

(19)



(11)

EP 1 959 459 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.08.2008 Patentblatt 2008/34

(51) Int Cl.:
H01F 30/16^(2006.01) H01F 41/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08010495.3**

(22) Anmeldetag: **06.10.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(72) Erfinder: **Hanser, Volker Werner**
77694 Kehl/Auenheim (DE)

(30) Priorität: **07.10.2004 DE 102004048793**
03.09.2005 DE 102005041975

(74) Vertreter: **Maucher, Wolfgang et al**
Patent- und Rechtsanwaltssozietät
Maucher, Börjes & Kollegen
Urachstrasse 23
79102 Freiburg i. Br. (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
05799949.2 / 1 797 573

Bemerkungen:

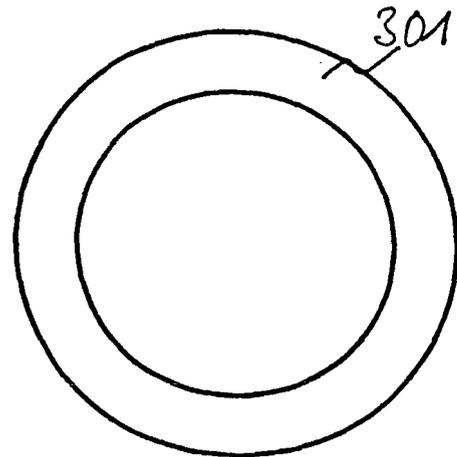
Diese Anmeldung ist am 10-06-2008 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(71) Anmelder: **Hanser, Volker Werner**
77694 Kehl/Auenheim (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Ringkerns**

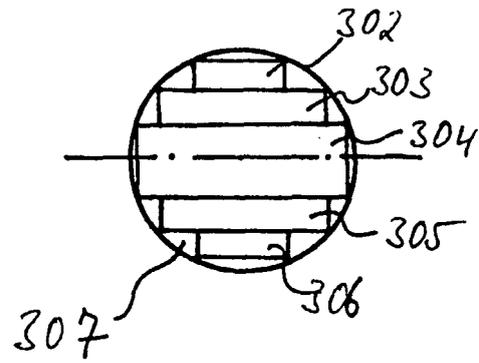
(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung eines mehrstufigen geschlossenen Ringkerns (301), insbesondere für einen Verteilungstransformator, wobei ein dünnes magnetisch leitendes Material (302, 303, 304, 305, 306) zu einem mehrstufigen geschlossenen Ringkerntransformator (301) gewickelt wird, wobei sich zwischen dem magnetisch leitendem Material (302, 303, 304, 305, 306) ein Klebstoff befindet, welcher das Material (302, 303, 304, 305, 306) gegenseitig isoliert und den Ringkern (301) verfestigt und die elektrische Isolation gegenüber der Unterspannungswicklung mit Distanzringen oder Distanzstücken aus elektrisch nicht leitenden Material erlangt wird, ist vorgesehen, dass für jede Breite (B1, B2, B3, B4, B5) des magnetisch leitenden Materials (302, 303, 304, 305, 306) mindestens eine Vorratsrollenvorrichtung (402), eine Antriebs- und Bremsvorrichtung, eine Führungsvorrichtung eine Schneidvorrichtung und eine Klebstoffsprühvorrichtung, für jede Breite des magnetischen Materials eine Aufwickelvorrichtung mit einer Antriebs- und Bremsvorrichtung, sowie einer gemeinsamen Führungsschiene verwendet werden.

Fig. 2



EP 1 959 459 A2

Fig. 3



Beschreibung

[0001] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen mehrstufigen geschlossenen Ringkern hoher Festigkeit, insbesondere für einen Verteilungstransformator, welcher nach außen hin elektrisch isoliert ist zu bauen, sowie ein dafür rationelles Fertigungsverfahren zu realisieren.

[0002] Die hohe Festigkeit der Ringkerne, mit einem Gewicht, von 100 kg bis über 2000 kg, wird notwendig, damit die dünnen Transformatorbleche formstabil bleiben, zum einen bei der Weiterverarbeitung, sowie im späteren Dauerbetrieb. Die elektrische Isolation wird benötigt, damit die Transformatorwicklung gegenüber dem Kern eine ausreichende Spannungsfestigkeit aufweist.

