



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.03.2016 Patentblatt 2016/13

(51) Int Cl.:
H01F 27/12^(2006.01) H01F 27/14^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14186769.7**

(22) Anmeldetag: **29.09.2014**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Janik, Uwe**
91560 Heilsbronn (DE)

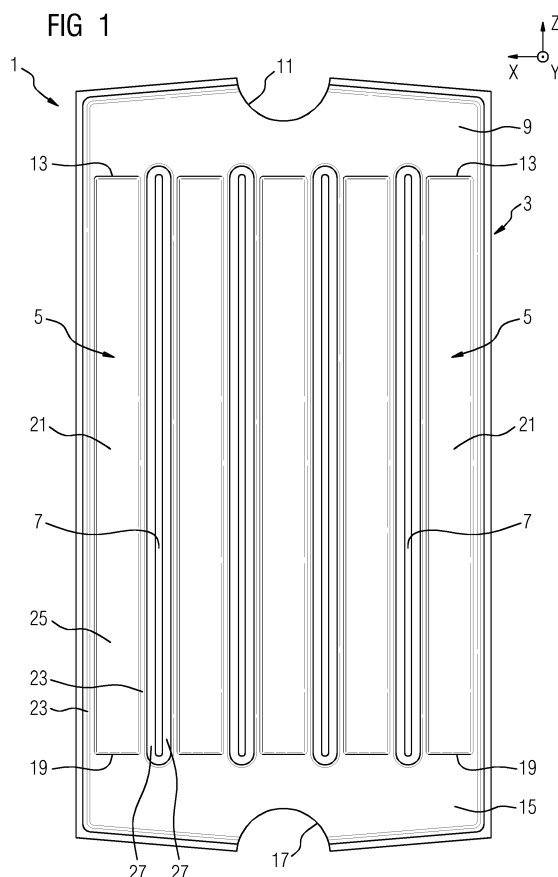
Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) **Radiator zur Kühlung einer Kühlflüssigkeit eines Transformators**

(57) Die Erfindung betrifft einen Radiator (1) zur Kühlung einer Kühlflüssigkeit eines Transformators (100). Der Radiator (1) umfasst wenigstens einen Kühlkörper (3) mit mehreren parallel zu einer Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufenden und voneinander beabstandeten Kühlrohren (5) zur Aufnahme von Kühlflüssigkeit. Je-

des Kühlrohr (5) weist wenigstens eine entlang der Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufende Kühlrohrwand (21) auf, die zur Vergrößerung des von dem Kühlrohr (5) umschlossenen Volumens elastisch verformbar ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Radiator zur Kühlung einer Kühlflüssigkeit eines Transformators mit mehreren parallel zu einer Längsachse des Radiators verlaufenden Kühlrohren zur Aufnahme von Kühlflüssigkeit.

[0002] Transformatoren unterliegen generell der Alterung und dem Verschleiß, insbesondere wenn sie, beispielsweise bei einer Verwendung auf Offshore-Plattformen, verstärkt der Gefahr von Korrosion ausgesetzt sind. Daher werden an Transformatoren regelmäßig sowie ereignisbedingt Wartungsarbeiten durchgeführt. Flüssigkeitsgekühlte Transformatoren weisen in der Regel Ausdehnungsgefäße auf, die der Aufnahme von Kühlflüssigkeit, in der Regel von Transformatorenöl, dienen, um thermische Expansionen der Kühlflüssigkeit zu kompensieren. Zum Transport von Kühlflüssigkeit zwischen einem Ausdehnungsgefäß und dem Transformator-kessel weist ein derartiger Transformator außerdem Kühlflüssigkeitsleitungen auf. Sowohl das Ausdehnungsgefäß als auch die Kühlflüssigkeitsleitungen erhöhen die Umwelteinflüssen ausgesetzte Oberfläche eines Transformators und damit dessen Anfälligkeit für Schädigungen durch diese Umwelteinflüsse und dadurch auch den Bedarf an Wartungs- und Reparaturarbeiten. Außerdem verursacht ein Ausdehnungsgefäß prinzipbedingt einen Kontakt zwischen der Kühlflüssigkeit und der Umgebung, was auf Dauer die Kühlflüssigkeit und damit in Kontakt stehende Bauteile beeinträchtigen kann.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Radiator zur Kühlung einer Kühlflüssigkeit eines Transformators anzugeben, der insbesondere den Wartungs- und Reparaturbedarf des Transformators reduziert.

[0004] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Radiator mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0005] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Ein erfindungsgemäßer Radiator zur Kühlung einer Kühlflüssigkeit eines Transformators umfasst wenigstens einen Kühlkörper, der mehrere parallel zu einer Längsachse des Kühlkörpers verlaufende und voneinander beabstandete Kühlrohre zur Aufnahme von Kühlflüssigkeit aufweist. Jedes Kühlrohr weist wenigstens eine entlang der Längsachse des Kühlkörpers verlaufende Kühlrohrwand, die zur Vergrößerung des von dem Kühlrohr umschlossenen Volumens elastisch verformbar ausgebildet ist, auf.

[0007] Ein derartiger Radiator kann thermische Expansionen der Kühlflüssigkeit durch Vergrößerung der von den Kühlrohren umschlossenen Volumina kompensieren. Bei entsprechender Auslegung des Radiators kann der Radiator dadurch neben der Kühlung der Kühlflüssigkeit auch die Funktion eines Ausdehnungsgefäßes zur Kompensation thermischer Expansionen der Kühlflüssigkeit übernehmen. Ein Transformator mit einem derartig ausgebildeten Radiator benötigt dadurch kein zusätzliches Ausdehnungsgefäß und somit auch keine

Kühlflüssigkeitsleitungen zwischen dem Ausdehnungsgefäß und dem Transformator-kessel. Dadurch werden vorteilhaft die Anzahl von Komponenten des Transformators und der dafür benötigte Bauraum sowie der Wartungs- und Reparaturbedarf für diese Komponenten reduziert. Außerdem kann ein Kontakt der Kühlflüssigkeit mit der Umgebung, wie er bei der Verwendung eines Ausdehnungsgefäßes prinzipbedingt eintritt, und eine dadurch verursachte Beeinträchtigung der Kühlflüssigkeit und damit in Kontakt stehender Bauteile vorteilhaft vermieden werden.

