(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. November 2009 (19.11.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/138099 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01F 30/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/003824

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Mai 2008 (13.05.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ABB TECHNOLOGY AG** [CH/CH]; Affolternstr. 44, CH-8050 Zürich (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **JOHNSON, Charles W.** [US/US]; 171 Industry Drive, Bland, VA 24315 (US). **LEANDER, Jan** [CN/CN]; Floor Raffles City, 268Xi Zang Zhong Lu, 200 001 Shanghai, P.R. (CN). **BILEK, Karel** [AU/AU]; 10 Bellthorpe Place, Forestlake, Brisbane, QLD, 4078 (AU). **WEBER, Benjamin** [DE/DE]; Ennertstr. 16, 59955 Winterberg (DE).

(74) Anwälte: **BICKERT, Ralph** et al.; ABB AG, GF-IP, Wallstadter Str. 59, 68526 Ladenburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: COUPLING OF TRANSFORMER WINDING MODULES

(54) **Bezeichnung**: KOPPELUNG VON TRANSFORMATORWICKLUNGSMODULEN

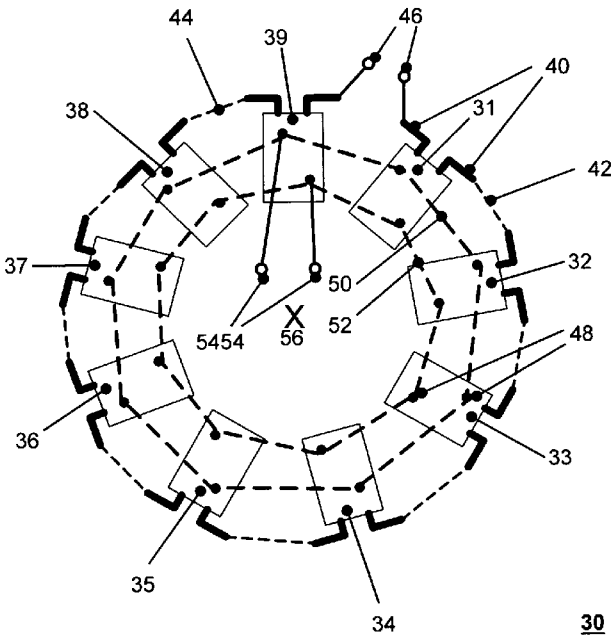


Fig. 2

(57) **Abstract**: The invention relates to a coupling system (30) of a plurality of transformer winding modules (12, 31 - 39, 71 - 78), a transformer winding module (12, 31 - 39, 71 - 78) comprising at least one first (12) and one second ((14) galvanically separate partial winding. The respective partial windings (12, 14) are arranged about a common imaginary winding axis (22, 81, 89). The respective first partial windings (12) of the transformer winding modules (12, 31 - 39, 71 - 78) are interconnected in series and the respective second partial windings (18) are interconnected in parallel.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft eine Koppelungsanordnung (30) von mehreren Transformatorwicklungsmodulen (12, 31 - 39, 71 - 78), wobei ein Transformatorwicklungsmodul (12, 31 - 39, 71 - 78) jeweils wenigstens eine erste (12) und eine zweite (14) galvanisch voneinander getrennte Teilwicklung umfasst. Die jeweiligen Teilwicklungen (12, 14) sind um eine gemeinsame gedachte Wickelachse (22, 81, 89) angeordnet. Die jeweils ersten Teilwicklungen (12) der Transformatorwicklungsmodule (12, 31 - 39, 71 - 78) sind in elektrischer Reihenschaltung und die jeweils zweiten Teilwicklungen (18) in elektrischer Parallelschaltung miteinander verbunden.

WO 2009/138099 A1

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Koppelung von Transformatorwicklungsmodulen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Koppelungsanordnung von mehreren Transformatorwicklungsmodulen, wobei ein Transformatorwicklungsmodul jeweils wenigstens eine erste und eine zweite galvanisch voneinander getrennte Teilwicklung umfasst, welche um eine gemeinsame Wickelachse angeordnet sind.

Es ist seit langem bekannt, Transformatoren bei der Verteilung elektrischer Energie zu nutzen, indem Wechselspannung von einem hohen Niveau zu einem niederen Spannungsniveau oder umgekehrt transformiert oder umgespannt wird. Energieverteilungsnetze sind üblicherweise 3-phasig aufgebaut, d.h. es liegen an drei zueinander gehörenden Einzelleitern jeweils um 120° Phasenwinkel verschobene Spannungen an, deren phasenrichtige mathematische Summation im symmetrischen Zustand des Energieverteilungsnetzes stets den Wert null ergibt. Leistungsbereiche derartiger Leistungstransformatoren reichen von einigen kVA bis hin zu mehreren 100 MVA, die Betriebsspannungen liegen üblicherweise zwischen 6kV und 380kV.