[0003] Es besteht weiter die Aufgabe, einen geschlossenen mehrstufigen Ringkerntransformator kern hoher Festigkeit, welcher nach außen hin elektrisch isoliert ist, und ein dafür rationelles, maschinelles Herstellungsverfahren zu schaffen, damit die Produktion von Ringkernverteilungstransformatoren ermöglicht wird.

[0004] Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht darin, dass ein dünnes magnetisch leitendes Material zu einem mehrstufigen geschlossenen Ringkerntransformator kern gewickelt wird, sich zwischen dem magnetisch leitendem Material ein Klebstoff befindet, welcher das Material gegenseitig isoliert (zur Vermeidung von Wirbelströmen) und den Ringkern verfestigt und die elektrische Isolation gegenüber der Unterspannungswicklung mit Distanzringen oder Distanzstücken aus elektrisch nicht leitendem Material erlangt wird.

[0005] Zur Steigerung der Festigkeit und zur elektrischen Isolation nach außen hin, kann der Ringkerntransformator kern mit einem elektrisch nicht leitenden Gießharz hoher Festigkeit komplett eingegossen werden.

[0006] Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass die elektrische Isolation (Kern zur Unterspannungswicklung) durch mindestens drei Distanzringe oder jeweils drei Distanzstücke pro Windung, welche in den Stufen des Ringkerns fest angebracht werden, realisiert wird. Anschließend wird der Ringkern mit einem Lack zur Isolation und zum Schutz gegen Korrosion überzogen.

[0007] Für die Lösung des Ringkernwickelverfahrens wird ein Trägergestell zur Halterung der Vorrichtungen, für jede Breite des magnetisch leitendem Material mindestens eine Vorratsrollenvorrichtung, eine Antriebs- und Bremsvorrichtung, mit einer Führungsvorrichtung, einer Schneidvorrichtung und einer Klebstoffsprühvorrichtung, für jede Breite des magnetisch leitendem Materials mindestens eine Aufwickelvorrichtung mit einer Antriebs- und Bremsvorrichtung, sowie einer gemeinsamen Führungsschiene, benötigt.

[0008] Der Wickelvorgang beginnt bei schmal, geht zu breit und wieder zu schmal. Die Wickelhöhe wird durch eine Fernmessvorrichtung überwacht. Bei Erreichen des Sollwertes wird der Wickelvorgang für die entsprechende Breite beendet, das magnetisch leitende Material abge-

trennt und auf der Führungsschiene der nächsten Breite zugeführt. Während des Aufwickelvorgangs wird das magnetisch leitende Material mit Klebstoff besprüht. Auf diese Art und Weise entsteht ein geschlossener Stufenringkern, welcher Klebstoff zur Isolation des magnetisch leitenden Materials aufweist und eine genügende Festigkeit zur Weiterverarbeitung besitzt. Für jede Breite des magnetisch leitenden Materials, mit Ausnahme des breitesten Materials, müssen zwei Vorratsrollen inklusive aller Vorrichtungen und zwei Aufwickelvorrichtungen inklusive aller Vorrichtungen entsprechend der Anzahl der Stufen des Ringkerns vorhanden sein. Im eingeschwungenen Zustand sind alle Vorratsrolleneinheiten, sowie alle Aufwickelvorrichtungen gleichzeitig in Betrieb.

[0009] Der Vorteil der Ringkerntechnologie besteht darin, dass man damit Ringkernverteilungstransformatoren bis in den höchsten Leistungsbereich realisieren kann, welche extrem verlustarm sind und nur noch ca. 50% der Betriebskosten von konventionellen Verteilungstransformatoren in Gießharztechnik aufweisen. Dadurch refinanziert sich der Ringkernverteilungstransformator in wenigen Jahren und zusätzlich kann ein bedeutender Teil an Primärenergie, zur Schonung von Ressourcen und der Umwelt, eingespart werden.

[0010] Mit der oben beschriebenen Ringkernwickelvorrichtung wird eine rationelle Produktion von Ringkerntransformatorn dadurch erreicht, dass zum Beispiel bei elf Stufen, elf Ringkerntransformatorkerne gleichzeitig gewickelt werden können.

