

(19)



(11)

**EP 2 251 877 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.03.2013 Patentblatt 2013/11**

(51) Int Cl.:  
**H01F 41/06** <sup>(2006.01)</sup>      **H01F 27/28** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01F 27/32** <sup>(2006.01)</sup>      **H01F 41/12** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **09006511.1**

(22) Anmeldetag: **14.05.2009**

(54) **Verfahren zur Herstellung einer Scheibenwicklung**

Method for manufacturing a sandwich winding

Procédé de fabrication d'un enroulement de disque

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**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 SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.11.2010 Patentblatt 2010/46**

(73) Patentinhaber: **ABB Technology AG**  
**8050 Zürich (CH)**

(72) Erfinder: **Weber, Benjamin**  
**59955 Winterberg (DE)**

(74) Vertreter: **Partner, Lothar**  
**ABB AG**  
**GF IP**  
**Wallstadter Straße 59**  
**68526 Ladenburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 315 183      DE-A1- 2 051 806**  
**GB-A- 1 071 469      GB-A- 1 217 703**

**EP 2 251 877 B1**

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

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Scheibenwicklung. Eine bevorzugte Anwendung liegt bei Hochspannungswicklungen von Trocken-

**[0002]** Besonders im Bereich der Hochspannungsspulen von gemäß der Vakuumverguss-Technik hergestellten Spulen werden Scheibenwicklungen verwendet. Hierbei wird ein Leiterband (Abmessungen z. B. 20 mm breit, 0,2 mm dick) zusammen mit einem Windungsisolator (z. B. 30 mm breit, 0,1 mm dick) aufeinander zu einer "Scheibe" gewickelt, wobei der Wicklungsanfang nahe des Wicklungskerns liegt. Nach z. B. 100 Windungen wird die Scheibe beendet, das Leiterband wird um 90° umgefaltet und zu einer neuen Scheibe in Richtung zum Wicklungskern heruntergeführt. Dort wird es erneut um 90° umgefaltet und es wird eine weitere Scheibe gewickelt. Eine solche Scheibenwicklung kann aus vielen derartiger, nebeneinander angeordneter Scheiben bestehen. Nach Vollendung der Scheibenwicklung, respektive der letzten Scheibe dieser Wicklung erfolgt eine Kapselung in einem Vakuum-Verguss-Verfahren.

**[0003]** So ist beispielsweise im Dokument EP 1315183 A2 eine Wicklung für einen Transformator oder eine Spule mit einem mit einem bandförmigen Leiter und mit einer Schicht aus einem bandförmigen Isolationsmaterial offenbart. Leiter und Isolationsmaterial sind gemeinsam zu Windungen um einen Wicklungskern gewickelt.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optimiertes Verfahren zur Herstellung einer Scheibenwicklung anzugeben.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer Scheibenwicklung mit mindestens drei nebeneinander angeordneten Scheiben,

- wobei innerhalb eines Wickelprozesses simultan mit der Wicklung eine Zwischenisolation zwischen jeweils zwei Scheiben gefertigt wird,
- wobei ein Verbindungsleiter vom Ende der einen ersten Scheibe zum Anfang der weiteren Scheibe in Form einer Diagonalen innerhalb der Zwischenisolation verläuft und die Zwischenisolation hierdurch in zwei Teilbereiche unterteilt, nämlich einen ersten Zwischenisolationbereich mit dreieckförmigem Querschnitt, welcher unterhalb dieser Diagonalen ausgebildet ist und einen zweiten Zwischenisolationbereich mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt, welcher oberhalb dieser Diagonalen ausgebildet ist,
- wobei bei einer von links nach rechts fortschreitenden Scheibenwicklung simultan mit der Wicklung der weiteren Scheibe eine Isolation im zweiten Zwischenisolationbereich links der weiteren Scheibe und eine Isolation im ersten Zwischenisolationbereich rechts der weiteren Scheibe aufgebracht werden,
- und wobei bei einer von rechts nach links fortschrei-

tenden Scheibenwicklung simultan mit der Wicklung der weiteren Scheibe eine Isolation im zweiten Zwischenisolationbereich rechts der weiteren Scheibe und eine Isolation im ersten Zwischenisolationbereich links der weiteren Scheibe aufgebracht werden.