Ein 3-phasiger Leistungstransformator weist üblicherweise für jede Phase wenigstens je eine Primär- und eine Sekundärwicklung auf, so dass sich in der Summe wenigstens 6 Einzelwicklungen ergeben. Es sind 3-phasige Leistungstransformatoren bekannt, bei welchen alle Wicklungen um einen gemeinsamen Transformatorkern mit mehreren Schenkeln angeordnet sind, wobei ein Schenkel dann beispielsweise von je einer Primär- und eine Sekundärwicklung einer Phase umwickelt ist.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Es sind auch 3-phasige Leistungstransformatoren bekannt, welche durch geeignete elektrische Verschaltung aus drei 1-phasigen Transformatoren gebildet werden, bei welchen die Primär- und Sekundärwicklung je einer Phase jeweils von einem separaten ringförmigen Transformatorkern durchgriffen werden.

Bei einer derartigen 1-phasigen Wicklungsanordnung mit ringförmigem Kern erweist es sich aus Gründen der Kompaktheit der Anordnung als vorteilhaft, die 1-phasige Primär- und/oder Sekundärwicklung ebenfalls in Form von mehreren separaten Wicklungssegmenten anzuordnen, beispielsweise entlang einer kreisähnlichen Bahn, wobei alle Wicklungssegmente von dem ringförmigen Kern durchgriffen werden, wie teilweise in der europäischen Patentschrift EP 0 557 549 B1 beschrieben. Gemäß diesem Stand der Technik wird um einen ringförmigen Transformatorkern eine längs des Transformatorkerns um diesen spiralförmig verlaufende erste elektrische Wicklung mechanisch mit diesem verbunden. Um diesen Transformatorkern mit Wicklung herum werden mehrere Hochspannungswicklungssegmente einer zweiten Wicklung angeordnet.

Nachteilig an dieser Anordnung ist insbesondere, dass lediglich die zweite Wicklung segmentiert ist, während die erste, kernnahe Wicklung kontinuierlich spiralförmig um den Transformatorkern geführt ist.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Koppelungsanordnung von mehreren Transformatorwicklungsmodulen der eingangs genannten Art anzugeben, welche wenigstens zwei voneinander galvanisch getrennte Teilwicklungen aufweisen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Koppelungsanordnung mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Dementsprechend ist die erfindungsgemäße Koppelungsanordnung dadurch gekennzeichnet, dass die jeweils ersten Teilwicklungen der Transformatorwicklungsmodule in elektrischer Reihenschaltung und die jeweils zweiten Teilwicklungen in elektrischer Parallelschaltung miteinander verbunden sind.

Durch die elektrische Reihenschaltung der jeweils ersten Teilwicklungen sinkt die Spannungsbelastung der jeweiligen ersten Teilwicklung in vorteilhafter Weise mit der Anzahl der verschalteten Transformatorwicklungsmodule.

Somit führt die Reihenschaltung der jeweils ersten Teilwicklungen zu einem reduzierten elektrischen Isolationsaufwand und ist vorzugsweise für hohe Spannungsebenen geeignet.

Demgegenüber wird durch die Parallelschaltung der jeweils zweiten Teilwicklungen eine Absenkung der Strombelastung in jeder zweiten Teilwicklung in vorteilhafter Weise erreicht.

Dabei können dünnere Wicklungsleiter verwendet werden als bei Reihenschaltung der jeweils zweiten Teilwicklungen, womit auch deren mechanisch- elektrische Verbindbarkeit vereinfacht ist. Somit ist die Parallelschaltung der jeweils zweiten Teilwicklungen bei reduziertem elektrisch- mechanischem Verbindungsaufwand vorzugsweise für hohe Ströme geeignet.

Bei Einsatz einer derartigen Koppelungsanordnung als Leistungstransformator in einem Energieversorgungsnetz wird daher durch die Reihenschaltung der ersten Teilwicklungen mit geringem Isolationsaufwand den oberspannungsseitigen (beispielsweise 30kV - 110kV) Anforderungen an die Isolation Rechnung getragen. Die Parallelschaltung der jeweils zweiten Teilwicklungen hingegen trägt mit geringem elektrisch- mechanischem Verbindungsaufwand den Anforderungen der höheren Ströme auf der Unterspannungsseite (beispielsweise 6kV – 30kV) Rechnung.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Koppelungsanordnung erfolgt die elektrische Verbindung der Transformatorwicklungsmodule zumindest abschnittsweise unter Verwendung von mit wenigstens einer elektrischen Isolationsschicht ummantelten elektrischen Leitern.

Die Dicke der Isolationsschicht ist derart bemessen, dass die im Betrieb auftretenden Spannungsbeanspruchungen von der Isolationsschicht gehalten werden können.

Das Risiko eines Spannungsüberschlages innerhalb der Koppelungsanordnung ist hierdurch deutlich reduziert.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Koppelungsanordnung weist ein von wenigstens einer elektrischen Isolationsschicht ummantelter elektrischer Leiter zudem eine diesen umschließende geerdete leitfähige Schirmung auf, welche radial außen an die wenigstens eine elektrische Isolationsschicht angrenzt .