[0008] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass wenigstens eine elastisch verformbare Kühlrohrwand zwei entlang der Längsachse des Kühlkörpers verlaufende Randbereiche und einen diese beiden Randbereiche verbindenden elastisch verformbaren Mittelbereich aufweist, wobei der Mittelbereich im unverformten Zustand im Wesentlichen eben ausgebildet ist und jeder Randbereich als zu einer Außenseite der Kühlrohrwand gewölbte Welle mit einem parallel zur Längsachse des Kühlkörpers verlaufenden Wellenkamm ausgebildet ist.

[0009] Diese Ausgestaltung der Erfindung ermöglicht vorteilhaft, eine elastisch verformbare Kühlrohrwand auf einfache Weise allein durch die Form der Kühlrohrwand zu realisieren.

[0010] Eine Weitergestaltung der vorgenannten Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass wenigstens ein Kühlrohr zwei sich gegenüber liegende derartig ausgebildete Kühlrohrwände aufweist.

[0011] Dadurch wird vorteilhaft die durch die elastische Verformung der Kühlrohrwände erzielbare Vergrößerung des von dem Kühlrohr umschlossenen Volumens gegenüber einem Kühlrohr mit nur einer elastisch verformbaren Kühlrohrwand erhöht.

[0012] Eine Weitergestaltung der vorgenannten Ausgestaltungen der Erfindung sieht vor, dass wenigstens ein Kühlrohr aus zwei sich gegenüber liegenden elastisch verformbaren Kühlrohrwänden der beschriebenen Art besteht, wobei die Randbereiche dieser Kühlrohrwände jeweils in einem parallel zur Längsachse des Kühlkörpers verlaufenden und von dem Mittelbereich der jeweiligen Kühlrohrwand abgewandten Flanschbereich auslaufen, der mit einem korrespondierenden Flanschbereich der anderen Kühlrohrwand kühlflüssigkeitsdicht verbunden ist.

[0013] Dadurch kann ein Kühlrohr in einfacher und effizienter Weise aus zwei elastisch verformbaren Kühlrohrwänden gefertigt werden, indem diese beiden Kühlrohrwände in ihren Flanschbereichen miteinander verbunden werden.

[0014] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass jede elastisch verformbare Kühlrohrwand aus einem Stahlblech gefertigt ist.

[0015] Dies ermöglicht eine einfach realisierbare Herstellung elastisch verformbarer und dennoch stabiler Kühlrohrwände der vorgenannten Art, da Stahlblech stabil, relativ einfach formbar und bei geeignet gewählter Dicke dennoch elastisch verformbar ist.

[0016] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass jeder Kühlkörper wenigstens einen Kühlflüssigkeitseinlassbereich mit einer Einlassöffnung zum Einlassen von Kühlflüssigkeit in den Kühlkörper aufweist, wobei der Kühlflüssigkeitseinlassbereich mit einem ersten Ende wenigstens eines Kühlrohres zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlflüssigkeitseinlassbereich in das Kühlrohr verbunden ist.

[0017] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass jeder Kühlkörper wenigstens einen Kühlflüssigkeitsauslassbereich mit einer Auslassöffnung zum Auslassen von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlkörper aufweist, wobei der Kühlflüssigkeitsauslassbereich mit einem zweiten Ende wenigstens eines Kühlrohres zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlrohr in den Kühlflüssigkeitsauslassbereich verbunden ist.

[0018] Die beiden vorgenannten Ausgestaltungen der Erfindung ermöglichen vorteilhaft die Zufuhr bzw. Abfuhr von Kühlflüssigkeit zu bzw. aus einem Kühlkörper und dessen Kühlrohren über den Kühlflüssigkeitseinlassbereich bzw. den Kühlflüssigkeitsauslassbereich des Kühlkörpers.

[0019] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Radiator mehrere hintereinander angeordnete Kühlkörper aufweist.

[0020] Dadurch kann die Kühlleistung des Radiators vorteilhaft gesteigert und dem jeweiligen Transformator angepasst werden. Ein erfindungsgemäßer Transformator umfasst einen Transformatorkessel, der wenigstens teilweise mit einer Kühlflüssigkeit befüllbar ist, einen erfindungsgemäßen Radiator zur Kühlung der Kühlflüssigkeit, wenigstens eine erste Verbindungsleitung zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Transformatorkessel in den Radiator und wenigstens eine zweite Verbindungsleitung zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Radiator in den Transformatorkessel.

[0021] Wie oben bereits ausgeführt wurde, kann ein derartiger Transformator bei entsprechender Auslegung des Radiators ohne ein Ausdehnungsgefäß zur Kompensation thermischer Expansionen der Kühlflüssigkeit realisiert werden, da der Radiator neben der Kühlung der Kühlflüssigkeit auch die Funktion des Ausdehnungsgefäßes übernimmt, was die oben genannten Vorteile insbesondere hinsichtlich der Reduzierung des Wartungs- und Reparaturbedarfs für den Transformator mit sich bringt.

[0022] Ausgestaltungen eines derartigen Transformators sehen vor, dass der Transformator einen Stufenschalter aufweist, der wenigstens eine Vakuumschaltkammer umfasst, und/oder dass der Transformatorkessel einen gemeinsamen Kühlflüssigkeitsraum für einen Stufenschalter und einen Aktivteil des Transformators aufweist, und/oder dass der Transformator eine Entgasungsvorrichtung zur Abführung von Gas aus dem Transformatorkessel und/oder eine Trocknungsvorrichtung zur Entfeuchtung der Kühlflüssigkeit aufweist.

