Hohlstrukturelement 25 verbindet.

[0060] Die Kühlanlage 3 ist ebenfalls analog zu den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen ausgebildet und umfasst einen hier nicht näher dargestellten Primärkühlkreislauf 3.1 und einen über einen Wärmetauscher 31 daran thermisch gekoppelten Sekundärkühlkreislauf 3.2, der nur teilweise dargestellt ist. Dabei sind die Innenräume der Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 mit dem Kühlmittel 39 des Sekundärkühlkreislaufes 3.2 befüllt, so dass ein Kühlmittelspiegel 73 des Kühlmittels 39 über dem Wasserspiegel 71 des die Umspannplattform 1 umgebenden Wassers 7 liegt. Das Kühlmittel 39 wird durch zweite Rohrleitungen 36 des Sekundärkühlkreislaufes 3.2 in die Innenräume der Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 und aus diesen heraus gepumpt. Vorzugsweise wird das Kühlmittel 39 dabei einem ein Standbein bildendes Hohlstrukturelement 2 in dessen oberen Bereich mittels einer zweiten Rohrleitung 36 zugeführt und in einem unteren Bereich dieses Hohlstrukturelementes 2 mittels einer anderen zweiten Rohrleitung 36 entnommen, um eine definierte Strömungsrichtung des Kühlmittels 39 zu erreichen und eine thermische Kühlmittelschichtung zur Entnahme des Kühlmittels 39 zu nutzen.

[0061] In den Standbeine bildenden Hohlstrukturelementen 2 sind als Füllstoffe oder Füllkörper ausgebildete Wärmespeicher 67 angeordnet, die von dem Kühlmittel 39 durch- und umflutet werden und dabei Wärme aus dem Kühlmittel 39 aufnehmen. Als Füllstoff eignet sich beispielsweise grobkörniger Kies. Als Füllkörper eignet sich ein massereicher Körper mit Kanälen, durch welche Kühlmittel 39 geführt wird.

[0062] Die Figuren 5 und 6 zeigen schematisch ein fünftes Ausführungsbeispiel einer Umspannplattform 1 mit einer Kühlanlage 3 zur Kühlung von Plattformkomponenten 11. Die Plattformkomponenten 11 sind auch in diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise Transformatoren. Figur 5 zeigt die Umspannplattform 1 in einer Seitenansicht und Figur 6 zeigt eine Schnittdarstellung der Umspannplattform 1, wobei die Schnittebene orthogonal zu der Zeichenebene der Figur 5 liegt. In Figur 5 sind außerdem die Lagen eines Wärmespeichers 67 und eines Filtersystems 38 angedeutet, die jedoch von außen nicht sichtbar sind.

[0063] Das Plattformfundament dieses Ausführungsbeispiels ist als so genanntes Schwerkraft-Fundament ausgebildet. Das Schwerkraft-Fundament umfasst zwei großvolumige auf dem Gewässerboden 8 aufliegende eine Gründung bildende Hohlstrukturelemente 26 und für jedes dieser Hohlstrukturelemente 26 zwei eine Trägerstruktur bildende Hohlstrukturelemente 25, die sich von dem jeweiligen eine Gründung bildenden Hohlstrukturelement 26 vertikal nach oben bis über den Wasserspiegel 71 des die Umspannplattform 1 umgebenden Wassers 7 erstrecken und zusammen den Plattformkopf 10 der Plattformkomponente 11 tragen. Der Innenraum jedes der die Gründung bildenden Hohlstrukturelemente 26 ist mit den Innenräumen der beiden zugehörigen eine Trägerstruktur bildenden Hohlstrukturelemente 25 verbunden, so dass diese Innenräume einen zusammenhängenden Hohlraum bilden.

[0064] Die Kühlanlage 3 umfasst mehrere Primärkühlkreisläufe 3.1, die jeweils über einen Wärmetauscher 31 thermisch an einen Sekundärkühlkreislauf 3.2 für ein Kühlmittel 39 gekoppelt sind. Dabei wird jeder Sekundärkühlkreislauf 3.2 in einem der Hohlräume geführt, der aus dem Innenraum eines der die Gründung bildenden Hohlstrukturelemente 26 und den damit verbundenen Innenräumen der beiden zugehörigen eine Trägerstruktur

bildenden Hohlstrukturelemente 25 gebildet wird. Diese Hohlräume sind jeweils teilweise mit dem Kühlmittel 39 befüllt. Die Wärmetauscher 31 sind jeweils in dem Innenraum eines der die Gründung bildenden Hohlstrukturelemente 26 in dem Kühlmittel 39 angeordnet. In dem Innenraum dieses Hohlstrukturelementes 26 ist ferner ein von dem Kühlmittel 39 durch-und/oder umfluteter Wärmespeicher 67 angeordnet, der als Füllkörper oder als Füllstoff ausgebildet ist und die Masse zur Gründung der Umspannplattform 1 erhöht. Die Wärmekapazität des Füllkörpers bzw. Füllstoffes wird zur Kühlung des Kühlmittels 39 verwendet. Als Füllstoff eignet sich wiederum beispielsweise grobkörniger Kies. Als Füllkörper eignet sich ein massereicher Körper mit Kanälen, durch welche Kühlmittel 39 geführt wird. Wie in den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen ist der Sekundärkühlkreislauf 3.2 gegenüber dem die Umspannplattform 1 umgebenden Wasser 7 verschlossen.

[0065] Analog zum in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Plattformfundament der Umspannplattform 1 derart mit dem Kühlmittel 39 befüllt, dass ein Kühlmittelspiegel 73 des Kühlmittels 39 über dem Wasserspiegel 71 des die Umspannplattform 1 umgebenden Wassers 7 liegt.