Durch die somit definierte Verteilung des elektrischen Potentials innerhalb der Koppelungsanordnung wird das Risiko eines elektrischen Überschlages weiter reduziert, beziehungsweise die Abstände zwischen einzelnen Komponenten wie Transformatorwicklungsmodulen können reduziert werden, was in vorteilhafter Weise zu einer kompakteren Bauform und einer damit verbundenen Materialersparnis führt.

In einer weiteren Ausgestaltung der Koppelungsanordnung sind die Transformatorwicklungsmodule für eine Betriebsspannung von wenigstens 6kV vorgesehen. Die Spannung von wenigstens 6kV bezieht sich auf wenigstens eine der beiden Teilwicklungen. Ab diesem Spannungsbereich kommen die isolationstechnischen Vorteile der erfindungsgemäßen Koppelungsanordnung besonders zum Tragen.

In einer erweiterten Ausführungsform der Koppelungsanordnung sind die Teilwicklungen in den jeweiligen Transformatorwicklungsmodulen miteinander vergossen, beispielsweise mit einem Isolationsmaterial auf Epoxydharzbasis.

Die mechanische Stabilität eines Transformatorwicklungsmoduls wird damit bei gleichzeitiger Erhöhung der Isolationsfestigkeit gesteigert. Zudem wird auch hierdurch ein kompakterer Aufbau der Anordnung ermöglicht, weil die Abstände zwischen einzelnen Komponenten weiter reduzierbar sind.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Koppelungsanordnung sind die Transformatorwicklungsmodule entlang einer Kreisbahn um eine gemeinsame Mittelachse angeordnet.

In einer derartigen Anordnung sind vorzugsweise identische Transformatorwicklungsmodule platzsparend und mit geringen Längen der Verbindungsleiter miteinander verbindbar.

In einer weiteren Ausformung der Koppelungsanordnung sind die Transformatorwicklungsmodule von einem gemeinsamen geschlossenen ringförmigen oder polygonalen Transformatorkern durchgriffen, so dass im Betrieb der Koppelungsanordnung auftretende magnetische Fluss durch den Transformatorkern geführt wird.

Der Durchgriff des Transformatorkernes erfolgt durch einen zylinderähnlichen Freiraum um eine gedachte Wickelachse der jeweiligen Teilwicklungen, um welche diese gewickelt sind.

Bevorzugt ist hier die polygonale Ausgestaltung des Transformatorkerns, das heißt, er weist in den Bereichen, welche die jeweiligen Transformatorwicklungsmodule durchgreifen, gerade Schenkel auf, wobei die Schenkel an Knick- oder Biegestellen winkelförmig miteinander verbunden sind beziehungsweise ineinander übergehen.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Koppelungsanordnung ist zwischen benachbarten, entlang einer Kreisbahn angeordneten Transformatorwicklungsmodulen zumindest teilweise eine Barriere mit elektrischem Isolationsmaterial angeordnet, wobei eine derartige Barriere vorzugsweise in Form einer Platte ausgestaltet ist, welche zwischen ihren beiden Seiten eine näherungsweise gleiche Isolationsfestigkeit aufweist.

Somit ist die Möglichkeit geboten, die Abstände zwischen Transformatorwicklungsmodulen und die Größe des Transformatorkerns zu verringern.

Gemäß einer weiteren Variante der Koppelungsanordnung enthält die Barriere einen Glasfaserverbundwerkstoff. Dieser verbindet gute elektrische Isolationseigenschaften mit hoher mechanischer Stabilität.

Zudem sind gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Koppelungsanordnung die Barrieren in besonders platzsparender Weise ausgehend von der Mit-

telachse in radialer Richtung zwischen benachbarten Transformatorwicklungsmodulen angeordnet.

In bevorzugter Weise beträgt die Anzahl der Transformatorwicklungsmodule 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 oder 12. Der angegebene Anzahlbereich deckt in etwa ein typisches Übersetzungsverhältnis eines Leistungstransformators ab. So ist es beispielsweise besonders günstig, bei einem Leistungstransformator mit einer Nennspannung von unterspannungsseitig 10kV und oberspannungsseitig 110kV eine Anzahl an Transformatormodulen von 11 zu wählen. Auf diese Weise ist es ermöglicht, dass der Leiterquerschnitt von Primär- und Sekundärwicklung aufgrund der erfindungsgemäßen elektrischen Verschaltung der Transformatorwicklungsmodule in etwa gleich ist, was zu fertigungstechnischen Vorteilen führt.

Konstruktiv bedingt ist durchaus auch eine ähnliche Anzahl an Transformatorwicklungsmodulen wählbar, welche eine für die Fertigung günstigere Winkelteilung zwischen den um die Mittelachse angeordneten Transformatorwicklungsmodule zur Folge hat, beispielsweise in diesem Fall 8, 9 oder 12.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten sind den weiteren abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

Anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele sollen die Erfindung, weitere Ausführungsformen und weitere Vorteile näher beschrieben werden.