**[0006]** Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass innerhalb eines Wickelprozesses der gewünschte Verlauf der Verbindung zweier Scheiben miteinander realisiert werden kann, ohne dass dabei schwierig mit Isolation, beispielsweise Harz-Roving zu bewickelnde Hohlräume entstehen. Hierdurch werden gute elektrische Eigenschaften einer Hochspannungsspule bzw. eines Transformators bei kompaktem, raumsparendem Aufbau sichergestellt.

**[0007]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

**[0008]** Die Erfindung wird nachstehend an Hand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen seitlichen Schnitt durch einen Abschnitt einer Scheibenwicklung während eines betrachteten Fertigungsschrittes bei von links nach rechts fortschreitender Scheibenwicklung,

Fig. 2 einen seitlichen Schnitt durch einen Teilbereich einer fertig gestellten Scheibenwicklung,

Fig. 3 einen seitlichen Schnitt durch eine fertig gestellte Scheibenwicklung,

Fig. 4 eine von rechts nach links fortschreitende Scheibenwicklung.

In Fig. 3 ist ein seitlicher Schnitt durch eine fertig gestellte Scheibenwicklung dargestellt. Die im gezeigten Beispiel von links nach rechts fortschreitende, einen Wicklungskern 8 umschließende Scheibenwicklung 9 besitzt vier Scheiben, wobei zwischen den einzelnen Scheiben der Scheibenwicklung 9 jeweils eine Zwischenisolation vorgesehen ist. Es wird hierzu auch auf die eingangsseitigen, auch für die Erfindung gültigen Erläuterungen hingewiesen. Bezüglich der Zwischenisolation bedeutet dies im Einzelnen:

- zwischen einer ersten Scheibe 1 und einer zweiten Scheibe 2 ist eine erste Zwischenisolation A angeordnet,
- zwischen der zweiten Scheibe 2 und einer dritten Scheibe 3 ist eine zweite Zwischenisolation B angeordnet,
- zwischen der dritten Scheibe 3 und einer vierten Scheibe 4 ist eine dritte Zwischenisolation C angeordnet.

**[0009]** Nachstehend soll die Herstellung der Zwischenisolation näher betrachtet werden.

**[0010]** In Fig. 1 ist hierzu ein seitlicher Schnitt durch einen Abschnitt einer von links nach rechts fortschreitenden Scheibenwicklung 9 während eines betrachteten Fertigungsschrittes dargestellt. Im konkret dargestellten, betrachteten Fertigungsschritt ist die erste Scheibe 1 bereits fertig gestellt, während die zweite Scheibe 2 gerade gewickelt wird. Zwischen den Scheiben 1, 2 ist die Zwischenisolation A angeordnet. Jede Scheibe besitzt (bzw. soll besitzen) eine vorgegebene Anzahl an aus einem Leiterband 5 bestehenden Windungen, wobei sich zwischen je zwei Windungen ein ebenfalls bandförmiger Windungsisolator 6 befindet. Das Leiterband 5 ist durchgehend vom Ende der ersten Scheibe 1 zum Anfang der zweiten Scheibe 2 in Form eines Verbindungsleiters 7A geführt. Dieser Verbindungsleiter 7A entspricht innerhalb des Zwischenisolutions-Querschnittes quasi einer Diagonalen der Zwischenisolation A, welche die Zwischenisolation A in zwei Teilbereiche unterteilt, nämlich

- in einen ersten Zwischenisolutionsbereich A1 mit dreieckförmigem Querschnitt, welcher unterhalb dieser Diagonalen ausgebildet ist und in welchem bereits im vorhergehenden Fertigungsschritt bei Wicklung der ersten Scheibe 1 eine Isolation aufgebracht worden ist sowie
- in einen zweiten Zwischenisolutionsbereich A2 mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt, welcher oberhalb dieser Diagonalen ausgebildet ist und in welchem während des betrachteten Fertigungsschrittes simultan mit Wicklung der Scheibe 2 eine Isolation aufgebracht wird, was durch den mäanderförmigen Linienzug skizziert ist.