[0011] Die Aufgabe wird auch gelöst durch einen Transformator, insbesondere eine spiralförmige Unterspannungswicklung hohen Querschnitts und deren Herstellung, einen mehrstufigen geschlossenen Ringkerntransformator kern hoher Stabilität, aus magnetisch leitendem und gegenseitig isoliertem Material, zur Unterspannungswicklung hin elektrisch isoliert, sowie dessen Herstellungsverfahren, wobei bevorzugt ein Trägergestell mit mindestens 3 Vorratsrollenvorrichtungen mit jeweils einer Bremsvorrichtung, mit mindestens 2 verschiedenen Breiten von magnetisch leitendem Material, mindestens drei Klebesprühvorrichtungen, sowie mindestens drei Aufwickelvorrichtungen mit einem Antriebssystem, mindestens drei Führungsvorrichtungen, einer Führungsschiene, sowie einer Abschneidvorrichtung vorgesehen ist.

[0012] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei jede Vorratsrollenvorrichtung, sowie jede Aufwickelvorrichtung mit einer Antriebs- und Bremsvorrichtung ausgestattet ist.

[0013] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei für jede Breite des magnetisch leitenden Materials mit Ausnahme des breitesten Materials, zwei Aufwickelvorrichtungen mit je einer Antriebs- und Bremsvorrichtung vorgesehen sind.

[0014] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei das magnetische Material mit einer isolierenden Schicht vorbehandelt wurde.

[0015] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei der geschlossene Ringkerntransformator in mehreren Stufen mit einem dünnen magnetisch leitendem Material, welches mit Klebstoff vorbehandelt oder während des Wickelvorgangs mit Klebstoff besprüht wird, gewickelt wird.

[0016] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei mindestens drei Distanzringe oder jeweils drei Distanzstücke pro Windung, in den Stufen des Ringkerns fest angebracht sind.

[0017] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei der Ringkern mit einem Lack zur Isolation und zum Schutz gegen Korrosion überzogen ist.

[0018] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei der Ringkerntransformator mit einem hochfesten Gießharz eingehüllt ist.

[0019] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei das magnetisch leitende Material eine amorphe Struktur aufweist.

[0020] Nachstehend ist die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung einen seitlichen Schnitt durch einen Mehrphasentransformator mit drei in axialer Richtung benachbart angeordneten Ringkernen.

Figur 2 und 3 zeigen einen fünfstufigen Ringkern gemäß eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 zeigt eine Anordnung zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0021] In Figur 1 ist ein im Ganzen mit 101 bezeichneter Mehrphasentransformator dargestellt, der drei in axialer Richtung übereinander angeordnete Ringkerne 102 aufweist. Jeweils benachbarte Ringkerne 102 tragen dabei Phasenwicklungen unterschiedlicher Phasen, wobei die Phasenwicklungen jeweils auf die Ringkerne 102 ringförmig umschließenden Spulenkörpern 103 aufgebracht sind. Dabei können abwechselnd Spulenkörper 103 jeweils mit Primär und Sekundärwicklungen nebeneinander oder übereinander angeordnet sein. Es ist auch möglich, dass auf einen Spulenkörper 103 jeweils primär- und Sekundärwicklungen gemeinsam aufgebracht sind.

[0022] Die Ringkerne 102 sind in einer Haltevorrichtung 104 angeordnet, die äußere sowie innere Führungsschienen 105a, 105b zur Bildung eines Aufnahmebereiches für die Ringkerne 102 aufweist. Die Führungsschienen 105a, 105b bestehen jeweils aus isolierendem Material, so dass die Ringkerne 102 beziehungsweise die Phasenwicklungen auf den Spulenkörper 103 der Ringkerne 102 seitlich nach außen hin isoliert sind.

[0023] Die Haltevorrichtung 104 weist unterseitig ein Bodenteil 107 auf, das ebenfalls aus isolierendem Material besteht. An dem Bodenteil 107 sind isolierende Auflageelemente 108 für den unteren Ringkern 102 vorgesehen. Dabei können mehrere voneinander beabstandete Auflageelemente 108 vorgesehen sein, oder es ist ein durchgehender Ring als Auflageelement 108 vorgesehen. Zwischen den einzelnen Ringkernen 102 sind jeweils Distanzstücke 109 vorgesehen, mit denen die Ringkerne 102 beziehungsweise die den Ringkernen 102 jeweils zugeordneten Spulenkörper 103 in ihrer Lage zueinander fixiert werden. Oberhalb des oberen Ringkernes 102 sind wiederum isolierende Auflageelemente 108 vorgesehen, auf denen ein Deckteil 110 aufliegt und die Ringkerne 102 auch oberseitig nach außen hin isoliert.

