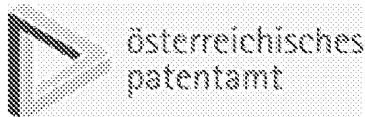


(19)



(10)

AT 510819 B1 2015-02-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1888/2010
(22) Anmeldetag: 16.11.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2015

(51) Int. Cl.: **H01F 27/245** (2006.01)
H01F 1/16 (2006.01)
H01F 41/02 (2006.01)
H01F 27/34 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP H04308436 A
JP 2001057306 A
CN 201289780 Y

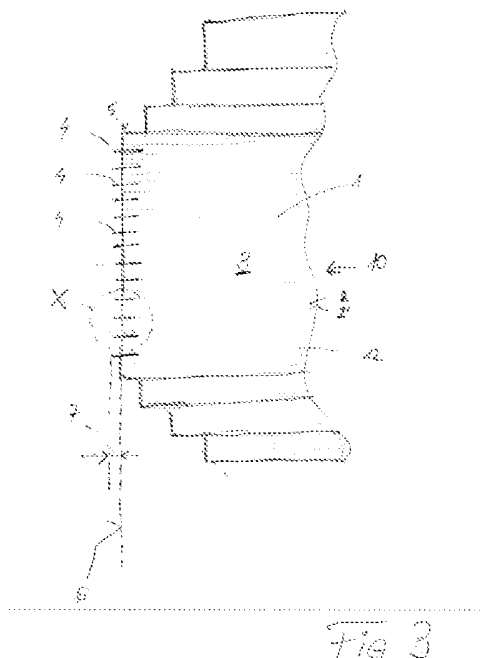
(73) Patentinhaber:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 MÜNCHEN (DE)

(72) Erfinder:
RUCKENDORFER JOSEF
LINZ (AT)

(74) Vertreter:
Dipl.Ing. Alois Peham
1210 WIEN (AT)

(54) **MAGNETISCHER KERN MIT RANDISOLATION UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG**

(57) Magnetischer Kern, insbesondere Kern eines Transformators, der aus einem Blechpaket (1) gebildet ist, wobei der Kern (10) benachbart zueinander liegende Blechstreifen (2, 2') aufweist, zwischen denen in einem Randbereich (5) eine elektrische Isolation (4) ausgebildet ist, durch welche eine randseitige Aufspreizung (8) der benachbart zueinander liegenden Blechstreifen (2, 2') bewirkt ist.



AT 510819 B1 2015-02-15

Beschreibung

MAGNETISCHER KERN MIT RANDISOLATION UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen magnetischen Kern, insbesondere einen magnetischen Kern für einen Transformator, der aus einem Blechpaket gebildet ist, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.

STAND DER TECHNIK

[0002] Zur Verringerung von magnetischen Verlusten wird der Kern elektrischer Maschinen üblicher Weise aus geschichteten, weichmagnetischen Blechen aufgebaut. Um die Ausbildung von Wirbelströmen zu unterbinden, sind die Bleche meist beidseitig mit einer Isolationsschicht beschichtet.

[0003] Bei einem elektrischen Transformator, z.B. einem Leistungstransformator oder einem Verteiltransformator in einem Energieverteilungsnetz, werden die Joch- und die Schenkelteile üblicher Weise aus gestanzten Blechstreifen, im Folgenden auch Blechlamellen genannt, zusammengesetzt. Das Blechpaket wird dann durch geeignete Bandagen und Haltevorrichtungen zusammen gehalten.

[0004] Es ist bekannt, dass bei der Herstellung der Blechstreifen, bedingt durch die Materialverdrängung beim Stanzvorgang, randseitig eine Kantenüberhöhung, ein so genannter Grat, entstehen kann. Ein Grat ist eine scharfkantig auslaufende Ausfaserung des Werkstoffs. Größe und Form dieser Ausfaserung ist abhängig vom Blechwerkstoff und vom Zustand des Stanzwerkzeuges, welches dem Verschleiß unterliegt.