[0066] Die Befüllung wird wiederum so gewählt, dass über dem Kühlmittelspiegel 73 ein luftbefüllter kühlmittelfreier Ausgleichsraum 29 verbleibt, um temperaturbedingte Volumenänderungen des Kühlmittels 39 im Sekundärkühlkreislauf 3.2 auszugleichen. Der Ausgleichsraum 29 ist zum Schutz vor aggressiver Meerluft über das Filtersystem 38 mit einer Umgebung der Umspannplattform 1 verbunden, um Meerluft aus der Umgebung vor dem Eindringen in den Ausgleichsraum 29 zu entfeuchten und/oder aggressive Bestandteile aus der Meerluft herauszufiltern. Alternativ wird der Ausgleichsraum 29 entsprechend dem anhand von Figur 3 beschriebenen Ausführungsbeispiel hermetisch gegenüber der Umgebung verschlossen und mit einem Gas, beispielsweise mit Stickstoff, derart befüllt, dass der sich bei einer maximal zu erwartenden Temperatur des Kühlmittels 39 einstellende Überdruck in dem Ausgleichsraum 29 kleiner als 0,5 bar bleibt.

[0067] Die in den Figuren 1 bis 6 gezeigten Ausführungsbeispiele können in verschiedener Weise kombiniert und/oder ausgestaltet werden. Beispielsweise können auch die in den Figuren 2 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispiele analog zu dem in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel um einen außerhalb der Standbeine bildenden Hohlstrukturelemente 2 angeordneten Sekundärwärmetauscher 32 und/oder um Armaturen 37 erweitert werden. Eine weitere Ausgestaltung all dieser Ausführungsbeispiele sieht einen in der Kühlkette des Sekundärkühlkreislaufes 3.2 vorn angeordneten (d.h. dem Wärmetauscher 31 nachgeordneten) Teilspeicher vor, der nicht in die Kühlung einbezogen ist und durch eine geeignete Steuerung zur Heizung von Anlagenteilen oder Räumen der Umspannplattform 1 und/oder zur Erwärmung von Bauteilen der Umspannplattform 1 vor einem Kaltstart genutzt wird.

[0068] Figur 7 zeigt beispielhaft Temperaturverläufe B, C einer Temperatur T des Kühlmittels 39 in Abhängigkeit von einer Zeit t bei zeitabhängiger Last L für eine erfindungsgemäße Umspannplattform 1 mit mehreren Kühlmittelspeichern 61, 63, 65 wie beispielsweise im in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel. Dabei ist beispielhaft ein Lastverlauf A dargestellt, bei dem die Last L zu einer ersten Zeit t_1 von einer ersten Last L_1 auf eine zweite Last L_2 ansteigt und zu einer zweiten Zeit t_2 wieder auf die erste Last L_1 abnimmt. Dabei stellt ein erster Temperaturverlauf B die Temperatur T des Kühlmittels 39 bei Verwendung eines ersten Kühlmittelspeichers 61 dar und der zweite Temperaturverlauf C stellt die Temperatur T des Kühlmittels 39 bei Verwendung des ersten Kühlmittelspeichers 61 und zusätzlich eines zweiten Kühlmittelspeichers 65 dar.

[0069] Die Kühlmitteltemperatur T hat sich bis zu dem Zeitpunkt t=0 nach einer Zeit ohne Belastung zunächst der Temperatur T_0 des die Umspannplattform 1 umgebenden Wassers 7 angenähert. Zum Zeitpunkt t=0 erhöht sich die Last L auf die erste Last L_1 (im dargestellten Beispiel auf etwa 50 % einer Nennlast). Bis zur Zeit t_1 erwärmt sich das Kühlmittel 39 im Fall des ersten Temperaturverlaufes B auf eine Temperatur T_{1B} und im Fall des zweiten Temperaturverlaufes C auf eine Temperatur T_{1C}. Nach Erhöhung der Last L auf die zweite Last L_2 (im dargestellten Beispiel auf über 100 % der Nennlast) erwärmt sich das Kühlmittel 39 im Fall des ersten Temperaturverlaufes B weiter auf eine Temperatur T_{2B} und im Fall des zweiten Temperaturverlaufes C auf eine Temperatur T_{2C}. Ab der Zeit t_2 nimmt die Temperatur T des Kühlmittels 39 wieder ab.

[0070] Dabei sind $T_{1B} > T_{1C}$ und $T_{2B} > T_{2C}$, da die Wärmekapazität des ersten Kühlmittelspeichers 61 kleiner als die gemeinsame Wärmekapazität beider Kühlmittelspeicher 61, 65 ist. Entsprechend ändert sich eine thermische Zeitkonstante der Kühlanlage 3 durch Einsatz des zusätzlichen Kühlmittelspeichers 65, so dass dieser Einsatz zu einer Verlangsamung des Temperaturanstieges führt.

[0071] Durch eine Wahl und/oder Kombination geeigneter Kühlmittelspeicher 61, 63, 65 lässt sich daher die Kühlleistung einer Kühlanlage 3 der Last L derart anpassen, dass es bei Verwendung ausreichend großer oder vieler Kühlmittelspeicher 61, 63, 65 nicht zum Überschreiten einer zulässigen Betriebstemperatur von Plattformkomponenten 11 kommt.

[0072] Dieser Effekt bietet sich beispielsweise zur Nutzung der Kühlanlagen 3 im Überlastbetrieb an, um beispielsweise in Offshore-Windparks die oftmals nur kurze Zeit verfügbaren Windspitzen zu nutzen. Weiterhin lässt sich durch eine lastabhängige Verwendung von Kühlmittelspeichern 61, 63, 65 eine Verringerung der Temperaturschwankungen in den zu kühlenden elektrischen Plattformkomponenten 11 erreichen.