[0023] Alle diese Ausgestaltungen reduzieren vorteilhaft weiter den Wartungs- und Reparaturbedarf für den

Transformator. So sind Stufenschalter mit Vakuumschaltkammern weitgehend wartungsarm, und die Abführung von Gas aus dem Transformatorkessel durch eine Entgasungsvorrichtung sowie die Entfeuchtung der Kühlflüssigkeit durch eine Trocknungsvorrichtung verhindern die Beeinträchtigung der Kühlflüssigkeit und damit in Verbindung stehender Bauteile durch Gas bzw. Feuchtigkeit. Insbesondere ermöglicht ein erfindungsgemäßer Transformator dadurch auch die Verwendung einer biologisch abbaubaren Isolierflüssigkeit, z. B. eines natürlichen oder synthetischen Esters, als Kühlflüssigkeit mit einem akzeptablen Alterungsverhalten.

[0024] 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 eine Vorderansicht eines Kühlkörpers eines Radiators,

FIG 2 eine transparente perspektivische Teildarstellung des in Figur 1 dargestellten Kühlkörpers,

FIG 3 eine Seitenansicht des in Figur 1 dargestellten Kühlkörpers,

FIG 4 eine transparente Draufsicht auf den in Figur 1 dargestellten Kühlkörper,

FIG 5 einen vergrößerten Ausschnitt der Figur 4,

FIG 6 eine Querschnittsdarstellung eines Kühlrohres, und

FIG 7 schematisch einen Transformator.

[0025] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0026] Die Figuren 1 bis 5 zeigen verschiedene Darstellungen eines Kühlkörpers 3 eines Radiators 1 zur Kühlung einer Kühlflüssigkeit eines in Figur 7 schematisch dargestellten Transformators 100, wobei zum besseren Verständnis jeweils auch ein Koordinatensystem mit kartesischen Koordinaten X, Y, Z dargestellt ist. Dabei zeigen Figur 1 eine Vorderansicht des Kühlkörpers 3, Figur 2 eine transparente perspektivische Teildarstellung des Kühlkörpers 3, Figur 3 eine Seitenansicht des Kühlkörpers 3, Figur 4 eine transparente Draufsicht auf den Kühlkörper 3 und Figur 5 einen vergrößerten Ausschnitt der Figur 4. Der Radiator 1 umfasst gemäß einem einfachen Ausführungsbeispiel nur einen derartigen Kühlkörper 3, gemäß anderen Ausführungsbeispielen mehrere derartige Kühlkörper 3, die beispielsweise entlang der Y-Richtung hintereinander angeordnet sind.

[0027] Der Kühlkörper 3 ist flach ausgebildet, so dass

er sich im Wesentlichen in einer XZ-Ebene des dargestellten Koordinatensystems erstreckt und in der Y-Richtung eine im Vergleich zu seinen Ausdehnungen in der X-Richtung und der Y-Richtung geringe Ausdehnung hat.

[0028] Der Kühlkörper 3 weist mehrere (im dargestellten Ausführungsbeispiel fünf) Kühlrohre 5 zur Aufnahme von Kühlflüssigkeit auf. Die Kühlrohre 5 sind voneinander beabstandet entlang der X-Richtung nebeneinander angeordnet und verlaufen jeweils parallel zu einer in der Z-Richtung verlaufenden Längsachse des Radiators 1, so dass je zwei benachbarte Kühlrohre 5 durch einen in der Z-Richtung verlaufenden Trennspalt 7 voneinander getrennt sind.

[0029] Oberhalb der Kühlrohre 5 weist der Kühlkörper 3 einen Kühlflüssigkeitseinlassbereich 9 mit einer Einlassöffnung 11 zum Einlassen von Kühlflüssigkeit in den Kühlkörper 3 auf, wobei der Kühlflüssigkeitseinlassbereich 9 mit einem oberen, ersten Ende 13 jedes Kühlrohres 5 zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlflüssigkeitseinlassbereich 9 in das Kühlrohr 5 verbunden ist.

[0030] Unterhalb der Kühlrohre 5 weist der Kühlkörper 3 einen Kühlflüssigkeitsauslassbereich 15 mit einer Auslassöffnung 17 zum Auslassen von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlkörper 3 auf, wobei der Kühlflüssigkeitsauslassbereich 15 mit einem unteren, zweiten Ende 19 jedes Kühlrohres 5 zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlrohr 5 in den Kühlflüssigkeitsauslassbereich 15 verbunden ist.

[0031] Figur 6 zeigt eine Querschnittsdarstellung eines Kühlrohres 5 in einer XY-Ebene. Jedes Kühlrohr 5 besteht aus zwei sich gegenüber liegenden Kühlrohrwänden 21, die beispielsweise jeweils aus einem Stahlblech gefertigt sind. Jede Kühlrohrwand 21 weist zwei in Z-Richtung verlaufende Randbereiche 23 und einen diese beiden Randbereiche 23 verbindenden elastisch verformbaren Mittelbereich 25 auf. Der Mittelbereich 25 ist im unverformten Zustand im Wesentlichen eben ausgebildet.

[0032] Jeder Randbereich 23 ist als zu einer Außenseite der Kühlrohrwand 21 gewölbte Welle mit einem in Z-Richtung verlaufenden Wellenkamm ausgebildet. Ferner läuft jeder Randbereich 23 jeweils in einem von dem Mittelbereich 25 der jeweiligen Kühlrohrwand 21 abgewandten Flanschbereich 27 aus, der mit einem korrespondierenden Flanschbereich 27 der anderen Kühlrohrwand 21 kühlflüssigkeitsdicht verbunden, beispielsweise verschweißt, ist.