[0005] Die Ausbildung eines solchen Grats an den Blechen ist im Elektromaschinenbau höchst unerwünscht, denn er führt zu einer Erhöhung der magnetischen Verluste des magnetischen Kerns, denn je nach Größe und Ausbildung dieser Ausfaserung kann es im Blechstapel trotz der Flächenisolation der einzelnen Bleche randseitig zu einem elektrischen Kontakt zwischen aufeinander liegenden Blechlamellen kommen. Dieser Kontakt bildet einen Kurzschluss für Wirbelströme.

[0006] Um einen Kurzschluss zwischen benachbarten Blechlamellen zu verhindern, wird seitens der Hersteller elektrischer Maschinen gefordert, dass der Grat beim Stanzen der Bleche möglichst klein gehalten ist. Gefordert wird oft ein Grat von kleiner 0,02 mm. Die Forderung nach einem minimalen Grat hat aber technische und wirtschaftliche Grenzen: zum einen lässt sich die Bildung eines Grats beim Stanzen grundsätzlich nie ganz ausschließen; zum anderen führt die Forderung nach einem möglichst kleinen Grat auf eine aufwändige Fertigung und erhöht den Preis für das Halbzeug.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen magnetischen Kern anzugeben, insbesondere für einen Kern eines Leistungstransformators, bei dem der magnetische Anteil der Verluste, der durch Grat an den verwendeten Blechteilen verursacht ist, möglichst gering ist. Eine weitere Aufgabe ist es, ein kostengünstiges und einfach zu handhabendes Verfahren zur Herstellung eines verlustarmen magnetischen Kerns anzugeben.

[0008] Diese Aufgabe wird durch einen magnetischen Kern gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren zur Herstellung eines magnetischen Kerns gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den jeweils abhängigen Patentansprüchen definiert.

[0009] Der vorrichtungsgemäße Teil der Aufgabe wird dadurch gelöst, dass einzelne Bleche

des Blechstapels am Rand mit einer Isolierung versehen werden. Diese Randisolierung wird an mehreren Stellen jeweils zwischen benachbarten Blechlamellen ausgebildet. Dies kann beispielsweise so erfolgen, dass auf einem Randbereich eines Blechstreifens eine elektrisch isolierende Beschichtung aufgetragen wird. Diese Beschichtung kann auch Partikel enthalten, deren Größe so bemessen ist, dass im zusammengefügt Zustand benachbarte Blechlamellen trotz Grat keinen elektrischen Kontakt haben. Das Aufbringen dieser Isolations-Beschichtung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, beispielsweise durch Sprühen, Rollen oder Tauchen. Von Bedeutung ist lediglich, dass in einem erstarrten Zustand der Isolations-Beschichtung zwei benachbarte Blechlamellen randseitig genügend weit auseinander gehalten werden, so dass über einen Grat kein elektrischer Kontakt zu Stande kommen kann. Mit anderen Worten, bis der Randisolation erreicht man, dass die bei Betrieb im Blechpaket induzierten Wirbelströme keine Möglichkeit haben, sich über einen Grat zu schließen. Dadurch sind die Wirbelstromverluste des magnetischen Kerns und damit auch die Gesamtverluste des Kerns geringer. Für Transformatoren hoher Leistung, wie sie als Leistungstransformatoren bei einem Kraftwerk und bei Energieversorgungsnetzen eingesetzt werden, ist dies von einem ganz besonderen Vorteil. Da die Verluste geringer sind, ist auch die Wärmeentwicklung geringer, was für die Zuverlässigkeit der elektrischen Wicklung günstig ist. Beim Auftragen der Beschichtung kann vorteilhaft auch ein automatisches Handhabungswerkzeug verwendet werden. Bei der Auslegung der elektrischen Maschine kann man dank der Erfindung an Belastungsgrenzen gehen, die sonst nicht möglich wären.