Es zeigen:

Fig. 1 ein beispielhaftes Transformatorwicklungsmodul,
Fig. 2 eine beispielhafte Koppelungsanordnung sowie
Fig. 3 eine beispielhafte Anordnung von Transformatorwicklungsmodulen, Barrieren und einem oktagonalen Transformatorkern

Fig. 1 zeigt ein Transformatorwicklungsmodul 10 mit einer radial um eine Wickelachse 22 angeordneten ersten Teilwicklung 12 und einer radial innen zur ersten Teilwicklung 12 angeordneten zweiten Teilwicklung 18. Die erste Teilwicklung 12, wel-

che erfindungsgemäß für die elektrische Reihenschaltung mit weiteren ersten Teilwicklungen vorgesehen ist, ist an ihren beiden Leiterenden mit zwei elektrischen Anschlussmöglichkeiten 16 versehen, vorzugsweise geeignet für den Anschluss von geschirmten Kabeln. Es ist aber auch im Gedanken der Erfindung, wenn innerhalb eines Transformatorwicklungsmoduls 10 die erste Teilwicklung 12 radial innen und die zweite Teilwicklung 14 radial außen um die Wickelachse 22 angeordnet ist.

Die zweite Teilwicklung 14 ist an ihren beiden Leiterenden ebenfalls mit je zwei entsprechenden elektrischen Anschlussmöglichkeiten 16 versehen. Das Transformatorwicklungsmodul 10 ist mittels eines Vergussmaterials 20 vergossen, so dass die erste Teilwicklung 12 und die zweite Teilwicklung 14 jeweils eine starre Einheit bilden, welche besonders einfach handhabbar ist. Vorzugsweise ist als Vergussmaterial 20 ein geeignetes, elektrisch isolierendes Material zu verwenden, beispielsweise auf der Basis von Epoxydharz. Ein derartiger Verguss mit einem geeigneten Isolationsmaterial ermöglicht zudem eine noch kompaktere Anordnung der Transformatorwicklungsmodule, weil Isolationsabstände dadurch weiter reduzierbar sind.

Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Koppelungsanordnung 30 mit insgesamt neun elektrisch verbundenen Transformatorwicklungsmodulen 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, welche entlang einer Kreisbahn um eine Mittelachse 56 angeordnet sind. Die jeweils ersten Teilwicklungen sind mittels elektrischer Leiter in Reihenschaltung miteinander verbunden, von denen in der Fig. beispielhaft der erste Leiter, mit welchen die erste Teilwicklung des ersten Transformatorwicklungsmoduls 31 mit der ersten Teilwicklung des zweiten Transformatorwicklungsmoduls 32 verbunden ist, mit dem Bezugszeichen 42 versehen ist. Entsprechend ist der achte Leiter, mit welchen die erste Teilwicklung des achten Transformatorwicklungsmoduls 38 mit der ersten Teilwicklung des neunten Transformatorwicklungsmoduls 39 verbunden ist, mit dem Bezugszeichen 42 versehen.

Als elektrische Leiter besonders geeignet sind geschirmte Kabel mit einer entsprechenden Isolationsschicht zwischen dem eigentlichen Leiter und dem vorzugsweise geerdeten Schirm, welcher den Leiter ummantelt. Die Verbindung eines Kabels mit den entsprechenden Anschlussmöglichkeiten an den Transformatorwicklungsmodulen 31 – 39 ist vorzugsweise klemm-, schraub- und/oder steckbar ausgeführt.

Die jeweils anderen Anschlüsse der jeweils ersten Teilwicklungen des ersten 31 und des neunten 39 Transformatorwicklungsmoduls sind – vorzugsweise ebenfalls mittels einer geschirmten Kabelverbindung - je an einen Sammelanschluss 46 geführt, mittels dessen die Reihenschaltung aller ersten Teilwicklungen beispielsweise an ein elektrisches Energieversorgungsnetz anschließbar ist.

In ähnlicher Weise sind die jeweils zweiten Teilwicklungen der Transformatorwicklungsmodule 31 – 39 mittels achtzehn elektrischer Leiter in Parallelschaltung miteinander verbunden, wobei exemplarisch die beiden Leiter, welche die zweiten Teilwicklungen des ersten 31 und zweiten 32 Transformatorwicklungsmoduls verbinden, mit den Bezugszeichen 50 und 52 versehen sind. Auch diese Leiter sind vorzugsweise jeweils als Kabel mit geerdetem Schirm ausgeführt.

Mittels des Sammelanschlusses 56 ist die Parallelschaltung der neun Transformatorwicklungsmodule 31 – 39 an ein elektrisches Energieversorgungsnetz anschließbar. Eine weitere elektrische Verschaltung einer derartigen 1-phasigen Koppelungsanordnung mit zwei weiteren gleichartigen Koppelungsanordnungen zu einer 3-phasigen Koppelungsanordnung mit der Funktionalität eines 3-phasigen Leistungstransformators ist durchaus im Gedanken dieser Erfindung.

Es ist deutlich zu sehen, dass die Anordnung der Transformatorwicklungsmodule 31 - 39 entlang einer kreisförmigen Bahn die benötigten Kabellängen zur Verbindung der jeweiligen Teilwicklungen minimiert.