**[0011]** Hinsichtlich der Zwischenisolation B zwischen der während des betrachteten Fertigungsschrittes gewickelten Scheibe 2 und der im darauffolgenden Fertigungsschritt zu wickelnden Scheibe 3 gelten ähnliche Fertigungsmaßnahmen, denn diese Zwischenisolation B wird bezüglich ihres Querschnittes durch den quasi einer Diagonalen der Zwischenisolation B entsprechenden Verbindungsleiter 7B in gleicher Art und Weise in zwei Teilbereiche unterteilt, nämlich

- in einen ersten Zwischenisolutionsbereich B1 mit dreieckförmigem Querschnitt, welcher unterhalb dieser Diagonalen ausgebildet ist und in welchem während des betrachteten Fertigungsschrittes simultan mit der Wicklung der Scheibe 2 eine Isolation aufgebracht wird, was durch den mäanderförmigen Linienzug skizziert ist sowie
- in einen zweiten Zwischenisolutionsbereich B2 mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt, welcher oberhalb dieser Diagonalen ausgebildet ist und in welchem erst im darauffolgenden Fertigungsschritt bei Wicklung der nächsten Scheibe 3 eine Isolation

aufzubringen ist.

**[0012]** Zusammenfassend betrachtet sieht die Erfindung demnach vor, eine Wicklung einer Scheibe zusammen mit zwei Teilbereichen der zu beiden Seiten des Scheibe benötigten Zwischenisolation herzustellen, wozu während der Wicklung des Leiterbandes 5 und des Windungsisolators 6 simultan Isolationen neben der Scheibe mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt auf der einen (z. B. linken) Seite und dreieckförmigem Querschnitt auf der anderen (z. B. rechten) Seite aufgebracht werden.

**[0013]** Diese Isolationen können beispielsweise aus einem oder mehreren Glas-Rovings bestehen, die mit einem Harz getränkt sind. Alternativ hierzu kann auch ein vorimprägniertes Material verwendet werden. Speziell beim Nasswickelverfahren kann auch dafür gesorgt werden, dass die Zwischenräume zwischen dem Leiterband 5 und dem Windungsisolator 6 mit einem Harz gefüllt werden.

**[0014]** In Fig. 2 ist ein seitlicher Schnitt durch einen Teilbereich einer fertig gestellten Scheibenwicklung 9 (von links nach rechts fortschreitende Scheibenwicklung) dargestellt, bestehend aus

- der ersten Scheibe 1, aufgebaut aus dem Leiterband 5 in gewünschter Anzahl an Windungen und dem Windungsisolator 6,
- der zweiten Scheibe 2, aufgebaut aus dem Leiterband 5 in gewünschter Anzahl an Windungen und dem Windungsisolator 6,
- der ersten Zwischenisolation A zwischen den Scheiben 1 und 2, unterteilt in den ersten Zwischenisolutionsbereich A1 mit dreieckförmigem Querschnitt und in den zweiten Zwischenisolutionsbereich A2 mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt, wobei der Verbindungsleiter 7A die diagonale Grenzfläche zwischen den beiden Zwischenisolutionsbereichen A1, A2 bildet,
- der dritten Scheibe 3, aufgebaut aus dem Leiterband 5 in gewünschter Anzahl an Windungen und dem Windungsisolator 6,
- der zweiten Zwischenisolation B zwischen den Scheiben 2 und 3, unterteilt in den ersten Zwischenisolutionsbereich B1 mit dreieckförmigem Querschnitt und in den zweiten Zwischenisolutionsbereich B2 mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt, wobei der Verbindungsleiter 7B die diagonale Grenzfläche zwischen den beiden Zwischenisolutionsbereichen B1, B2 bildet,
- der vierten Scheibe 4, aufgebaut aus dem Leiterband 5 in gewünschter Anzahl an Windungen und dem Windungsisolator 6,
- der dritten Zwischenisolation C zwischen den Scheiben 3 und 4, unterteilt in den ersten Zwischenisolutionsbereich C1 mit dreieckförmigem Querschnitt und in den zweiten Zwischenisolutionsbereich C2 mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt, wobei

der Verbindungsleiter 7C die diagonale Grenzfläche zwischen den beiden Zwischenisolationbereichen C1, C2 bildet.