[0010] Eine bevorzugte Ausführungsform kann so ausgebildet sein, dass die elektrische Isolation durch ein am Blechrand angeordnetes, streifenförmiges Isolationsstück gebildet ist. Dieses Isolationsstück kann beispielsweise bei der Herstellung des ferromagnetischen Kerns beim Aufeinanderstapeln der einzelnen Blechlamellen in bestimmten Abständen im Stapel eingelegt werden. Das Isolationsstück kann aus einem anorganischen oder organischen Werkstoff bestehen.

[0011] Hinsichtlich der Handhabung bei der Fertigung kann es günstig sein, wenn die Randisolation durch ein Isolationsband mit einer Klebstoffschicht gebildet ist. Das Aufbringen lässt sich dadurch besonders einfach durchführen, indem das Isolationsband in Richtung der Längserstreckung eines Blechstreifens von einer Rolle entnommen entlang der äußeren Kante des Elektroleches aufgeklebt wird. Dies kann auch manuell durchgeführt werden.

[0012] Ein Klebstoff, der durch Wärmeeinwirkung erhärtet, kann von besonderem Vorteil sein. Dadurch verfestigt sich die Distanzhaltung durch die Betriebstemperatur. Die randseitige Isolation benachbarter Blechlamellen kann dadurch trotz Grat an den Blechen über einen langen Betriebszeitraum aufrechterhalten werden.

[0013] Für die Handhabung kann ein Isolationsband vorteilhaft sein, welches aus einem Gewebe, einem Gewirke oder Gestricke gebildet ist. Der Träger für den Klebstoff ist dadurch besonders rissfest.

[0014] Es kann von Vorteil sein, wenn im Gewebe als Faser ein mineralischer Werkstoff, z.B. Glas zum Einsatz kommt. Ein solcher Werkstoff ist beständig gegen Transformatoröl und temperaturunempfindlich.

[0015] Für Transformatoren, die mit Transformatoröl gefüllt sind, kann von besonderem Vorteil sein, Fasern oder Fäden aus einem Polymerwerkstoff zu verwenden. Kunststofffasern werden heutzutage zur Armierung von Klebstoffbändern bereits verwendet.

[0016] Als Klebstoff wird bevorzugt eine Acrylat-Klebmasse verwendet.

[0017] Bei einem Transformatorkern, der stufig aufgebaut ist, lässt sich eine wirkungsvolle Verringerung der magnetischen Verluste bereits dadurch erreichen, wenn nur die Hauptstufe des Kerns Blechlamellen-Paare enthält, die randseitig mit einer Isolation versehen sind.

[0018] Es kann fertigungstechnisch vorteilhaft sein, wenn die Anordnung in der Hauptstufe so gewählt ist, dass zwischen zwei benachbarten Paaren von Blechlamellen, deren Ränder mit

einem Isolationsstück gespreizt sind, etwa 100 oder 120 Blechlamellen ohne Spreizung dazwischen liegen.

[0019] Um einen Kurzschluss, der durch einen Grat zwischen Blechlamellen verursacht wird, mit hoher Sicherheit auszuschließen, hat es sich praktisch bewährt, wenn das randseitig eingebrachte Isolationsstück außen etwas übersteht. Günstig ist dabei, wenn die elektrische Isolation durch ein Klebeband hergestellt ist, welches die Seitenfläche der Hauptstufe des Kerns um etwa ein bis 2 mm nach außen hin überragt.

[0020] Der verfahrensgemäße Teil der Aufgabe wird durch ein Herstellungsverfahren gelöst, bei welchem während des Herstellens des Blechstapels an vorgegebenen Stellen zwischen einzelnen benachbarten Blechlamellen randseitig eine Isolation eingebracht wird.