[0073] Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrie-

ben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Kühlanlage (3) für eine Umspannplattform (1), wobei die Umspannplattform (1) wenigstens ein Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26) aufweist, und wobei

   - die Kühlanlage (3) einen Primärkühlkreislauf (3.1) und einen Sekundärkühlkreislauf (3.2) umfasst, die über einen Wärmetauscher (31) thermisch gekoppelt sind,
   - und der Sekundärkühlkreislauf (3.2) wenigstens einen in einem Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26) angeordneten Kühlmittelspeicher (61, 63, 65) für ein Kühlmittel (39) des Sekundärkühlkreislaufs (3.2) aufweist,

   dadurch gekennzeichnet, dass
   das Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26) eine rohrartig ausgebildete Komponente ist, die zumindest teilweise die tragende Konstruktion des Plattformfundamentes der Umspannplattform (1) darstellt.

2. Kühlanlage (3) nach Anspruch 1,
   gekennzeichnet durch
   wenigstens einen Kühlmittelspeicher (61, 63, 65), der in einem Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26) unterhalb des Wasserspiegels (71) des die Umspannplattform (1) umgebenden Wassers (7) angeordnet ist.

3. Kühlanlage (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   gekennzeichnet durch
   wenigstens einen Kühlmittelspeicher (61, 63, 65), der in einem Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26) an einer Wandung, deren Außenoberfläche von die Umspannplattform (1) umgebenden Wasser (7) umströmt ist, angeordnet ist.

4. Kühlanlage (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   gekennzeichnet durch
   wenigstens eine Armatur (37), mittels derer wenigstens ein in einem Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26) angeordneter Kühlmittelspeicher (61, 63, 65) in den Sekundärkühlkreislauf (3.2) eingebunden und von dem Sekundärkühlkreislauf (3.2) getrennt werden kann.

5. Kühlanlage (3) nach Anspruch 4,
   gekennzeichnet durch
   einen motorischen Antrieb für wenigstens eine Armatur (37), mittels derer wenigstens ein in einem Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26) angeordneter Kühlmittelspeicher (61, 63, 65) in den Sekundärkühlkreislauf (3.2) eingebunden und von dem Sekundärkühlkreislauf (3.2) getrennt werden kann.

6. Kühlanlage (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   gekennzeichnet durch
   Süßwasser als Kühlmittel (39) des Sekundärkühlkreislaufs (3.2).

7. Kühlanlage (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26) wenigstens teilweise mit Kühlmittel (39) des Sekundärkühlkreislaufs (3.2) befüllt ist, das in den Sekundärkühlkreislauf (3.2) eingebunden ist.

8. Kühlanlage (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
   gekennzeichnet durch
   wenigstens einen in einem Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26) angeordneten Kühlmittelspeicher (61, 63, 65), der einen Wärmespeicher (67) umfasst.

9. Kühlanlage (3) nach Anspruch 8,
   gekennzeichnet durch
   wenigstens eine innerhalb eines Wärmespeichers (67) angeordnete Strömungsleitvorrichtung für eine Wärmespeicherflüssigkeit des Wärmespeichers (67).

10. Kühlanlage (3) nach Anspruch 9,
    dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Strömungsleitvorrichtung verschachtelt angeordnete Zylinder umfasst.

11. Kühlanlage (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
    gekennzeichnet durch
    wenigstens einen in einem Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26) angeordneten Kühlmittelspeicher (61, 63, 65), der einen Latentwärmespeicher umfasst.

12. Kühlanlage (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
    dadurch gekennzeichnet, dass
    der Sekundärkühlkreislauf (3.2) inklusive mindestens eines einen Kühlmittelspeicher bildenden Hohlstrukturelementes (2, 23, 24, 25, 26) gegenüber der Umgebung der Umspannplatt-' form (1) hermetisch abgeschlossen ist.

13. Umspannplattform (1) mit einer Kühlanlage (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

14. Umspannplattform (1) nach Anspruch 13, **gekennzeichnet durch** ein Plattformfundament mit wenigstens einem Hohlstrukturelement (2, 23, 24, 25, 26), das als Behälter für wenigstens einen Kühlmittelspeicher (61, 63, 65) des Sekundärkühlkreislaufs (3.2) ausgebildet ist.

Claims

1. Cooling system (3) for a transformer platform (1), wherein the transformer platform (1) has at least one hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26), and wherein

- the cooling system (3) comprises a primary cooling circuit (3.1) and a secondary cooling circuit (3.2) which are thermally coupled via a heat exchanger (31),
- and the secondary cooling circuit (3.2) has at least one coolant reservoir (61, 63, 65), which is arranged in a hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26), for a coolant (39) of the secondary cooling circuit (3.2),

characterized in that the hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26) is a tubular component which at least partially constitutes the load-bearing structure of the platform foundation of the transformer platform (1).

2. Cooling system (3) according to Claim 1, **characterized by** at least one coolant reservoir (61, 63, 65) which is arranged in a hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26) below the water level (71) of the water (7) surrounding the transformer platform (1).

3. Cooling system (3) according to one of the preceding claims, **characterized by** at least one coolant reservoir (61, 63, 65) which is arranged in a hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26) on a wall around whose outer surface flows water (7) surrounding the transformer platform (1).

4. Cooling system (3) according to one of the preceding claims, **characterized by** at least one valve (37) by means of which at least one coolant reservoir (61, 63, 65) arranged in a hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26) can be integrated into the secondary cooling circuit (3.2) and isolated from the secondary cooling circuit (3.2).