**[0015]** Selbstverständlich gelten die vorstehenden Erläuterungen in ihrem gesamten Umfang lediglich zur Erläuterung der zwischen zwei Scheiben befindlichen Zwischenisolation, vorstehend der Zwischenisolationen A, B, C. Abweichend hiervon entfällt bei der ersten Scheibe 1 die Fertigung eines Zwischenisolationbereichs mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt (z. B. links der Scheibenwicklung bei einer von links nach rechts fortschreitenden Scheibenwicklung). Ebenfalls entfällt bei der letzten Scheibe, hier Scheibe 4 die Fertigung eines Zwischenisolationbereichs mit dreieckförmigem Querschnitt (z. B. rechts der Scheibenwicklung bei einer von links nach rechts fortschreitenden Scheibenwicklung).

**[0016]** Selbstverständlich gelten die vorstehenden Erläuterungen in ihrem gesamten Umfang auch bei einer von rechts nach links fortschreitenden Scheibenwicklung, wie dies in Fig. 4 skizziert ist.

#### Bezugszeichenliste

<b>[0017]</b>	25
1	erste Scheibe
2	zweite Scheibe
3	dritte Scheibe
4	vierte Scheibe
5	Leiterband
6	Windungsisolator
7	7A, 7B, 7C Verbindungsleiter
8	Wicklungskern
9	Scheibenwicklung
A	erste Zwischenisolation
A1	erster Zwischenisolationbereich (mit dreieckförmigem Querschnitt)
A2	zweiter Zwischenisolationbereich (mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt)
B	zweite Zwischenisolation
B1	erster Zwischenisolationbereich (mit dreieckförmigem Querschnitt)
B2	zweiter Zwischenisolationbereich (mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt)
C	dritte Zwischenisolation
C1	erster Zwischenisolationbereich (mit dreieckförmigem Querschnitt)
C2	zweiter Zwischenisolationbereich (mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt)

#### **Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung einer Scheibenwicklung (9) mit mindestens drei nebeneinander angeordneten Scheiben (1, 2, 3),

• wobei innerhalb eines Wickelprozesses simultan mit der Wicklung eine Zwischenisolation (A, B) zwischen jeweils zwei Scheiben (1, 2, 3) gefertigt wird,

• wobei ein Verbindungsleiter (7, 7A, 7B) vom Ende der einen ersten Scheibe (1) zum Anfang der weiteren Scheibe in Form einer Diagonalen innerhalb der Zwischenisolation (A, B) verläuft und die Zwischenisolation hierdurch in zwei Teilbereiche unterteilt, nämlich einen ersten Zwischenisolationbereich (A1, B1) mit dreieckförmigem Querschnitt, welcher unterhalb dieser Diagonalen ausgebildet ist und einen zweiten Zwischenisolationbereich (A2, B2) mit umgekehrt dreieckförmigem Querschnitt, welcher oberhalb dieser Diagonalen ausgebildet ist,

• wobei bei einer von links nach rechts fortschreitenden Scheibenwicklung simultan mit der Wicklung der weiteren Scheibe (2) eine Isolation im zweiten Zwischenisolationbereich (A2) links der weiteren Scheibe (2) und eine Isolation im ersten Zwischenisolationbereich (B1) rechts der weiteren Scheibe (2) aufgebracht werden,