[0021] Fertigungstechnisch kann es günstig sein, wenn dieses Einbringen nicht zwischen jedem Paar benachbarter Blechlamellen erfolgt, sondern wenn etwa 100 bis 120 Blechlamellen im Stapel dazwischen liegen, welche keine zusätzliche Randisolation aufweisen (bei Leistungstransformatoren üblicher Bauart entspricht dies einem Abstand der Randisolation im Blechstapel von etwa drei bis 4 cm).

[0022] Vorteilhaft ist dabei, wenn ein Transformator- oder ein Drosselkern sowohl am äußeren Umfang, als auch im Fensterumfang mit der Randisolation umlaufend ausgestattet wird.

[0023] Wie bereits oben ausgeführt, kann diese Randisolation durch Einlegen eines streifenförmiges isolierenden Zwischenstückes, bevorzugt durch ein Klebeband erfolgen, welches beim Stapeln der Blechstreifen jeweils am Rand in Längsrichtung eines Blechstreifens aufgeklebt wird und die Kante etwa 1 mm bis 2 mm überragt.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird im nachfolgenden Teil der Beschreibung auf die Zeichnungen Bezug genommen, aus denen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, Einzelheiten und Weiterbildungen der Erfindung anhand nicht einschränkender Ausführungsbeispiele zu entnehmen sind.

[0025] Es zeigt:

[0026] Figur 1 eine Seitenansicht eines Kerns eines 3-Schenkel-Transformators, der aus einzelnen Blechstreifen zusammengesetzt ist und wobei randseitig eine Isolation an den Blechstreifen ausgebildet ist, in einer schematischen Darstellung;

[0027] Figur 2 eine stark vergrößerte Detaildarstellung eines Blechstreifens mit einem Grat der von einer Isolationsschicht umhüllt ist;

[0028] Figur 3 einen Ausriss aus einem Querschnitt durch einen Kern eines Transformators mit einer Hauptstufe an welcher randseitig benachbart zueinander liegende Blechlamellen durch ein Klebeband elektrisch voneinander getrennt sind;

[0029] Figur 4 eine stark vergrößerte Darstellung eines in Figur 3 mit "X" gekennzeichneten Details.

AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0030] Die Figur 1 zeigt in einer vereinfachten Darstellung den Kern 10 eines 3-Schenkel-Transformators von der Seite her gesehen. Der Kern 10 ist aus einzelnen Teilpaketen aufgebaut, die insgesamt das Blechpaket 1 bilden. Jedes Teilpaket besteht aus einer Vielzahl übereinander liegender Blechstreifen 12. Jeder Blechstreifen weist eine Breite 13 auf.

[0031] Der Kern 10 besteht im Wesentlichen aus zwei jeweils horizontal verlaufenden Jochteilen und drei vertikal verlaufenden Schenkelteilen. Die Schenkelteile sind jeweils Träger einer Wicklungsanordnung, welche in der schematischen Zeichnung der Figur 1 der Übersichtlichkeit wegen nicht näher dargestellt ist.

[0032] Wie im Folgenden näher ausgeführt, ist jeweils in einem Randbereich 5 der die Joch- und Schenkel-Teile bildenden Blechpakete 1 auf einzelnen Blechlamellen jeweils eine elektrische Isolation 4 ausgebildet. Diese Isolation 4 ist nicht nur am äußeren Umfang 16 des Kerns 10, sondern auch längs des Umfangs 15 eines jeden Fensters 9 ausgebildet.

[0033] Zweck dieser Rand- oder Ende-Isolation 4 ist es, benachbart zueinander liegende Blechstreifen oder Blechlamellen trotz Grat elektrisch getrennt zu halten.