[0024] Der in der Figur 1 dargestellte Mehrphasentransformator 101 ist als Drei-Phasen-Transformator ausgebildet. Die nicht näher dargestellten Anschlussstellen der einzelnen Phasenwicklungen der Ringkerne 102 beziehungsweise der Spulenkörper 103 sind jeweils um 120° zueinander versetzt angeordnet. Die Phasenwicklungen sind dadurch mechanisch um einen Winkel zueinander versetzt angeordnet, der der elektrischen Phasenverschiebung beziehungsweise dem elektrischen Phasenwinkel zwischen den Spannungssignalen dieser Phasenwicklungen entspricht.

[0025] Insbesondere im Bereich der Distanzstücke 109, das heißt dort, wo benachbarte Ringkerne den geringsten Abstand zueinander haben, ist dadurch an zwei gegenüberliegenden Bereichen zweier Ringkerne 102 beziehungsweise Spulenkörper 103 praktisch kein Potentialunterschied vorhanden. Spannungsüberschläge zwischen benachbarten Ringkernen 102 sind so auch bei dicht aneinander angeordneten Ringkernen 102 nicht möglich. Der Mehrphasentransformator 101 kann dadurch kompakt und mit reduziertem Platzbedarf aufgebaut werden. Zudem sind zwischen den einzelnen Ringkernen 102, im Bereich der Distanzstücke 109 keine oder nur geringe Isolationsmaßnahmen erforderlich, wodurch Kosten gespart werden und die Konstruktion vereinfacht ist.

[0026] Die Ringkerne 102 sind mit ihren jeweiligen Spulenkörpern 103 modulartig ausgebildet. Bei einem Defekt in einem dieser Module kann der betroffene Ringkern gegen ein Ersatzmodul ausgetauscht werden beziehungsweise das defekte Modul wird elektrisch abgetrennt und ein Ersatzmodul wird provisorisch an den Mehrphasentransformator 101 angeschlossen. Somit ist es nicht erforderlich, einen kompletten Transformator als Reservegerät bereitzuhalten, sondern es genügt, einen Ringkern mit den die Phasenwicklungen tragenden Spulenkörpern als Reservemodul bereitzuhalten. Dadurch werden Kosten gespart und der Platzbedarf für ein Reservegerät ist reduziert.

[0027] Figuren 2 und 3 zeigen einen geschlossenen Ringkern 301, der mit fünf Stufen 302, 303, 304, 305 und 306 ausgelegt ist. Die Stufen sind bevorzugt, damit ein

annähernd runder Querschnitt entsteht. Je mehr Stufen, desto höher ist der Füllgrad mit magnetisch leitendem Material. Die Stufen bestehen aus dünnen Blechen, welche bevorzugt mit Klebstoff eingesprüht werden, zur Isolation und zur Festigkeit. Damit ein kreisrunder Querschnitt entsteht, eine Isolation nach außen hin und die hohe Festigkeit, ist der Ringkern mit einem Gießharz 307 vergossen. Ein weiterer Vorteil dieses Gießharzes besteht darin, dass keine scharfen Kanten die Wicklungen des Transformators beschädigen können.

Blechbreite der Vorratsrolle 402:

[0028]

| | | |
|----|-------------|-------------------|
| B1 | 100 mm | Blechhöhe 0,23 mm |
| B2 | 100 mm + x | (Elektroblech) |
| B3 | 100 mm + x1 | |
| B4 | 100 mm + x | |
| B5 | 100 mm | |

[0029] Die erste Blechbreite von 100 mm wird über die Führungsvorrichtung 403 der Aufwickelvorrichtung 406 zugeführt und fixiert. Der Aufwickelvorgang beginnt und gleichzeitig wird das Blech mit der Klebstoffvorrichtung 404 mit Klebstoff besprüht. Mittels der Antriebs- und Bremsvorrichtung wird ein gleichmäßiger Zug auf das zu bewickelnde Blech erreicht. Durch eine Messvorrichtung wird die aufgewickelte Blechhöhe mit dem Sollwert verglichen und der Aufwickelvorgang bei Erreichen der Vorgabe angehalten. Anschließend wird das Blech von der Abschneidevorrichtung 405 durchtrennt und fixiert.

