

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 293 995 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

19.03.2003 Patentblatt 2003/12

(51) Int Cl.7: **H01F 27/32**

(21) Anmeldenummer: **02020299.0**

(22) Anmeldetag: **11.09.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Gulden, Christoph**

78351 Bodman-Ludwigshafen (DE)

(74) Vertreter: **Riebling, Peter, Dr.-Ing.**

Patentanwalt

Postfach 31 60

88113 Lindau (DE)

(30) Priorität: **14.09.2001 DE 10145278**

(71) Anmelder: **STS,**

Spezial-Transformatoren-Stockach GmbH & Co.

78333 Stockach (DE)

(54) **Induktives elektronisches Bauelement in Flachbauweise, insbesondere Planartransformator oder Planarspule**

(57) Die Erfindung betrifft ein induktives elektronisches Bauelement in Planarbauweise, insbesondere einen Planartransformator oder eine Planarspule, mit einem Wicklungspaket, bestehend aus einer oder mehreren planaren Wicklungen, die jeweils aus übereinander liegenden, flachen und leitfähigen, durch Isolationsfolien voneinander getrennten, Wicklungselementen gebildet sind, welche um einen Wicklungskern angeordnet sind. Das erfindungsgemäße induktive Bauelement zeichnet sich dadurch aus, dass die Kanten der Wicklungselemente mindestens teilweise oder vollständig mit einer isolierenden Klebefolie umbördelt sind oder die Wicklungselemente im Wesentlichen vollständig mit einer isolierenden Klebefolie umgeben sind, und dass die Isolationsfolien zusammen mit den Umbördelungen/Einwicklungen der Wicklungselemente mit Klebefolie derart aufeinander abgestimmt dimensioniert sind, dass die von den zuständigen Sicherheitsbehörden vorgeschriebenen Isolations-, Luft- und Kriechstrecken eingehalten werden.

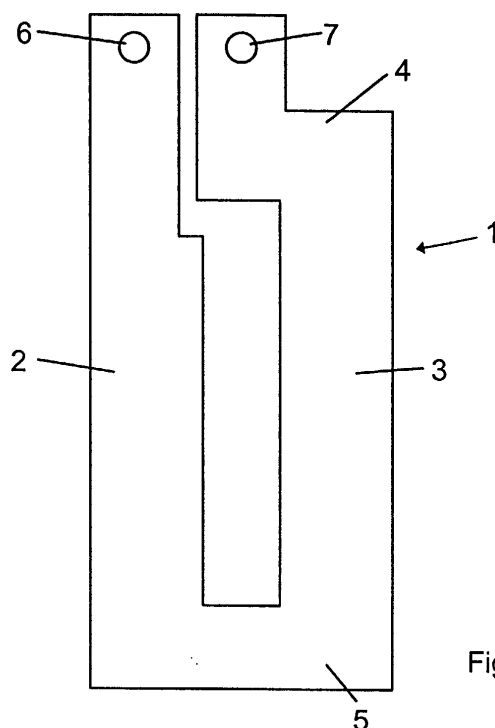


Fig. 1

EP 1 293 995 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein induktives elektronisches Bauelement in Planarbauweise, insbesondere einen Planartransformator oder eine Planarspule, mit einem Wicklungspaket, welches eine oder mehrere planare Wicklungen aufweist, wobei die Wicklungen jeweils aus übereinander liegenden, flachen und leitfähigen, durch Isolationsfolien voneinander getrennten, Wicklungselementen gebildet sind, welche um einen Wicklungskern angeordnet werden.

[0002] Die Wicklungselemente bei planaren Transformatoren und Spulen liegen isoliert übereinander, wobei die den einzelnen Wicklungen zugeordneten Wicklungselemente in Serienschaltung elektrisch leitend miteinander verbunden sind. Hierzu umfassen die Wicklungselemente jeweils zwei elektrische Anschlüsse. Bei Transformatoren, die in der Regel eine Primärwicklung und mindestens eine Sekundärwicklung aufweisen, werden die Anschlüsse der Primär- und Sekundärwicklungen jeweils gegenüberliegend ausgeführt.

[0003] Transformatoren und Spulen dieser Bauart werden zum Beispiel in Schaltnetzteilen verwendet und bei Schaltfrequenzen von einigen zehn bis einigen hundert Kilohertz betrieben. Durch die hohen Schaltfrequenzen können die Anzahl der Wicklungselemente und die Baugröße des Transformators bzw. der Spule klein gehalten werden.

[0004] Insbesondere wenn hohe Spannungen verwendet werden, ist es bei der geringen Baugröße eines Planartransformators bzw. Planarspule wichtig, die von den jeweils zuständigen Sicherheitsbehörden, wie z.B. V.D.E. (Deutschland), U.L. (USA), C.S.A (Kanada), vorgeschriebenen Sicherheitskriterien betreffend die minimalen Luft- und Kriechstrecken sowie Isolationsdicken zwischen den einzelnen Wicklungselementen und dem Kern einzuhalten.

[0005] Die Luft- und Kriechstrecken sowie die Isolationsdicken sind abhängig von der Bemessungsspannung. Beispielsweise sind bei einer Bemessungsspannung von 300 Volt für eine sichere Trennung zwischen den Wicklungselementen sowie den Wicklungselementen und dem Kern Luftstrecken von 5,5 mm und Kriechstrecken von 6 mm einzuhalten. Die Isolationsdicke zwischen den einzelnen Wicklungselementen muss je nach Anwendung bei einer festen Isolation 1,0 mm und bei einer mehrlagigen (3-lagigen) Isolation insgesamt 0,3 mm betragen.