[0034] In Figur 2 ist in einer stark vergrößerten Darstellung eine mögliche Ausführung einer solchen Randisolation skizziert. Ein Randbereich 5 eines Blechstreifens 2 weist einen Grat 11 auf. Wie bereits eingangs gesagt, stellt dieser Grat 11 eine scharfkantige, randseitige Ausfaserung des Blechmaterials dar, die beim Stanzvorgang des Blechs entsteht und grundsätzlich nicht vollständig ausgeschlossen werden kann. Der Grat 11 ist meist unregelmäßig und scharfkantig auslaufend. Im Stapel 1 kann diese scharfkantige Überhöhung 11 zwischen zwei benachbarten Blechlamellen 2, 2' einen Kurzschluss verursachen. Durch den Grat 11 wird nämlich die üblicherweise bei Elektroblechen vorhandene Flächenisolation wirkungslos: bei Betrieb auftretende Wirbelströme finden einen Strompfad, der über den Grat 11 führt und verursachen erhöhte magnetische Verluste. Um einen Kurzschluss zwischen zwei benachbarten Blechstreifen 2, 2' zu verhindern, wird gemäß der in Figur 2 gezeichneten Ausführung der Erfindung der Rand 5 - und damit der Grat 11 - mit einer Isolationsschicht 4 umhüllt. Diese Umhüllung kann grundsätzlich durch jede geeignete viskose Isolations- Zusammensetzung, z.B. durch einen aushärtenden Backlack bewirkt werden. Dadurch entsteht eine randseitige Aufdickung (Figur 2). Die Isolations-Zusammensetzung kann auch Partikel enthalten, die in einem noch nicht vollständig erstarrten Zustand der Isolations-Zusammensetzung als randseitiger Distanzschalter fungieren. Der Prozess des Aufbringens kann beispielsweise durch Eintauchen, Sprühen, Rollen oder einem anderen geeigneten Beschichtungsverfahren erfolgen. Entscheidend ist lediglich dabei, dass in einem zumindest teilweise erhärteten Zustand, die Isolation 4 an der Kante des Blechs 2 den Grat 11 so umhüllt, dass es auch dann, wenn der Kern die Betriebstemperatur erreicht, nicht zu einem Kurzschluss zwischen benachbarten Blechlamellen 2, 2' kommen kann.

[0035] Die Figur 3 zeigt einen Ausriss aus einem Querschnitt durch den Kern 10 eines Transformatorschenkels. Der Kern 10 wird durch ein Blechpaket 1 gebildet, dass aus einzelnen Blechstreifen 12 zusammengesetzt ist. Der Querschnitt des dargestellten Transformatorschenkels ist stufenförmig. Wie der Zeichnung leicht entnommen werden kann, enthält die Hauptstufe 3 Paare von Blechstreifen 2, 2', zwischen denen randseitig ein flächenförmig ausgebildetes Isolationsstück 4 dazwischen gelegt ist. Diese Randisolation benachbarter Blechlamellen wird bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel durch ein Klebeband 4 gebildet, welches bei der Herstellung des Blechstapels 1 aufgeklebt wird. Die Anbringung des Klebebandes erfolgt in Richtung der Längserstreckung der Blechstreifen 12. Dabei wird aber nicht jedes Paar von Blechlamellen im Stapel 1 durch eine Isolation 4 getrennt, sondern es liegt eine Anzahl Blechlamellen aufeinander, die keine Randisolation aufweist, was am besten anhand der nächsten Figur 4 zu sehen ist.

[0036] Die Figur 4 zeigt in einer vergrößerten Darstellung das in Figur 3 mit "X" gekennzeichnete Detail. Deutlich zu sehen sind dabei drei Paare aneinander liegender Blechlamellen 2, 2' die in einem Randbereich 5 jeweils durch ein Klebeband 4 getrennt sind. Das dazwischen liegende Klebeband 4 bewirkt im Randbereich 5 eine Aufspreizung 8. Diese Aufspreizung 8 verhindert, dass ein metallischer Grat 11 einen Kurzschluss zwischen benachbarten Blechlamellen 2, 2' verursachen kann. Das Klebeband 4 ist mit einer Acrylat enthaltenden Klebmasse beschichtet. Diese Klebstoffschicht härtet bei Wärme aus. Das Klebeband 4 weist eine Dicke 14 von etwa 0,2 mm auf und steht mit einem Überstand 7 von etwa 1 bis 2 mm von einer Seitenfläche 6 der Hauptstufe 3 ab. Dadurch ist ein elektrischer Kontakt im Randbereich zwischen zwei aufeinander geschichteten Blechstücken 2, 2' sicher verhindert.