Fig. 60 zeigt wiederum eine Koppelungsanordnung von acht Transformatorwicklungsmodulen 71 – 78, welche sternförmig entlang einer Kreisbahn um eine Mittelachse angeordnet sind. Die elektrische Verbindung der Transformatorwicklungsmodule 71 – 78 entsprechend der in Fig. 2 gezeigten ist hier nicht dargestellt. Die geometrische Gestaltung des Querschnitts der radial äußeren Teilwicklung der jeweiligen Transformatorwicklungsmodule ist dreieckig ausgeführt, so dass der innere Bereich der Anordnung um die Mittelachse herum besser ausgenutzt wird als bei einem entsprechenden rechteckförmigen Querschnitt der jeweiligen radial äußeren Teilwicklungen.

Die ersten und zweiten Teilwicklungen der jeweiligen Transformatorwicklungsmodule 71 – 78 sind radial um eine jeweilige Wickelachse angeordnet, von denen in der Fig. die Wickelachse des elften Transformatorwicklungsmoduls 71 mit 81 und die Wickelachse des achtzehnten Transformatorwicklungsmoduls 78 mit 88 gekennzeichnet sind.

Weiterhin dargestellt sind acht Barrieren 61 – 68, welche ebenfalls sternförmig um die Mittelachse der Koppelungsanordnung zwischen benachbarten Transformatorwicklungsmodulen 71 - 78 positioniert sind. Diese Barrieren 61 – 68 bestehen vorzugsweise überwiegend aus einem plattenförmigen Isolationsstoff welcher beispielsweise auch einen Glasfaserverbundstoff und eine Epoxydharzverbindung aufweist. Durch die Anordnung derartiger Barrieren kann der isolationstechnisch notwendige Abstand zwischen benachbarten Transformatorwicklungsmodulen gesenkt werden und die Baugröße der erfindungsgemäßen Koppelungsanordnung weiter reduziert werden.

Weiterhin in dargestellt ist ein oktagonaler Transformatorkern 80, um welchen die Transformatorwicklungsmodule 71 – 78 angeordnet sind. Dieser Transformatorkern 80 weist acht gerade Schenkel auf, welche jeweils ein Transformatorwicklungsmodul 71 – 78 längs derer jeweiligen Wickelachse durchgreifen. Der geometrische Übergang zwischen den jeweiligen Schenkel ist bogenförmig ausgeführt. Ein abschnittsweise in geraden Schenkeln ausgeführter Transformatorkern 80 hat den Vorteil, dass ein jeweiliges Transformatorwicklungsmodul 71 – 80 kernnäher anordenbar ist und keine durch Biegeradien bedingte Abstandsvergrößerung zwischen Wicklung und Kern entsteht.

Bezugszeichenliste

10 Beispielhaftes Transformatorwicklungsmodul
12 Erste Teilwicklung
14 Zweite Teilwicklung
16 Anschlüsse der ersten Teilwicklung
18 Anschlüsse der zweiten Teilwicklung
20 Vergussmaterial
22 Wickelachse
30 Beispielhafte Koppelungsanordnung
31 Erstes Transformatorwicklungsmodul
32 Zweites Transformatorwicklungsmodul
33 Drittes Transformatorwicklungsmodul
34 Viertes Transformatorwicklungsmodul
35 Fünftes Transformatorwicklungsmodul
36 Sechstes Transformatorwicklungsmodul
37 Siebtes Transformatorwicklungsmodul
38 Achtes Transformatorwicklungsmodul
39 Neuntes Transformatorwicklungsmodul
40 Anschluss der ersten Teilwicklung des ersten Transformatorwicklungsmoduls
42 Erster elektrischer Leiter zur Verbindung erster Teilwicklungen
44 Achter elektrischer Leiter zur Verbindung erster Teilwicklungen
46 Sammelanschluss der aller ersten Teilwicklungen
48 Anschluss der zweiten Teilwicklung des dritten Transformatorwicklungsmoduls
50 Erster elektrischer Leiter zur Verbindung zweiter Teilwicklungen
52 Zweiter elektrischer Leiter zur Verbindung zweiter Teilwicklungen
54 Sammelanschluss der aller zweiten Teilwicklungen
56 Mittelachse
60 Beispielhafte Anordnung von Transformatorwicklungsmodulen, Barrieren und einem oktagonalen Transformatorkern
61 Erste Barriere

62 Zweite Barriere
63 Dritte Barriere
64 Vierte Barriere
65 Fünfte Barriere
66 Sechste Barriere
67 Siebte Barriere
68 Achte Barriere
71 Elftes Transformatorwicklungsmodul
72 Zwölftes Transformatorwicklungsmodul
73 Dreizehntes Transformatorwicklungsmodul
74 Vierzehntes Transformatorwicklungsmodul
75 Fünfzehntes Transformatorwicklungsmodul
76 Sechzehntes Transformatorwicklungsmodul
77 Siebzehntes Transformatorwicklungsmodul
78 Achtzehntes Transformatorwicklungsmodul
80 Transformatorkern
81 Wickelachse elftes Transformatorwicklungsmodul
89 Wickelachse achtzehntes Transformatorwicklungsmodul