• und wobei bei einer von rechts nach links fortschreitenden Scheibenwicklung simultan mit der Wicklung der weiteren Scheibe (2) eine Isolation im zweiten Zwischenisolationbereich (A2) rechts der weiteren Scheibe (2) und eine Isolation im ersten Zwischenisolationbereich (B1) links der weiteren Scheibe (2) aufgebracht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der von links nach rechts fortschreitenden Scheibenwicklung die Fertigung eines Zwischenisolationbereichs links der ersten Scheibe (1) entfällt sowie bei der von rechts nach links fortschreitenden Scheibenwicklung die Fertigung eines Zwischenisolationbereichs rechts der ersten Scheibe (1) entfällt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der von links nach rechts fortschreitenden Scheibenwicklung die Fertigung eines Zwischenisolationbereichs rechts der letzten Scheibe entfällt sowie bei der von rechts nach links fortschreitenden Scheibenwicklung die Fertigung eines Zwischenisolationbereichs links der letzten Scheibe entfällt

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Isolationen mit Harz getränkte Glas-Rovings eingesetzt werden.

#### **Claims**

1. Method for producing a disk winding (9) having at

least three disks (1, 2, 3) which are arranged alongside one another,

- wherein intermediate insulation (A, B) is manufactured between in each case two disks (1, 2, 3) simultaneously with the winding within a winding process,
- wherein a connecting conductor (7, 7A, 7B) runs from the end of one first disk (1) to the start of the further disk in the form of a diagonal within the intermediate insulation (A, B), and thus subdivides the intermediate insulation into two sub-areas, specifically a first intermediate insulation area (A1, B1) which has a triangular cross section and is formed below this diagonal and a second intermediate insulation area (A2, B2) which has an opposite triangular cross section and is formed above this diagonal,
- wherein, in the case of a disk winding which progresses from left to right, insulation is fitted in the second intermediate insulation area (A2) to the left of the further disk (2) and insulation is fitted in the first intermediate insulation area (B1) to the right of the further disk (2) simultaneously with the winding of the further disk (2),
- and wherein, in the case of a disk winding which progresses from right to left, insulation is fitted in the second intermediate insulation area (A2) to the right of the further disk (2) and insulation is fitted in the first intermediate insulation area (B1) to the left of the further disk (2) simultaneously with the winding of the further disk (2).

2. Method according to Claim 1, **characterized in that**, in the case of the disk winding which progresses from left to right, no intermediate insulation area is manufactured to the left of the first disk (1) and, in the case of the disk winding which progresses from right to left, no intermediate insulation area is manufactured to the right of the first disk (1).
3. Method according to Claim 1, **characterized in that**, in the case of the disk winding which progresses from left to right, no intermediate insulation area is manufactured to the right of the last disk and, in the case of the disk winding which progresses from right to left, no intermediate insulation area is manufactured to the left of the last disk.
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** glass rovings impregnated with resin are used as insulation.

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'un enroulement alterné (9) avec au moins trois disques (1, 2, 3) disposés l'un à

côté de l'autre,

- dans lequel on fabrique à l'intérieur d'une opération d'enroulement, en même temps que l'enroulement, une isolation intermédiaire (A, B) chaque fois entre deux disques (1, 2, 3),
- dans lequel un conducteur de liaison (7, 7A, 7B) s'étend de la fin d'un premier disque (1) au commencement de l'autre disque sous la forme d'une diagonale à l'intérieur de l'isolation intermédiaire (A, B) et divise ainsi l'isolation intermédiaire en deux régions partielles, à savoir une première région d'isolation intermédiaire (A1, B1) de section transversale triangulaire, qui est formée en dessous de cette diagonale, et une deuxième région d'isolation intermédiaire (A2, B2) de section transversale triangulaire inverse, qui est formée au-dessus de cette diagonale,
- dans lequel, avec un enroulement alterné progressant de gauche à droite, en même temps que l'enroulement de l'autre disque (2), on applique une isolation dans la deuxième région d'isolation intermédiaire (A2) à gauche de l'autre disque (2) et une isolation dans la première région d'isolation intermédiaire (B1) à droite de l'autre disque (2),
- et dans lequel, avec un enroulement alterné progressant de droite à gauche, en même temps que l'enroulement de l'autre disque (2), on applique une isolation dans la deuxième région d'isolation intermédiaire (A2) à droite de l'autre disque (2) et une isolation dans la première région d'isolation intermédiaire (B1) de l'autre disque (2).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans le cas de l'enroulement alterné progressant de gauche à droite, la fabrication d'une région d'isolation intermédiaire à gauche du premier disque (1) est supprimée et, dans le cas de l'enroulement alterné progressant de droite à gauche, la fabrication d'une région d'isolation intermédiaire à droite du premier disque (1) est supprimée.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans le cas de l'enroulement progressant de gauche à droite, la fabrication d'une région d'isolation intermédiaire à droite du dernier disque est supprimée et, dans le cas de l'enroulement alterné progressant de droite à gauche, la fabrication d'une région d'isolation intermédiaire à gauche du dernier disque est supprimée.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme isolations des stratifils de verre imprégnés de résine.