[0030] Auf der Führungsschiene 407 wird nun die Aufwickelvorrichtung 406 der 2. Blechbreite (B2) zugeführt. Gleichzeitig wird der ersten Blechbreite eine weitere Aufwickelvorrichtung zugeführt. Im eingeschwungenen Zustand werden fünf Ringkerntransformatorkerne gleichzeitig gewickelt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines mehrstufigen geschlossenen Ringkerns (301), insbesondere für einen Verteilungstransformator, wobei ein dünnes magnetisch leitendes Material (302, 303, 304, 305, 306) zu einem mehrstufigen geschlossenen Ringkerntransformator (301) gewickelt wird, wobei sich zwischen dem magnetisch leitendem Material (302, 303, 304, 305, 306) ein Klebstoff befindet, welcher das Material gegenseitig isoliert und den Ringkern (301) verfestigt und die elektrische Isolation gegenüber der Unterspannungswicklung mit Distanzringen oder Distanzstücken aus elektrisch nicht leitenden Material erlangt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jede Breite (B1, B2, B3, B4, B5) des magnetisch leitenden Materials (302, 303, 304, 305,

306) mindestens eine Vorratsrollenvorrichtung (402), eine Antriebs- und Bremsvorrichtung, eine Führungsvorrichtung (403), eine Schneidevorrichtung (405) und eine Klebstoffsprühvorrichtung (404), für jede Breite des magnetischen Materials eine Aufwickelvorrichtung (406) mit einer Antriebs- und Bremsvorrichtung, sowie einer gemeinsamen Führungsschiene (407) verwendet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wickelvorgang für jeden Kern (301) bei schmal (B1) beginnt und zu breit (B3) und wieder zu schmal (B5) geht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wickelhöhe mit einer Fernmesseinrichtung überwacht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Erreichen des Sollwertes der Wickelvorgang für die entsprechende Breite (B1, B2, B3, B4, B5) beendet wird, dass magnetisch leitende Material (302, 303, 304, 305, 306) abgetrennt und fixiert wird und auf der Führungsschiene (407) der nächsten Breite (B1, B2, B3, B4, B5) zugeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetische Material (302, 303, 304, 305, 306) während des Aufwickelvorgangs mit Klebstoff besprüht wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jede Breite (B1, B2, B3, B4, B5) des magnetischen Materials (302, 303, 304, 305, 306), mit Ausnahme des breitesten Materials (B3, 304), zwei Aufwickelvorrichtungen (406) mit je einer Antriebs- und Bremsvorrichtung vorgesehen sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jede Breite (B1, B2, B3, B4, B5) des magnetischen Materials (302, 303, 304, 305, 306), mit Ausnahme des breitesten Materials (304, B3), zwei Vorratsrollen (402) inklusive aller Vorrichtungen und zwei Aufwickelvorrichtungen (406) inklusive aller Vorrichtungen entsprechend der Anzahl der Stufen (302, 303, 304, 305, 306) des Ringkerns (301) vorhanden sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im eingeschwungenen Zustand alle Vorratsrolleneinheiten (402), sowie alle Aufwickelrolleneinheiten (406) in Betrieb sind.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** im eingeschwungenen Zustand fünf oder mehr Stufen, insbesondere

elf Stufen, gleichzeitig gewickelt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Antriebs- und Bremsvorrichtung ein gleichmäßiger Zug auf das zu bewickelnde Blech erreicht wird. 5
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringkern (301) mit einem Lack zur Isolation und zum Schutz gegen Korrosion überzogen wird. 10
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringkern (301) mit einem hochfesten Gießharz (307) eingehüllt wird. 15
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das magnetisch leitende Material eine amorphe Struktur aufweist. 20
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringkern (301) einen kreisrunden Querschnitt aufweist. 25
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ringkern (301) kreisrund ausgebildet ist. 30