[0033] Der Kühlkörper 3 ist bis auf die Einlassöffnung 11 und die Auslassöffnung 17 kühlflüssigkeitsdicht geschlossen, so dass außer durch die Einlassöffnung 11 und die Auslassöffnung 17 keine Kühlflüssigkeit in den Kühlkörper 3 eintreten kann oder aus dem Kühlkörper 3 austreten kann.

[0034] Figur 7 zeigt schematisch ein Ausführungsbeispiel eines Transformators 100. Der Transformator 100 umfasst einen Transformatorkessel 102, der wenigstens teilweise mit einer Kühlflüssigkeit befüllbar ist, einen Ra-

diator 1 gemäß einem der oben anhand der Figuren 1 bis 6 beschriebenen Ausführungsbeispiele, eine erste Verbindungsleitung 104 zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Transformatorkessel 102 in den Radiator 1 und eine zweite Verbindungsleitung 106 zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Radiator 1 in den Transformatorkessel 102.

[0035] Ferner umfasst der Transformator 100 optional einen in dem Transformatorkessel 102 angeordneten Stufenschalter 108 und/oder eine vorzugsweise an einer Oberseite des Transformatorkessels 102 angeordnete Entgasungsvorrichtung 110 und/oder eine an dem Transformatorkessel 102 angeordnete Trocknungsvorrichtung 112. Der Transformatorkessel 102 weist vorzugsweise einen gemeinsamen Kühlflüssigkeitsraum für den Stufenschalter 108 und einen (nicht näher dargestellten) Aktivteil des Transformators 100 auf.

[0036] Die erste Verbindungsleitung 104 ist beispielsweise als ein zwischen dem Transformatorkessel 102 und dem Radiator 1 verlaufendes Sammelrohr ausgebildet, das an jeden Kühlkörper 3 des Radiators 1 durch eine Öffnung in dem Sammelrohr zu der Einlassöffnung 11 des jeweiligen Kühlkörpers 3 angeschlossen ist. Die zweite Verbindungsleitung 106 ist entsprechend beispielsweise als ein zwischen dem Transformatorkessel 102 und dem Radiator 1 verlaufendes Sammelrohr ausgebildet, das an jeden Kühlkörper 3 des Radiators 1 durch eine Öffnung in dem Sammelrohr zu der Auslassöffnung 17 des jeweiligen Kühlkörpers 3 angeschlossen ist.

[0037] Der Stufenschalter 108 dient der Einstellung eines Spannungsübersetzungsverhältnisses des Transformators 100 und umfasst vorzugsweise wenigstens eine (nicht näher dargestellte) Vakuumschaltkammer. Die Entgasungsvorrichtung 110 dient der Abführung von Gas aus dem Transformatorkessel 102, das z. B. aus der Kühlflüssigkeit ausgast. Die Trocknungsvorrichtung 112 dient der Entfeuchtung der Kühlflüssigkeit.

[0038] Der Transformator 100 umfasst insbesondere kein zusätzliches Ausdehnungsgefäß zur Aufnahme von Kühlflüssigkeit aus dem Transformatorkessel 102 im Falle einer thermischen Expansion von Kühlflüssigkeit im Transformatorkessel 102. Die Funktion eines derartigen Ausdehnungsgefäßes wird von dem Radiator 1 übernommen, der derartige thermische Expansionen der Kühlflüssigkeit durch Vergrößerungen der von den Kühlrohren 5 des Radiators 1 umschlossenen Volumina durch elastische Verformungen der Kühlrohrwände 21 der Kühlrohre 5 kompensiert.

[0039] Andere Ausführungsbeispiele eines Transformators 100 umfassen mehrere Radiatoren 1, die beispielsweise an verschiedenen Seiten des Transformatorkessels 102 angeordnet sind, und/oder mehrere Verbindungsleitungen 104, 106 zur Leitung von Kühlflüssigkeit zwischen dem Transformatorkessel 102 und dem Radiator 1 oder den Radiatoren 1.

[0040] 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 Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Radiator (1) zur Kühlung einer Kühlflüssigkeit eines Transformators (100), der Radiator (1) umfassend

- wenigstens einen Kühlkörper (3) mit mehreren parallel zu einer Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufenden und voneinander beabstandeten Kühlrohren (5) zur Aufnahme von Kühlflüssigkeit,
- wobei jedes Kühlrohr (5) wenigstens eine entlang der Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufende Kühlrohrwand (21) aufweist, die zur Vergrößerung des von dem Kühlrohr (5) umschlossenen Volumens elastisch verformbar ausgebildet ist.

2. Radiator (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine elastisch verformbare Kühlrohrwand (21) zwei entlang der Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufende Randbereiche (23) und einen diese beiden Randbereiche (23) verbindenden elastisch verformbaren Mittelbereich (25) aufweist, wobei der Mittelbereich (25) im unverformten Zustand im Wesentlichen eben ausgebildet ist und jeder Randbereich (23) als zu einer Außenseite der Kühlrohrwand (21) gewölbte Welle mit einem parallel zur Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufenden Wellenkamm ausgebildet ist.

3. Radiator (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Kühlrohr (5) zwei sich gegenüber liegende und jeweils gemäß Anspruch 2 ausgebildete Kühlrohrwände (21) aufweist.

4. Radiator (1) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Kühlrohr (5) aus zwei sich gegenüber liegenden und jeweils gemäß Anspruch 2 ausgebildeten Kühlrohrwänden (21) besteht, deren Randbereiche (23) jeweils in einem parallel zur Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufenden und von dem Mittelbereich (25) der jeweiligen Kühlrohrwand (21) abgewandten Flanschbereich (27) auslaufen, der mit einem korrespondierenden Flanschbereich (27) der anderen Kühlrohrwand (21) kühlflüssigkeitsdicht verbunden ist.

5. Radiator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede

elastisch verformbare Kühlrohrwand (21) aus einem Stahlblech gefertigt ist.