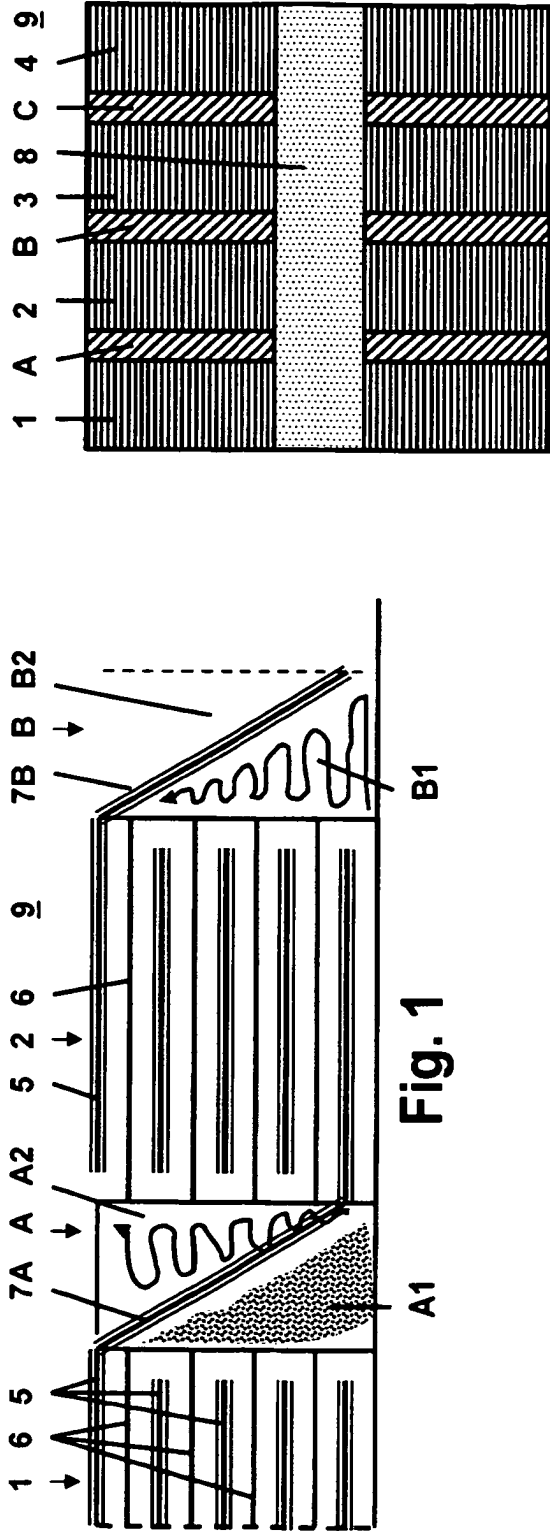
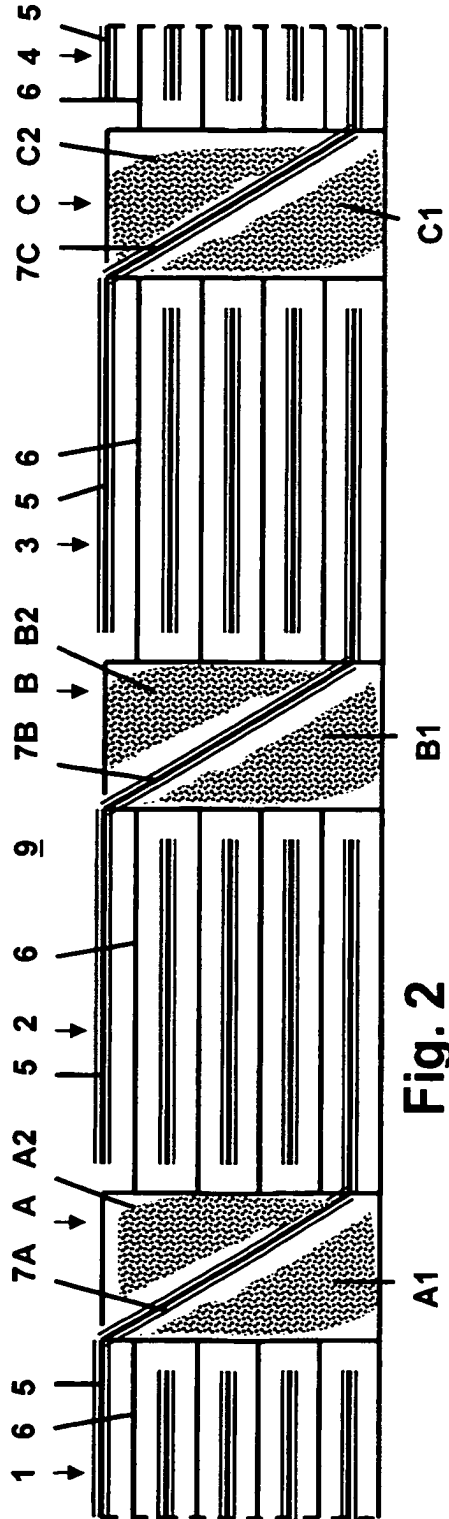
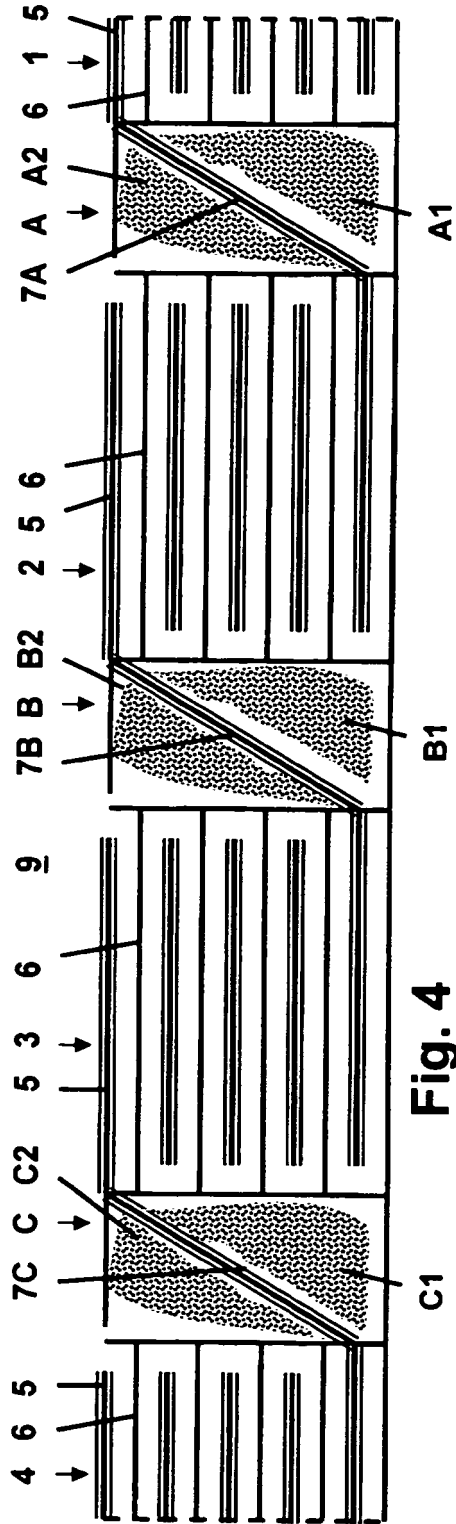


Fig. 3





**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1315183 A2 [0003]