5. Cooling system (3) according to Claim 4, **characterized by** a motor drive for at least one valve (37) by means of which at least one coolant reservoir (61, 63, 65) arranged in a hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26) can be integrated into the secondary cooling circuit (3.2) and isolated from the secondary cooling circuit (3.2).

6. Cooling system (3) according to one of the preceding claims, **characterized by** fresh water as coolant (39) of the secondary cooling circuit (3.2) .

7. Cooling system (3) according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least one hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26) is filled at least partially with coolant (39) of the secondary cooling circuit (3.2), which hollow structural element is integrated into the secondary cooling circuit (3.2).

8. Cooling system (3) according to one of the preceding claims, **characterized by** at least one coolant reservoir (61, 63, 65) which is arranged in a hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26) and comprises a heat reservoir (67).

9. Cooling system (3) according to Claim 8, **characterized by** at least one flow-guiding device, which is arranged inside a heat reservoir (67), for a heat-storage liquid of the heat reservoir (67).

10. Cooling system (3) according to Claim 9, **characterized in that** at least one flow-guiding device comprises cylinders arranged in a nested manner.

11. Cooling system (3) according to one of the preceding claims, **characterized by** at least one coolant reservoir (61, 63, 65) which is arranged in a hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26) and comprises a latent heat reservoir.

12. Cooling system (3) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the secondary cooling circuit (3.2) including at least one hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26) forming a coolant reservoir is hermetically closed off with respect to the surroundings of the transformer platform (1).

13. Transformer platform (1) having a cooling system (3) according to one of the preceding claims.

14. Transformer platform (1) according to Claim 13,

characterized by
a platform foundation having at least one hollow structural element (2, 23, 24, 25, 26) which is designed as a container for at least one coolant reservoir (61, 63, 65) of the secondary cooling circuit (3.2).

Revendications

1. Installation (3) de refroidissement d'une plateforme (1) de transformation, la plateforme (1) de transformation ayant au moins un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux et dans laquelle

- l'installation (3) de refroidissement comprend un circuit (3.1) de refroidissement primaire et un circuit (3.2) de refroidissement secondaire, qui sont couplés thermiquement par un échangeur de chaleur (31),
- et le circuit (3.2) de refroidissement secondaire a au moins un accumulateur (61, 63, 65), disposé dans un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux, d'un fluide (39) de refroidissement du circuit (3.2) de refroidissement secondaire,

caractérisée en ce que
l'élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux est un composant constitué de façon tubulaire, qui constitue au moins en partie la construction portante de la fondation de la plateforme (1) de transformation.

2. Installation (3) de refroidissement suivant la revendication 1,
caractérisée par
au moins un accumulateur (61, 63, 65) de fluide de refroidissement, qui est disposé dans un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux en dessous du niveau (71) de l'eau (7) entourant la plateforme (1) de transformation.

3. Installation (3) de refroidissement suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisée par
au moins un accumulateur (1, 63, 65) de fluide de refroidissement, qui est disposé dans un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux sur une paroi, dont la surface extérieure est entourée par de l'eau (7) entourant la plateforme (1) de transformation.

4. Installation (3) de refroidissement suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisée par
au moins un robinet (37) au moyen duquel au moins un accumulateur (61, 63, 65) de fluide de refroidissement, disposé dans un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux, est incorporé au circuit (3.2) de refroidissement secondaire et peut être séparé du circuit (3.2) de refroidissement secondaire.

5. Installation (3) de refroidissement suivant la revendication 4,
caractérisée par
un entraînement motorisé d'au moins un robinet (37) au moyen duquel au moins un accumulateur (61, 63, 65) de fluide de refroidissement, disposé dans un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux, est incorporé au circuit (3.2) de refroidissement secondaire et peut être séparé du circuit (3.2) de refroidissement secondaire.

6. Installation (3) de refroidissement suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisée par
de l'eau douce comme fluide (39) de refroidissement du circuit (3.2) de refroidissement secondaire.

7. Installation (3) de refroidissement suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce qu'
au moins un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux est rempli au moins en partie du fluide (39) de refroidissement du circuit (3.2) de refroidissement secondaire en étant incorporé dans le circuit (3.2) de refroidissement secondaire.

8. Installation (3) de refroidissement suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisée par
au moins un accumulateur (61, 63, 65) de fluide de refroidissement, qui est disposé dans un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux et qui comprend un accumulateur (67) de chaleur.

9. Installation (3) de refroidissement suivant la revendication 8,
caractérisée par
au moins un dispositif de conduite du courant, disposé à l'intérieur d'un accumulateur (67) de chaleur, pour un liquide de l'accumulateur (67) de chaleur.

10. Installation (3) de refroidissement suivant la revendication 9,
caractérisée en ce qu'
au moins un dispositif de conduite du courant comprend des cylindres emboîtés.

11. Installation (3) de refroidissement suivant l'une des revendications précédentes,
caractérisée par
au moins un accumulateur (61, 63, 65) de fluide de refroidissement, qui est disposé dans un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux et qui comprend un accumulateur de chaleur latente.

12. Installation (3) de refroidissement suivant l'une des

revendications précédentes,
caractérisée en ce que
le circuit (3.2) de refroidissement secondaire, y compris au moins un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux formant un accumulateur de fluide de refroidissement, est fermé de manière hermétique par rapport à ce qui entoure la plateforme (1) de transformation.

13. Plateforme (1) de transformation ayant une installation (3) de refroidissement suivant l'une des revendications précédentes.

14. Plateforme (1) de transformation suivant la revendication 13,
caractérisé par
une fondation de plateforme ayant au moins un élément (2, 23, 24, 25, 26) de structure creux constitué en récipient pour au moins un accumulateur (61, 63, 65) de fluide de refroidissement du circuit (3.2) de refroidissement secondaire.