[0037] In der Figur 4 ist der Stapel 1 unterbrochen dargestellt. In der Praxis hat es sich nämlich herausgestellt, dass eine deutliche Verringerung der Wirbelstromverluste bereits dann erreicht werden kann, wenn nicht jedes Paar Blechlamellen 2, 2' im Stapel voneinander randseitig iso-

liert ist. Eine effiziente Verringerung der magnetischen Verluste lässt sich bereits dann erreichen, wenn im Stapel zwischen zwei randseitig isolierten Blechlamellen-Paaren 2, 2' etwa 100 oder 120 Blechlamellen ohne Randisolation dazwischen liegen. Mit dem im Transformatorbau üblicher Weise verwendeten Elektrolech bedeutet dies, dass, in Richtung des Stapels gesehen, die durch eine Klebestreifen getrennten Blechenlamellen etwa 3 cm bis 4 cm auseinander liegen.

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERWENDETEN BEZUGSZEICHEN

1	Blechkpaket
2, 2'	Blechstreifen, Blechlamellen
3	Hauptstufe
4	Isolation, Isolationsstück, Isolations- / Klebeband
5	Randbereich
6	Seitenfläche
7	Überstand
8	Aufspreizung
9	Fenster
10	Kern
11	Grat
12	Blechstreifen
13	Breite
14	Dicke des Isolationsbandes
15	Fensterumfang
16	äußerer Kernumfang
17	Klebstoff

Patentansprüche

1. Magnetischer Kern, insbesondere Kern eines Transformators, der aus einem Blechpaket (1) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Blechpaket (1) benachbart zueinander liegende Blechstreifen (2, 2') aufweist, zwischen denen in einem Randbereich (5) eine elektrische Isolation (4) ausgebildet ist, durch welche eine randseitige Aufspreizung (8) der benachbart zueinander liegenden Blechstreifen (2, 2') bewirkt ist.
2. Magnetischer Kern nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Isolation (4) durch ein im Randbereich (5) angeordnetes, streifenförmiges Isolationsstück gebildet ist.
3. Magnetischer Kern nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Isolationsstück durch ein Isolationsband gebildet ist, welches an einer oder an beiden Seiten mit einem Klebstoff (17) beschichtet ist.
4. Magnetischer Kern nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Isolationsband eine Dicke (14) von etwa 0,2 mm aufweist und der Klebstoff (17) wärmehärtend ist.
5. Magnetischer Kern nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Isolationsband (4) einen Träger aufweist, der aus Fasern oder Fäden gewirkt oder gewebt ist.
6. Magnetischer Kern nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fasern oder Fäden des Trägers aus einem Polymerwerkstoff gebildet sind.
7. Magnetischer Kern nach Anspruch 4 und 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Klebstoff (17) ein Acrylat-Klebstoff ist und die Fasern oder Fäden des Trägers aus einem Glas gebildet sind.
8. Magnetischer Kern nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Isolation (4), mit der die Blechstreifen (2, 2') endseitig getrennt sind, an einer Hauptstufe (3) des magnetischen Kerns (10) angeordnet sind und die Isolation (4) von einer ebenen Seitenfläche (6) der Hauptstufe (3) um etwa 1 bis 2 mm nach außen übersteht.
9. Magnetischer Kern nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anordnung im Stapel der Hauptstufe (3) so gewählt ist, dass in Stapelrichtung des Blechpakets (1) gesehen zwischen den mit einer randseitigen Isolation (4) versehenen Paaren von Blechstreifen (2, 2') etwa 100 Blechstreifen ohne Isolation dazwischen liegend angeordnet sind.
10. Verfahren zum Herstellen eines magnetischen Kerns, insbesondere eines Transformator-kerns, mit folgenden Schritten:
 - Bilden eines Blechpakets (1) durch Aufeinanderlegen von weichmagnetischen Blechstreifen (12);
 - Einbringen eines Paares von im Blechpaket (1) benachbart zueinander liegenden Blechstreifen (2, 2') an denen jeweils in einem Randbereich (5) eine elektrische Isolation (4) ausgebildet ist, durch welche randseitig eine Aufspreizung (8) dieser Blechstreifen (2, 2') bewirkt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einbringen der elektrischen Isolation (4) durch Kleben eines streifenförmigen Klebebandes gebildet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Stapelrichtung des Blechpakets (1) gesehen eine Anordnung gewählt wird, bei der jeweils zwischen zwei benachbarten Paaren von Blechstreifen (2, 2'), die mit einer Isolation (4) versehen sind, etwa 120 Blechstreifen (12) ohne Isolation dazwischen liegend angeordnet werden.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Klebeband (4) in einem betriebsfertigen Zustand des Kerns (10) sowohl längs eines außen liegenden Umfangs (16), als auch längs eines Fensterumfangs (15) jeweils zwischen Paaren von Blechstreifen (2, 2') angeordnet wird.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