Patentansprüche

1. Koppelungsanordnung (30) von mehreren Transformatorwicklungsmodulen (12, 31 – 39, 71 – 78), wobei ein Transformatorwicklungsmodul (12, 31 – 39, 71 – 78) jeweils wenigstens eine erste (12) und eine zweite (14) galvanisch voneinander getrennte Teilwicklung umfasst, welche um eine gemeinsame Wickelachse (22, 81, 89) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweils ersten Teilwicklungen (12) der Transformatorwicklungsmodule (12, 31 – 39, 71 – 78) in elektrischer Reihenschaltung und die jeweils zweiten Teilwicklungen (18) in elektrischer Parallelschaltung miteinander verbunden sind.

2. Koppelungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet dass die elektrische Verbindung der Transformatorwicklungsmodule (12, 31 – 39, 71 – 78) zumindest abschnittsweise unter Verwendung von mit wenigstens einer elektrischen Isolationsschicht ummantelten elektrischen Leitern (42, 44, 50, 52) vorgesehen ist.

3. Koppelungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet dass ein von einer elektrischen Isolationsschicht ummantelter elektrischer Leiter (42, 44, 50, 52) zudem mit einer diesen umschließende geerdete leitfähige Schirmung versehen ist.

4. Koppelungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Transformatorwicklungsmodule (12, 31 – 39, 71 – 78) für eine Betriebsspannung von wenigstens 6kV vorgesehen sind.

5. Koppelungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilwicklungen (12, 14) in den jeweiligen Transformatorwicklungsmodulen (12, 31 – 39, 71 – 78) miteinander vergossen (20) sind.

6. Koppelungsanordnung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Transformatorwicklungsmodule (12, 31 – 39, 71 – 78) entlang einer Kreisbahn um eine gemeinsame Mittelachse (56) angeordnet sind.

7. Koppelungsanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Transformatorwicklungsmodule (12, 31 – 39, 71 – 78) um einen gemeinsamen, geschlossenen ringförmigen oder polygonalen Transformatorkern (80) gewickelt sind.

8. Koppelungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten Transformatorwicklungsmodulen (12, 31 – 39, 71 – 78) zumindest teilweise eine Barriere (61 – 68) mit elektrischem Isolationsmaterial angeordnet ist.

9. Koppelungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet dass die Barriere (61 – 68) überwiegend plattenförmig ausgeformt ist.

10. Koppelungsanordnung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Barriere (61 – 68) einen Glasfaserverbundwerkstoff enthält..

11. Koppelungsanordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Barriere (61 – 68) ausgehend von der Mittelachse (56) in radialer Richtung zwischen benachbarten Transformatorwicklungsmodulen (12, 31 – 39, 71 – 78) angeordnet ist.

12. Koppelungsanordnung nach einem vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Transformatorwicklungsmodule 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 oder 12 beträgt.