FIG 1

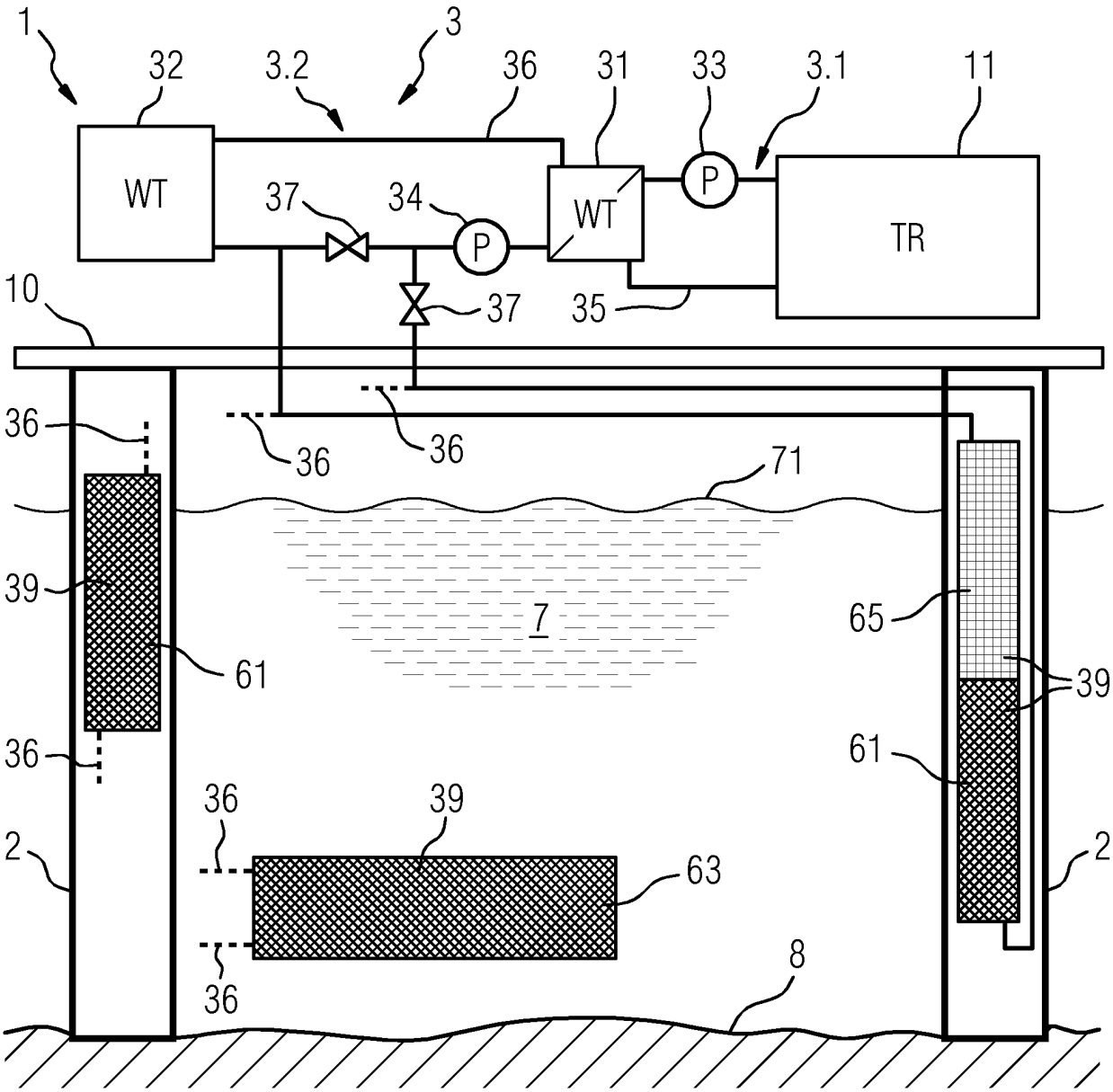

1
32
3.2
3
36
31
33
3.1
11
WT
37
34
P
WT
P
TR
10
37
35
36
36
36
71
39
7
65
61
39
36
61
36
39
2
63
2
8
36

FIG 2

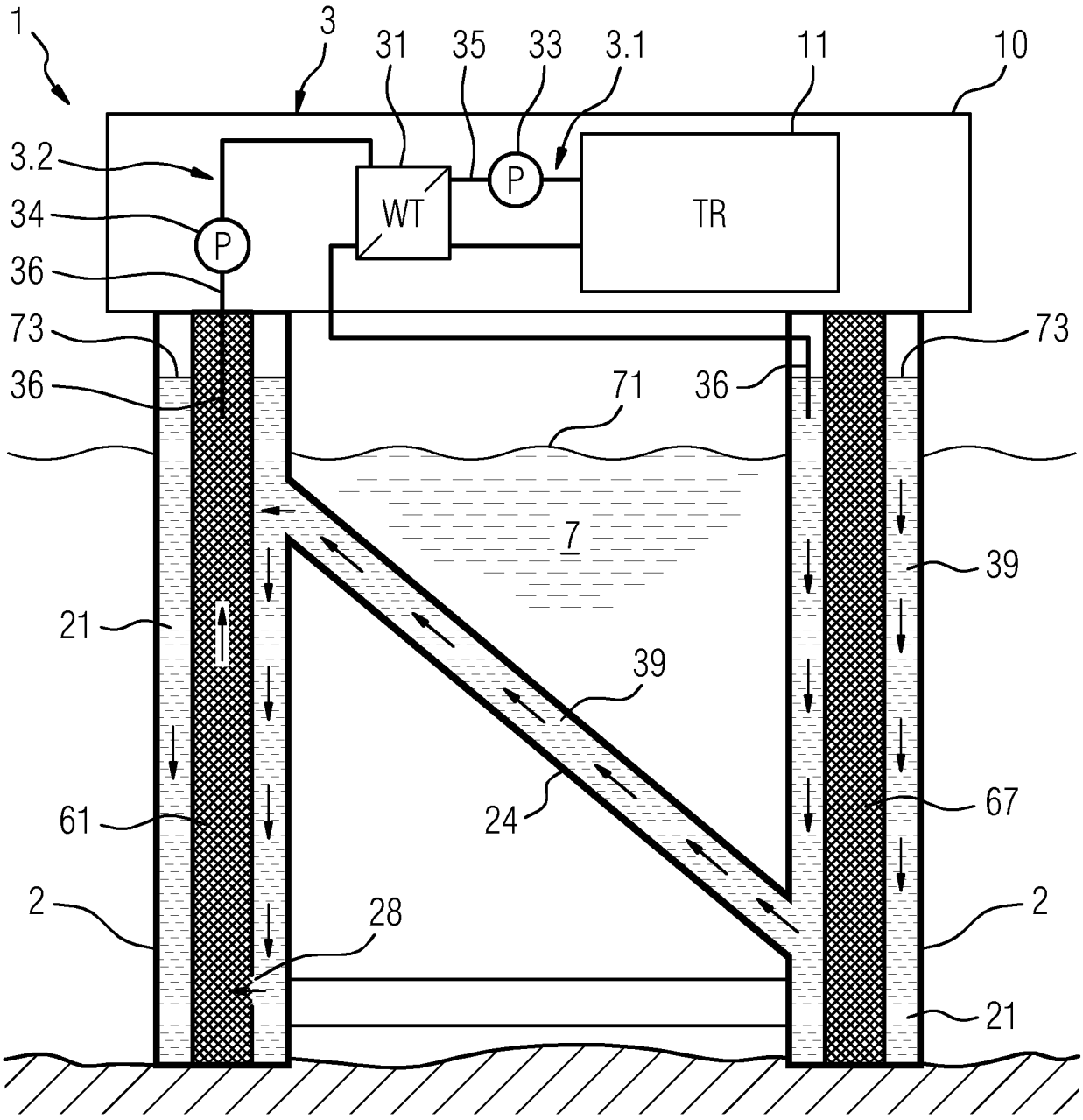

1
3
31
35
33
3.1
11
10
3.2
34
36
73
36
WT