6. Radiator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Kühlkörper (3) wenigstens einen Kühlflüssigkeitseinlassbereich (9) mit einer Einlassöffnung (11) zum Einlassen von Kühlflüssigkeit in den Kühlkörper (3) aufweist, wobei der Kühlflüssigkeitseinlassbereich (9) mit einem ersten Ende (13) wenigstens eines Kühlrohres (5) zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlflüssigkeitseinlassbereich (9) in das Kühlrohr (5) verbunden ist.

7. Radiator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Kühlkörper (3) wenigstens einen Kühlflüssigkeitsauslassbereich (15) mit einer Auslassöffnung (17) zum Auslassen von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlkörper (3) aufweist, wobei der Kühlflüssigkeitsauslassbereich (15) mit einem zweiten Ende (19) wenigstens eines Kühlrohres (5) zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlrohr (5) in den Kühlflüssigkeitsauslassbereich (15) verbunden ist.

8. Radiator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mehrere hintereinander angeordnete Kühlkörper (3).

9. Transformator (100), umfassend
 - einen Transformator-kessel (102), der wenigstens teilweise mit einer Kühlflüssigkeit befüllbar ist,
 - einen Radiator (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche zur Kühlung der Kühlflüssigkeit,
 - wenigstens eine erste Verbindungsleitung (104) zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Transformator-kessel (102) in den Radiator (1)
 - und wenigstens eine zweite Verbindungsleitung (106) zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Radiator (1) in den Transformator-kessel (102).

10. Transformator (100) nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** einen Stufenschalter (108), der wenigstens eine Vakuumschaltkammer umfasst.

11. Transformator (100) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Transformator-kessel (102) einen gemeinsamen Kühlflüssigkeitsraum für einen Stufenschalter (108) und einen Aktivteil des Transformators (100) aufweist.

12. Transformator (100) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **gekennzeichnet durch** eine Entgasungsvor-

richtung (110) zur Abführung von Gas aus dem Transformatorkessel (102).

13. Transformator (100) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **gekennzeichnet durch** eine Trocknungsvorrichtung (112) zur Entfeuchtung der Kühlflüssigkeit.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Radiator (1) zur Kühlung einer Kühlflüssigkeit eines Transformators (100), der Radiator (1) umfassend

- wenigstens einen Kühlkörper (3) mit mehreren parallel zu einer Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufenden und voneinander beabstandeten Kühlrohren (5) zur Aufnahme von Kühlflüssigkeit,
- wobei jedes Kühlrohr (5) wenigstens eine entlang der Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufende Kühlrohrwand (21) aufweist, die zur Vergrößerung des von dem Kühlrohr (5) umschlossenen Volumens elastisch verformbar ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Kühlrohre (5) voneinander beabstandet entlang einer X-Richtung nebeneinander angeordnet sind und jeweils parallel zu einer in einer Z-Richtung verlaufenden Längsachse des Radiators (1) verlaufen, so dass je zwei benachbarte Kühlrohre (5) durch einen in der Z-Richtung verlaufenden Trennspalt (7) voneinander getrennt sind.

2. Radiator (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine elastisch verformbare Kühlrohrwand (21) zwei entlang der Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufende Randbereiche (23) und einen diese beiden Randbereiche (23) verbindenden elastisch verformbaren Mittelbereich (25) aufweist, wobei der Mittelbereich (25) im unverformten Zustand im Wesentlichen eben ausgebildet ist und jeder Randbereich (23) als zu einer Außenseite der Kühlrohrwand (21) gewölbte Welle mit einem parallel zur Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufenden Wellenkamm ausgebildet ist.

3. Radiator (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Kühlrohr (5) zwei sich gegenüber liegende und jeweils gemäß Anspruch 2 ausgebildete Kühlrohrwände (21) aufweist.

4. Radiator (1) nach einem der Ansprüche 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Kühlrohr (5) aus zwei sich gegenüber liegenden und jeweils gemäß Anspruch 2 ausgebildeten Kühlrohrwänden (21) besteht, deren Randbereiche (23) jeweils in einem parallel zur Längsachse des Kühlkörpers (3) verlaufenden und von dem Mittelbereich (25) der jeweiligen Kühlrohrwand (21) abgewandten Flanschbereich (27) auslaufen, der mit einem korrespondierenden Flanschbereich (27) der anderen Kühlrohrwand (21) kühlflüssigkeitsdicht verbunden ist.

5. Radiator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede elastisch verformbare Kühlrohrwand (21) aus einem Stahlblech gefertigt ist.

6. Radiator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Kühlkörper (3) wenigstens einen Kühlflüssigkeitseinlassbereich (9) mit einer Einlassöffnung (11) zum Einlassen von Kühlflüssigkeit in den Kühlkörper (3) aufweist, wobei der Kühlflüssigkeitseinlassbereich (9) mit einem ersten Ende (13) wenigstens eines Kühlrohres (5) zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlflüssigkeitseinlassbereich (9) in das Kühlrohr (5) verbunden ist.

7. Radiator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Kühlkörper (3) wenigstens einen Kühlflüssigkeitsauslassbereich (15) mit einer Auslassöffnung (17) zum Auslassen von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlkörper (3) aufweist, wobei der Kühlflüssigkeitsauslassbereich (15) mit einem zweiten Ende (19) wenigstens eines Kühlrohres (5) zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Kühlrohr (5) in den Kühlflüssigkeitsauslassbereich (15) verbunden ist.