30

35

40

45

50

55

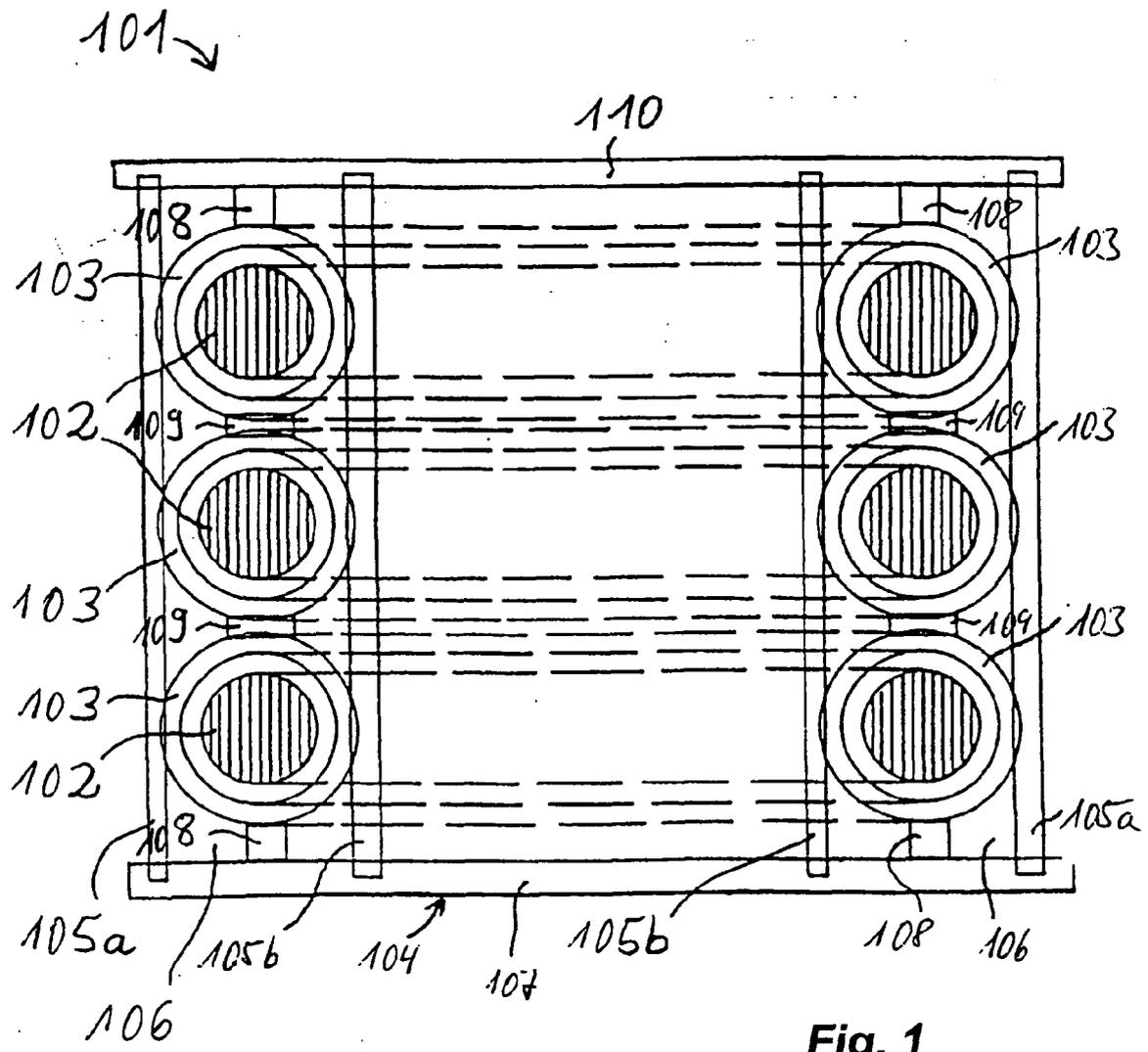


Fig. 1

Fig. 2

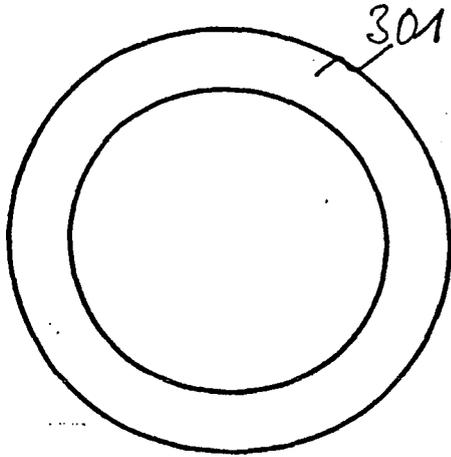


Fig. 3

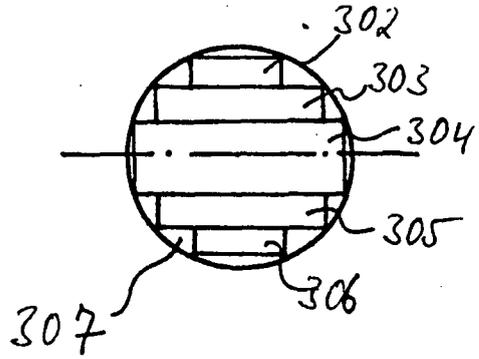


Fig. 4