P
P
TR
73
71
36
7
39
21
39
61
24
67
2
28
2
21

FIG 3

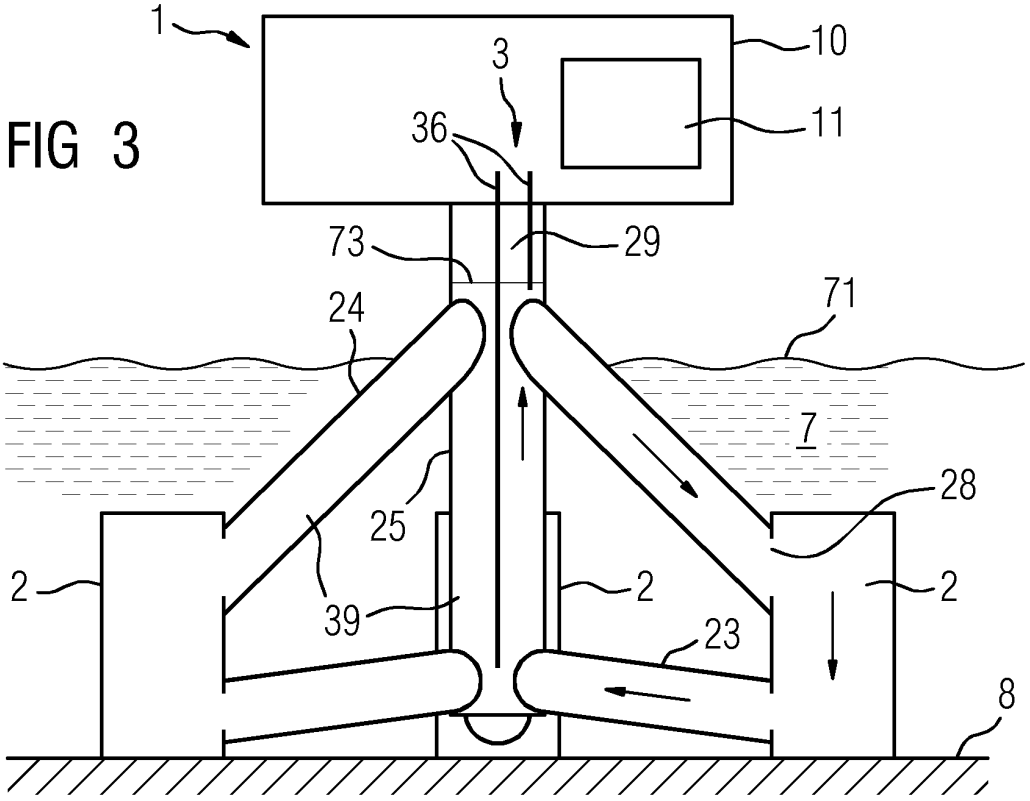

1
3
10
11
36
73
29
71
24
7
25
28
2
2
2
39
23
8

FIG 4

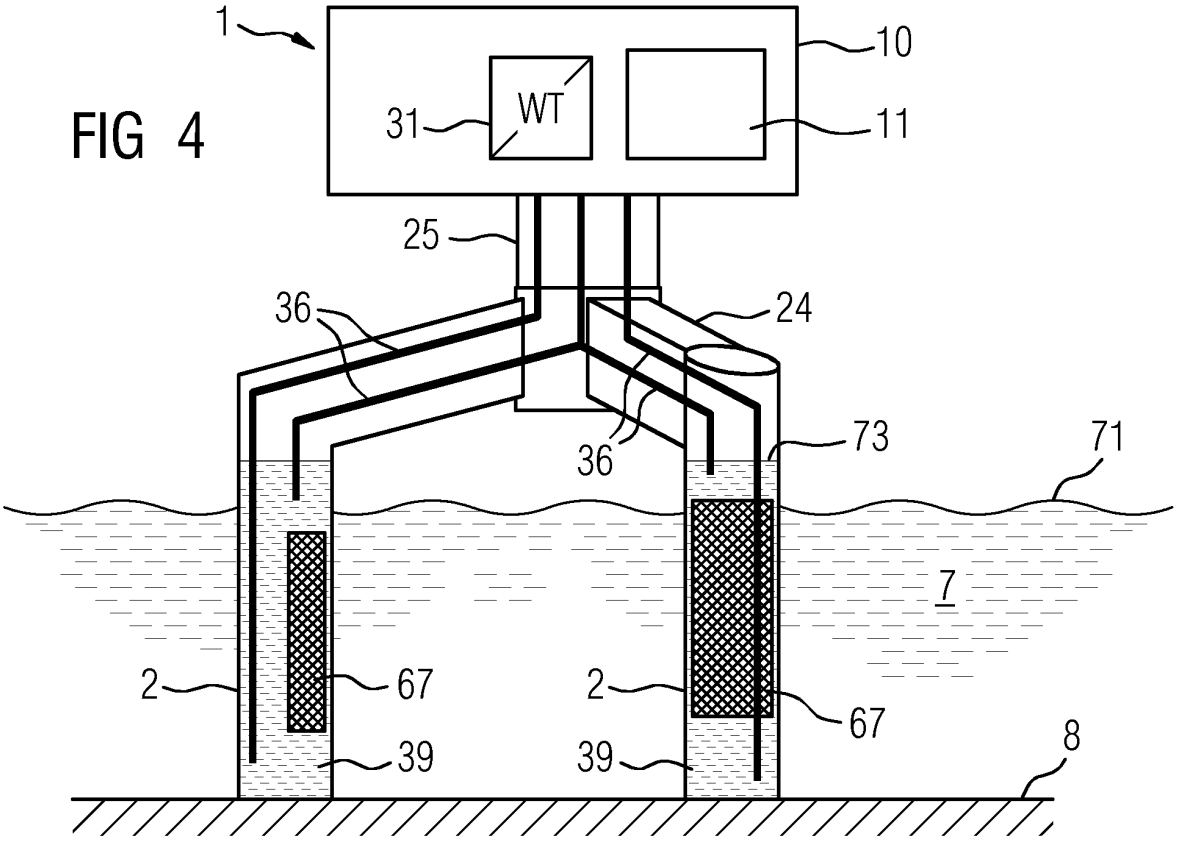

1
10
31
WT
11
25
36
24
36
73
71
7
2
67
2
67
39
39