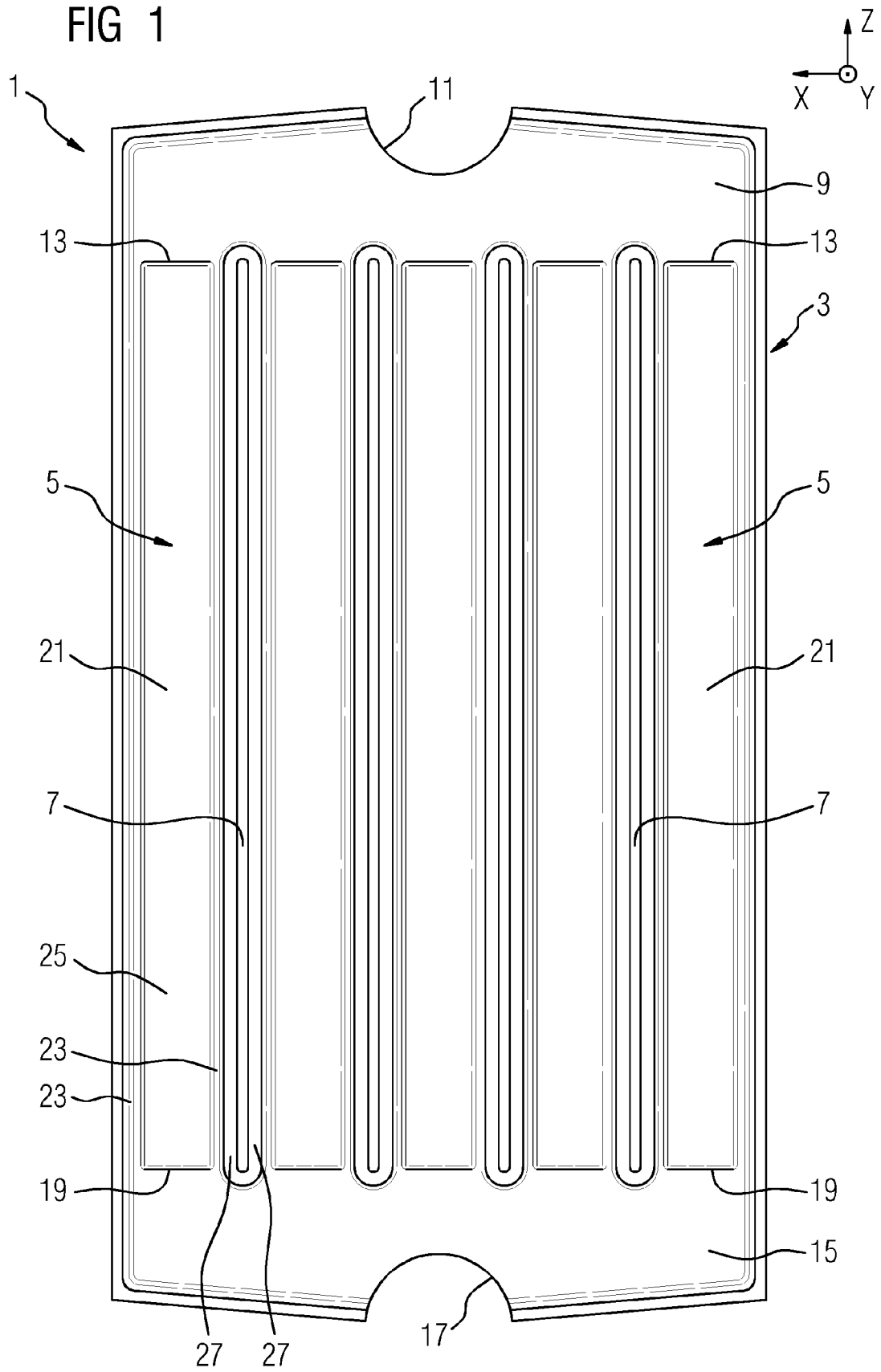
8. Radiator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mehrere hintereinander angeordnete Kühlkörper (3).

9. Transformator (100), umfassend

- einen Transformatorkessel (102), der wenigstens teilweise mit einer Kühlflüssigkeit befüllbar ist,
- einen Radiator (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche zur Kühlung der Kühlflüssigkeit,
- wenigstens eine erste Verbindungsleitung (104) zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Transformatorkessel (102) in den Radiator (1)
- und wenigstens eine zweite Verbindungsleitung (106) zur Leitung von Kühlflüssigkeit aus dem Radiator (1) in den Transformatorkessel (102).

10. Transformator (100) nach Anspruch 9,
gekennzeichnet durch einen Stufenschalter (108),
der wenigstens eine Vakuumschaltkammer um-
fasst. 5
11. Transformator (100) nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass der Transforma-
torkessel (102) einen gemeinsamen Kühlflüssig-
keitsraum für einen Stufenschalter (108) und einen
Aktivteil des Transformators (100) aufweist. 10
12. Transformator (100) nach einem der Ansprüche 9
bis 11, **gekennzeichnet durch** eine Entgasungsvor-
richtung (110) zur Abführung von Gas aus dem
Transformatorkessel (102). 15
13. Transformator (100) nach einem der Ansprüche 9
bis 12, **gekennzeichnet durch** eine Trocknungsvor-
richtung (112) zur Entfeuchtung der Kühlflüssigkeit. 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