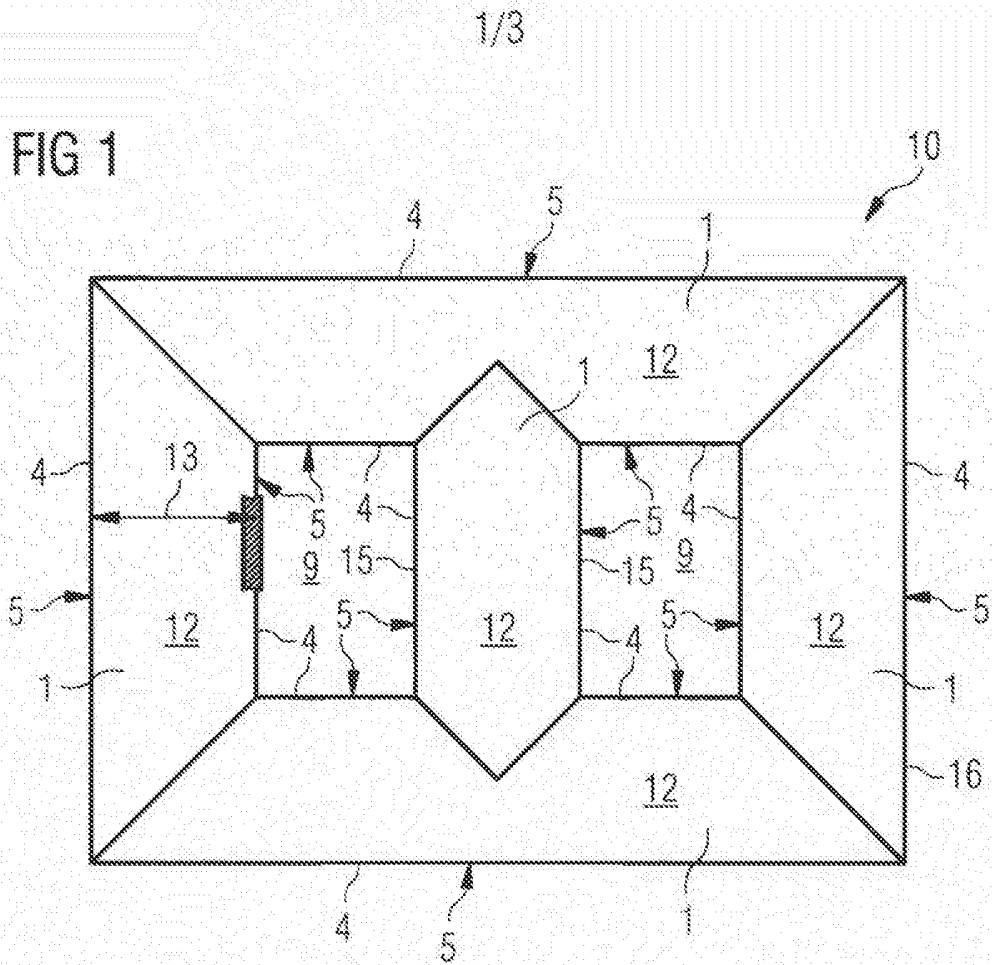
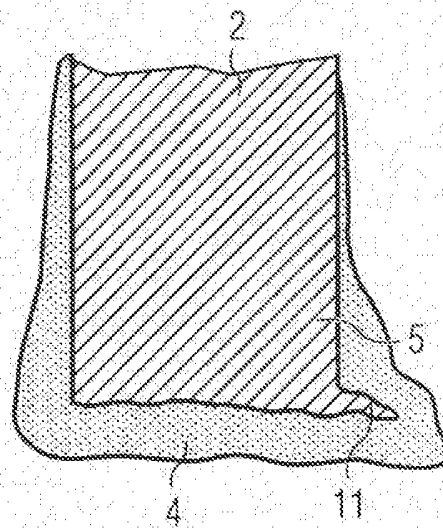