8

FIG 6

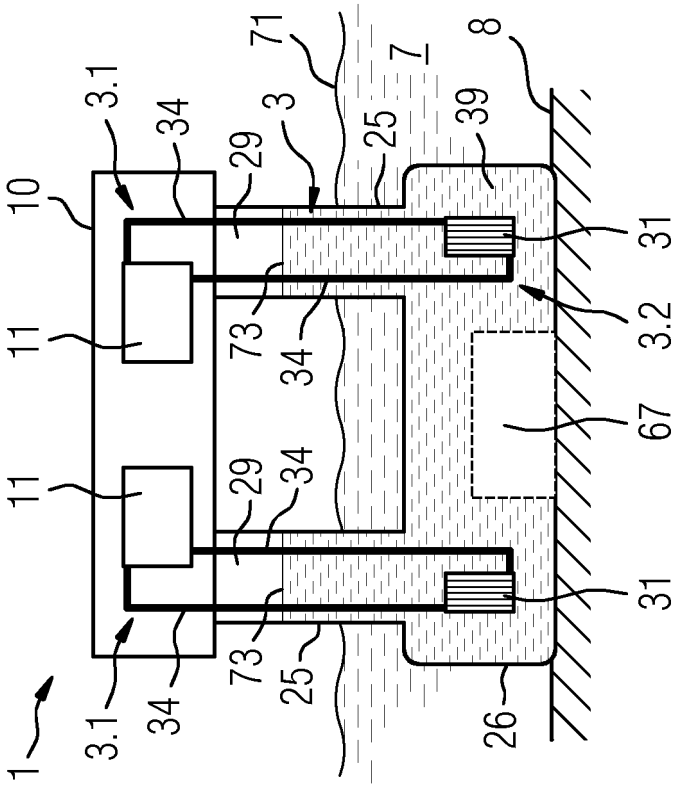

1
3.1
34
10
11
11
3.1
34
29
73
25
3
71
7
8
39
31
3.2
67
29
34
73
34
31
26

FIG 5

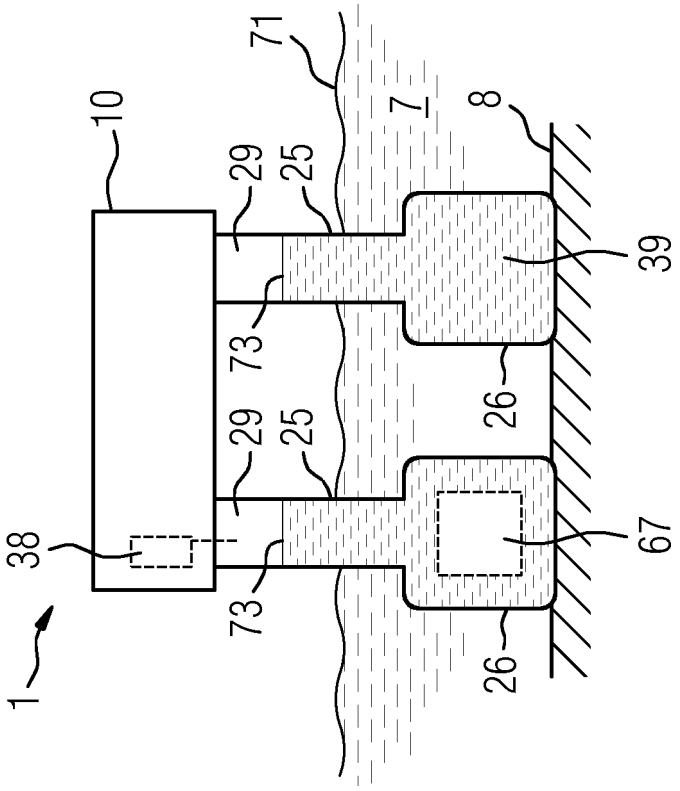
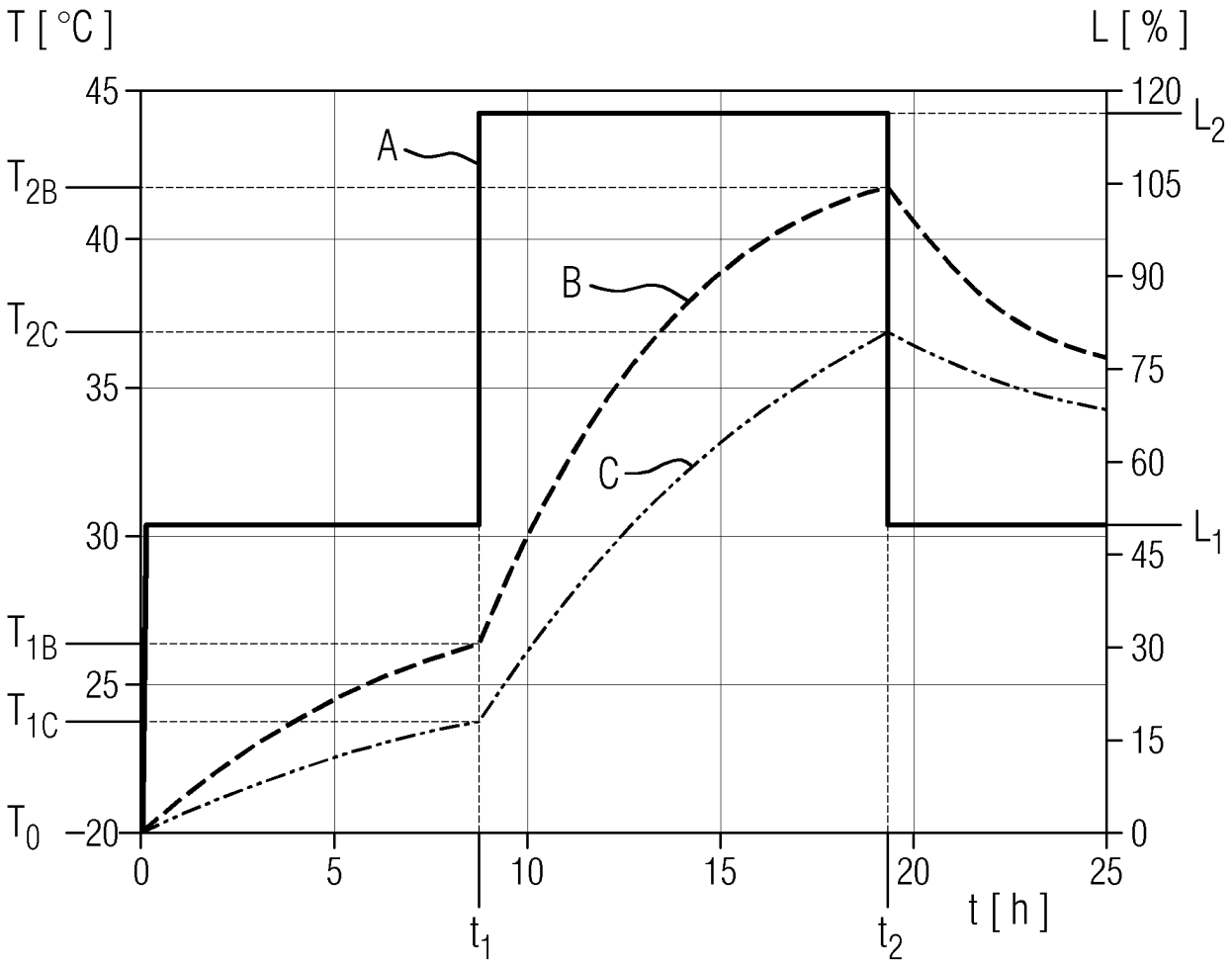

1
38
10
29
25
73
29
25
73
71
7
8
39
26
67
26

FIG 7


T [°C]
L [%]
45
40
35
30
25
−20
120
105
90
75
60
45
30
15
0
T_{2B}
T_{2C}
T_{1B}
T_{1C}
T_0
L_2
L_1
A
B
C
0
5
10
15
20
25
t [h]
t_1
t_2

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

- WO 2006069974 A1 **[0005]**