FIG 1



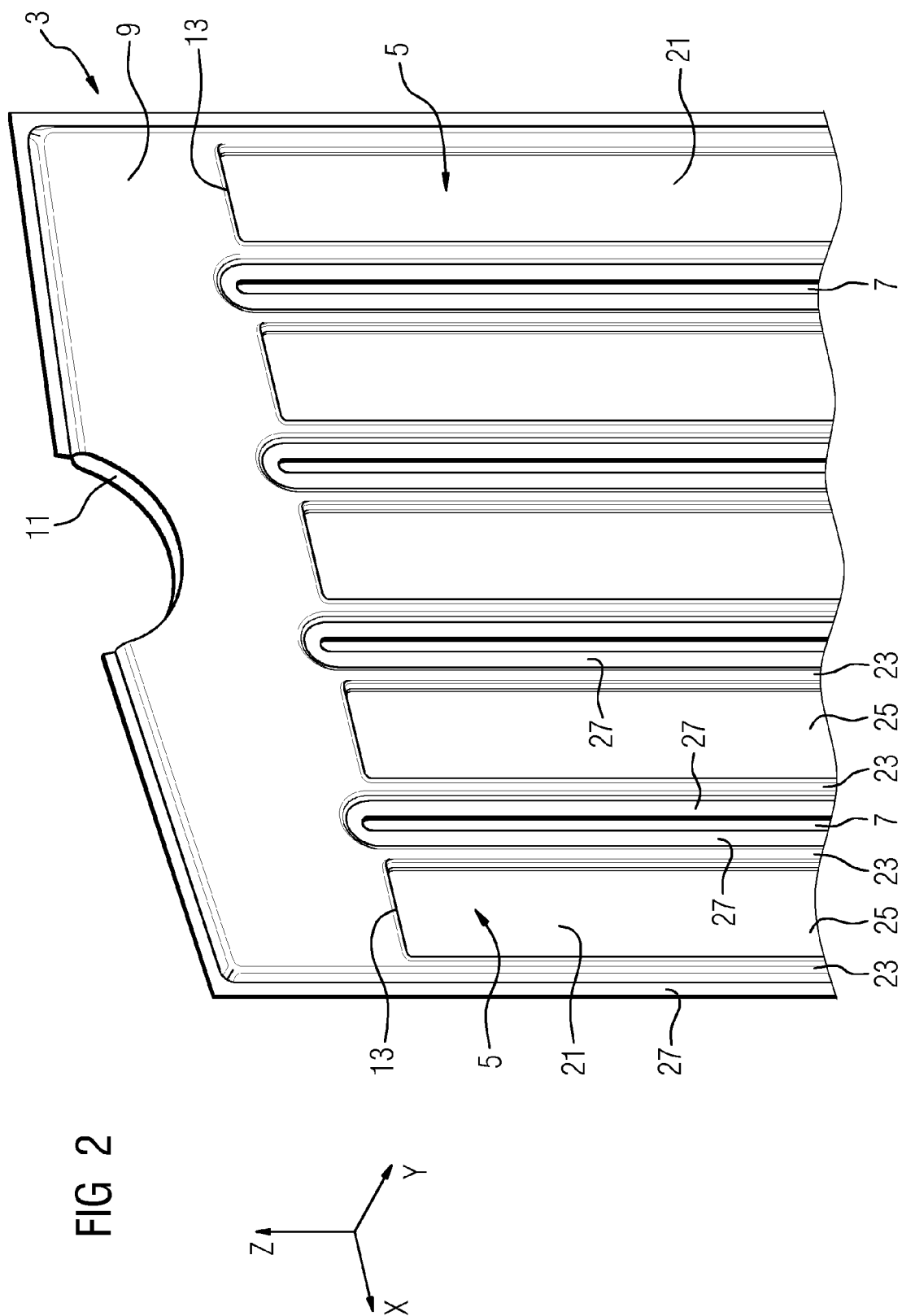


FIG 3



FIG 4

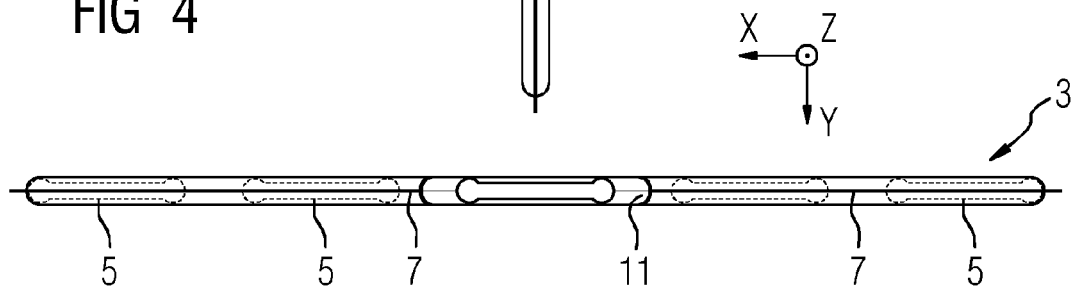


FIG 5

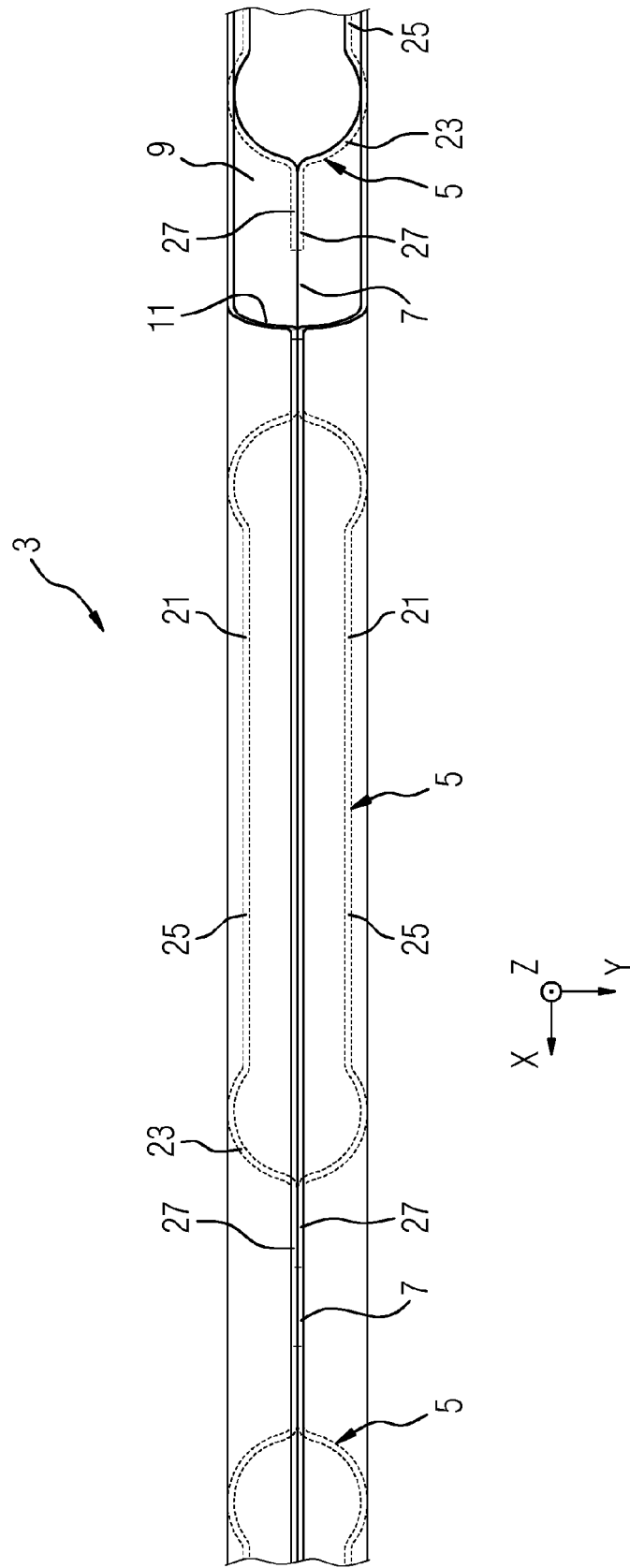


FIG 6

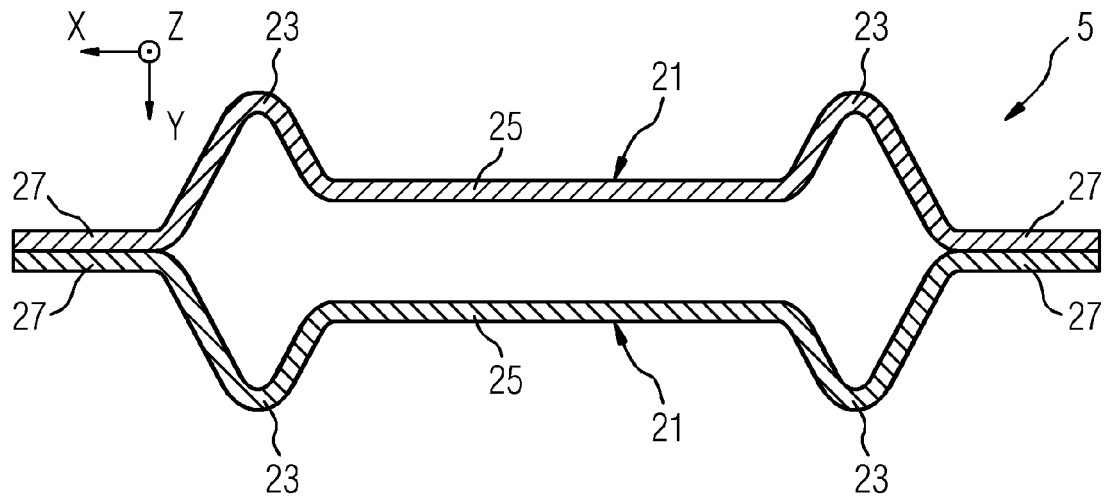
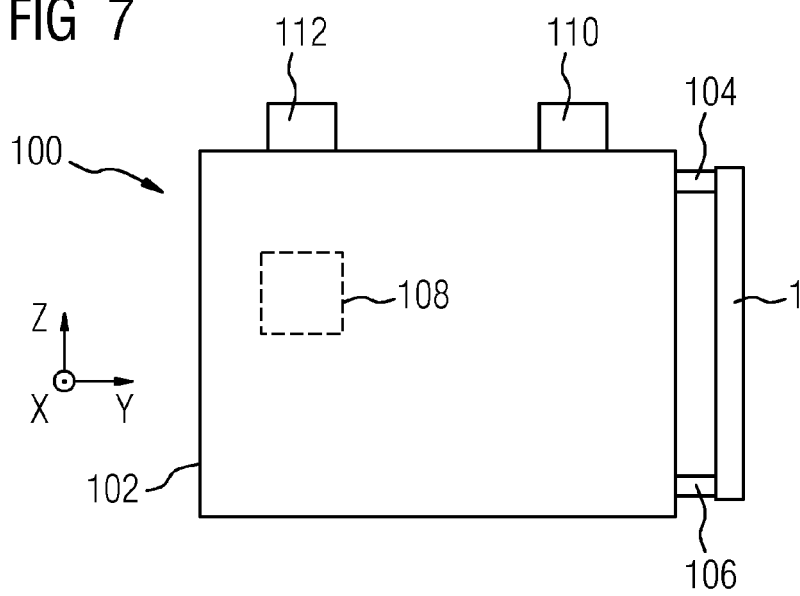


FIG 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 14 18 6769

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 19 71 624 U (GATTERBAUER PAUL [DE]) 2. November 1967 (1967-11-02) * das ganze Dokument *	1-13	INV. H01F27/12 H01F27/14
X	DE 100 10 737 C2 (ALSTOM, PARIS, FR) 10. Januar 2002 (2002-01-10) * Zusammenfassung * * Absatz [0022] - Absatz [0046]; Abbildung 1 *	1-8	
X	JP S52 49418 A (SHIAKU KOUZOU) 20. April 1977 (1977-04-20) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-5 *	1,3,4,7,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 5. März 2015	Prüfer Warneck, Nicolas
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 14 18 6769

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.

05-03-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1971624	U	02-11-1967	KEINE
DE 10010737	C2	10-01-2002	KEINE
JP S5249418	A	20-04-1977	KEINE

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