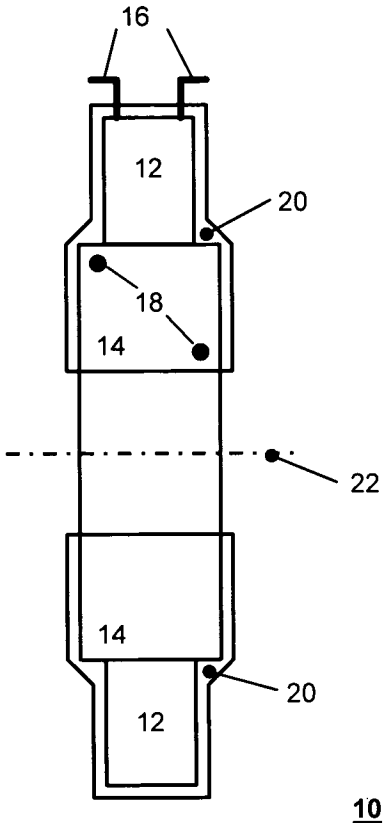

16
12
20
18
14
22
14
20
12
10

Fig. 1

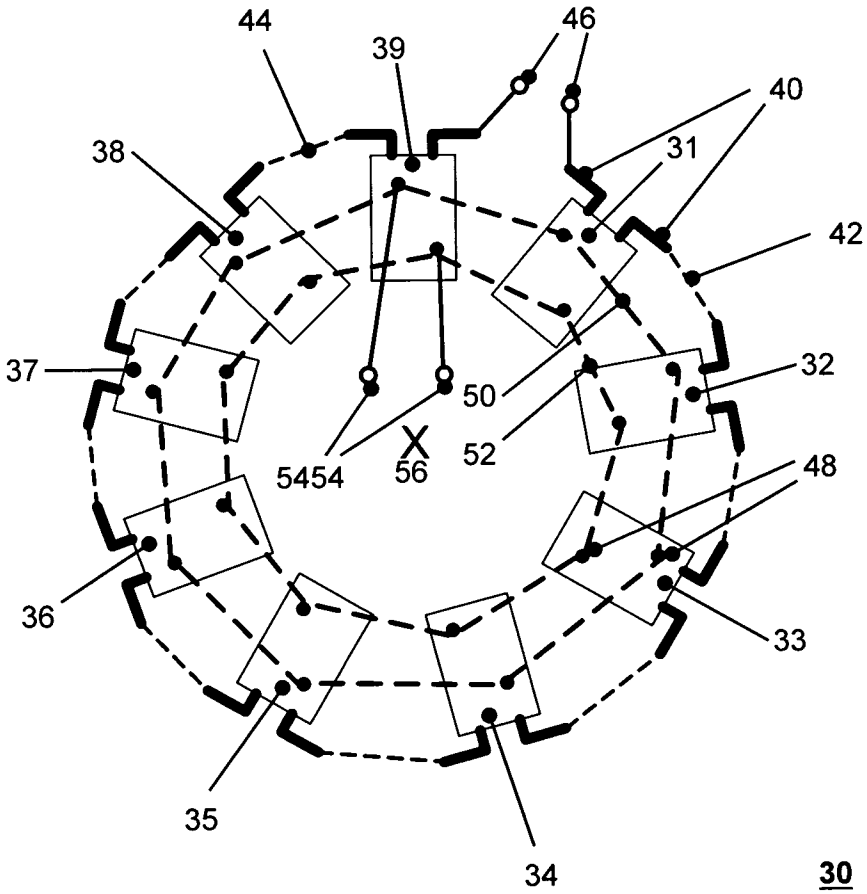

44
39
46
40
38
31
42
37
32
50
52
5454
56
48
36
33
35
34
30

Fig. 2

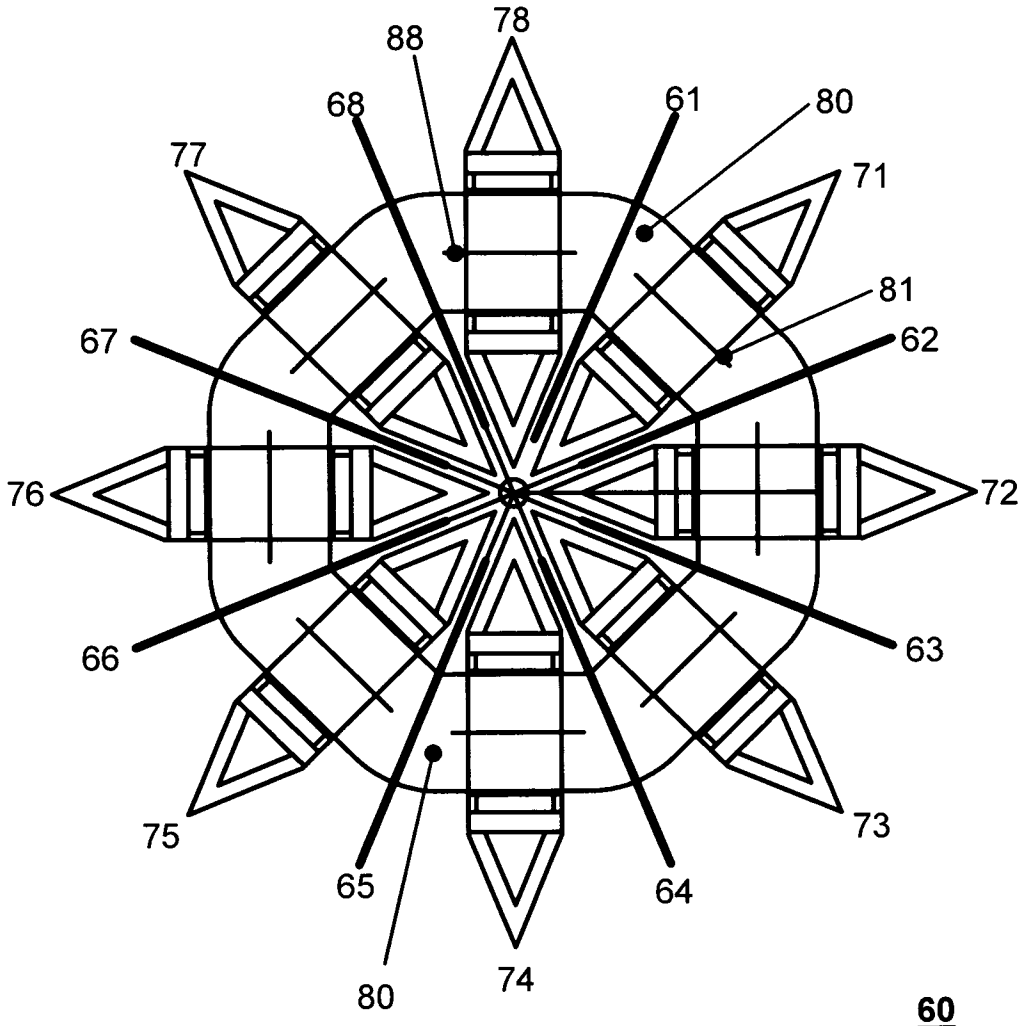


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/003824

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F30/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 2 409 115 B (NUJIRA LTD [GB]) 1 November 2006 (2006-11-01) page 3, line 25 - page 4, line 2 page 13, line 21 - page 14, line 14 figures 7,8	1,6,7,12
X	DE 29 36 897 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG) 19 March 1981 (1981-03-19) figure 1	1,5
A	US 3 451 023 A (AVEYARD NORMAN ET AL) 17 June 1969 (1969-06-17) column 1, lines 24-30 column 2, line 57 - column 3, line 3 column 3, lines 33-54 column 4, lines 21-27; figures 1,2	1,8

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
1 April 2009	07/04/2009

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Van den Berg, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2008/003824

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 557 549 B (SCHNEIDER ELEKTROTECHNIK GMBH [DE] HANSER VOLKER [DE]) 30 August 1995 (1995-08-30) cited in the application the whole document	1,4-7,12
A	US 4 779 812 A (FISHER JOHN L [US] ET AL) 25 October 1988 (1988-10-25) column 1, lines 13-18 column 12, line 21 - column 13, line 7 figures 7,8	1,5-8,10
A	DE 103 53 529 A1 (DELTA ELECTRONICS INC [TW]) 3 June 2004 (2004-06-03) paragraphs [0001], [0011], [0012], [0037], [0038], [0046], [0054], [0055]; figures 3,4,7,10	1,8,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2008/003824

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
GB 2409115	B	01-11-2006	EP	1709725 A1	11-10-2006
			GB	2409115 A	15-06-2005
			GB	2426392 A	22-11-2006
			WO	2005057769 A1	23-06-2005
			JP	2007514311 T	31-05-2007
			US	2007279019 A1	06-12-2007
DE 2936897	A1	19-03-1981	NONE		
US 3451023	A	17-06-1969	CH	450550 A	31-01-1968
			ES	334691 A1	01-03-1968
			FR	1506712 A	22-12-1967
			GB	1166827 A	08-10-1969
EP 0557549	B	30-08-1995	DE	59203473 D1	05-10-1995
			EP	0557549 A1	01-09-1993
			ES	2076580 T3	01-11-1995
US 4779812	A	25-10-1988	NONE		