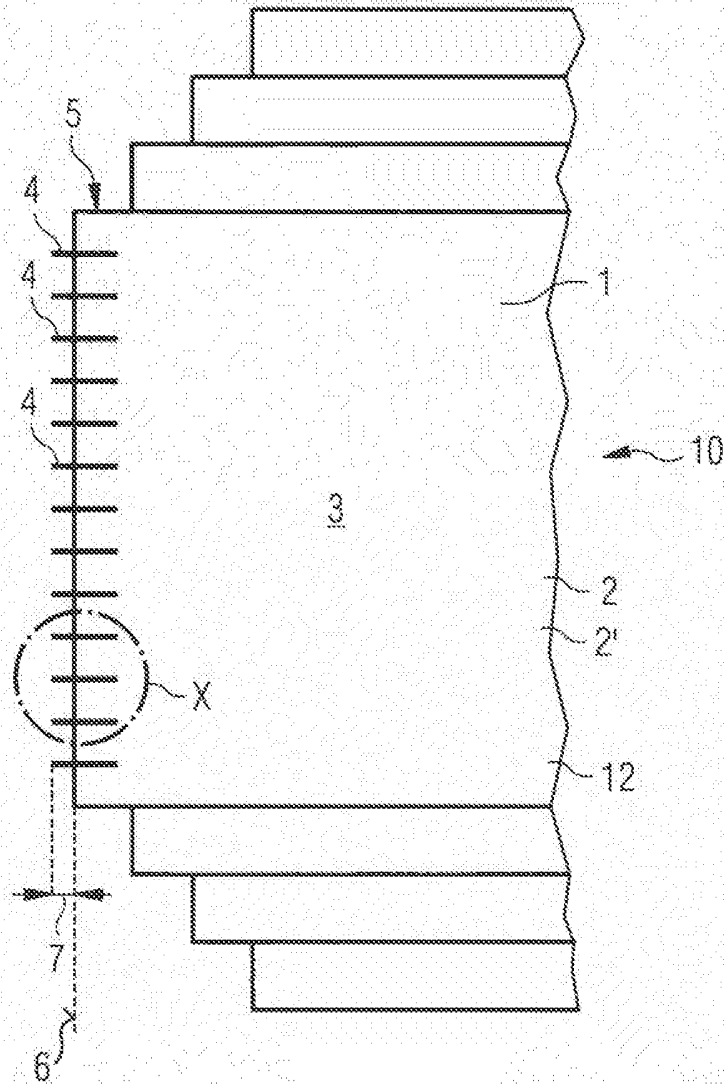


FIG 2



2/3

FIG 3



3/3

FIG 4