DE 10353529	A1	03-06-2004	JP	2004172565 A	17-06-2004
			TW	278874 B	11-04-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/003824

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01F30/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01F

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 2 409 115 B (NUJIRA LTD [GB]) 1. November 2006 (2006-11-01) Seite 3, Zeile 25 - Seite 4, Zeile 2 Seite 13, Zeile 21 - Seite 14, Zeile 14 Abbildungen 7,8	1,6,7,12
X	DE 29 36 897 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG) 19. März 1981 (1981-03-19) Abbildung 1	1,5
A	US 3 451 023 A (AVEYARD NORMAN ET AL) 17. Juni 1969 (1969-06-17) Spalte 1, Zeilen 24-30 Spalte 2, Zeile 57 - Spalte 3, Zeile 3 Spalte 3, Zeilen 33-54 Spalte 4, Zeilen 21-27; Abbildungen 1,2	1,8

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
1. April 2009	07/04/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Van den Berg, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/003824

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 557 549 B (SCHNEIDER ELEKTROTECHNIK GMBH [DE] HANSER VOLKER [DE]) 30. August 1995 (1995-08-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,4-7,12
A	US 4 779 812 A (FISHER JOHN L [US] ET AL) 25. Oktober 1988 (1988-10-25) Spalte 1, Zeilen 13-18 Spalte 12, Zeile 21 - Spalte 13, Zeile 7 Abbildungen 7,8	1,5-8,10
A	DE 103 53 529 A1 (DELTA ELECTRONICS INC [TW]) 3. Juni 2004 (2004-06-03) Absätze [0001], [0011], [0012], [0037], [0038], [0046], [0054], [0055]; Abbildungen 3,4,7,10	1,8,12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2008/003824

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 2409115	B	01-11-2006	EP	1709725 A1	11-10-2006
			GB	2409115 A	15-06-2005
			GB	2426392 A	22-11-2006
			WO	2005057769 A1	23-06-2005
			JP	2007514311 T	31-05-2007
			US	2007279019 A1	06-12-2007
DE 2936897	A1	19-03-1981	KEINE		
US 3451023	A	17-06-1969	CH	450550 A	31-01-1968
			ES	334691 A1	01-03-1968
			FR	1506712 A	22-12-1967
			GB	1166827 A	08-10-1969
EP 0557549	B	30-08-1995	DE	59203473 D1	05-10-1995
			EP	0557549 A1	01-09-1993
			ES	2076580 T3	01-11-1995
US 4779812	A	25-10-1988	KEINE		
DE 10353529	A1	03-06-2004	JP	2004172565 A	17-06-2004
			TW	278874 B	11-04-2007