[0006] Bekannte Transformatoren umfassen daher Wicklungselemente aus einer isolierenden Folie, auf die elektrisch leitende Bahnen aufgebracht sind. Mindestens eine der Wicklungen wird in einem geschlossenen Gehäuse geführt, um die vorgeschriebenen Kriechstrecken einzuhalten. Zusätzlich werden die Leiterbahnen in einem ausreichenden Abstand zum Rand der isolierenden Folien angeordnet. Diese Art der Isolation ist z.B. in der EP-B-0 542 445 offenbart. Nachteilig hierbei ist, dass aufgrund des Gehäuses und dem Abstand der

Leiterbahnen zur Folienkante die für die Leiterbahnen eigentlich zur Verfügung stehende Wickelfensterbreite nicht vollständig ausgenutzt werden kann.

[0007] Eine andere Möglichkeit zur Einhaltung der Isolations- und Kriechstrecken sieht vor, spezielle Spulenkörper mit Isolationskammern zu verwenden, in welchen die Wicklungselemente aufgenommen sind. Dies ist in den Schriften EP-B-0 476 114 oder der EP-A-0 933 789 gezeigt. Bei dieser Lösung müssen spezielle Spulenkörper hergestellt werden, was höhere Kosten nach sich zieht. Zudem ist keine starke Verschachtelung der Wicklungselemente möglich, was zu Lasten der Baugröße geht.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein induktives elektronisches Bauelement in Planarbauweise, insbesondere einen Planartransformator oder eine Planarspule der eingangs genannten Art, mit einem Isolationssystem zu versehen, das die vorgeschriebenen Sicherheitsanforderungen erfüllt und eine kompakte Bauweise des Transformators bzw. der Spule bei hoher Leistungsdichte zulässt.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0010] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Isolationsfolien derart dimensioniert sind, dass die von den zuständigen Sicherheitsbehörden vorgeschriebenen Isolations-, Luft- und Kriechstrecken eingehalten werden. Hierbei ist der Begriff "Folie" nicht beschränkend anzusehen. Die Isolationsfolien können aus jedem geeigneten Isolationsmaterial gefertigt sein, wobei vorzugsweise Kunststoffe, wie z.B. Polyester, PEN, Polyamid, Nomex, eingesetzt werden. Die Wahl des Isolationsmaterials richtet sich nach den Anforderungen des Bauteils (Temperaturbeständigkeit, UL-Zulassung, Preis, etc.).

Der Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass die vorgeschriebenen Isolationskriterien erfüllt werden, ohne dass spezielle Spulenkörper notwendig sind, welche die Isolation sicherstellen. Ferner kann die vorhandene Wickelfensterbreite voll ausgenutzt werden.

[0011] Zudem kann mit einer relativ dünnen Isolation gearbeitet werden, so dass eine hohe Verschachtelungstiefe und eine minimale Streuinduktivität erreicht wird und außerdem Stromverdrängungseffekte, insbesondere Skin- und Proximityeffekt, minimiert werden.

[0012] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung entsprechen die Abmessungen der Isolationsfolien in Teilbereichen den Abmessungen der Wicklungselemente und gehen in den übrigen Teilbereichen über die Abmessungen der Wicklungselemente hinaus, d.h., sie stehen in diesen Teilbereichen über die Außenkanten der Wicklungselemente über.

[0013] Durch diese überstehenden Kanten der Isolationsfolie werden die benötigten Isolationsstrecken und Kriechstrecken in den entsprechenden Teilbereichen der Wicklungselemente sichergestellt.

[0014] Die Außenkanten der Teilbereiche der Wicklungselemente, an denen die Isolationsfolie nicht über-

steht, werden erfindungsgemäß mit einer isolierenden Klebefolie umbördelt. Die entsprechenden Teilbereiche der Wicklungselemente können auch ganz mit Klebefolie umgeben werden. Zum Umbördeln der Wicklungselemente können z.B. folgende Klebebänder verwendet werden: Polyesterklebeband, PEN-Klebeband (Kaladex 2000), Polyimidklebeband (Kapton). Es handelt sich dabei um gängige, im Transformatoren- und Spulenbau verwendete Isolationsklebebänder.

[0015] Die Isolationsfolien können sowohl einlagig aufgebaut sein als auch aus mehreren einzelnen Folienlagen bestehen. Mehrere Lagen haben den Vorteil, dass sich die insgesamt notwendige Isolationsdicke verringert.

Die Wicklungselemente sind als im Wesentlichen rechteckige oder ovale, offene Leiterschleifen ausgebildet, mit jeweils zwei langen Schenkeln und zwei kurzen Schenkeln. Die Isolationsfolien stehen insbesondere im Bereich der kurzen Schenkel über die Außenabmessungen der Wicklungselemente hinaus und sorgen dort für die Einhaltung der Isolations- und Kriechstrecken.

[0016] Da zwischen den Kanten der Wicklungselemente und dem Kern nur eine relativ dünne Isolierung vorhanden ist, kann in einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass das Wicklungspaket im Bereich der langen Schenkel der Wicklungselemente mit mehreren Lagen einer Isolationsfolie umwickelt ist.

[0017] Die Wicklungselemente bestehen vorzugsweise aus Leitungsblechen, insbesondere aus Kupferblech. Die Wicklungselemente können aber auch aus einem flachen Isolator mit einer aufgetragenen leitfähigen Schicht bestehen.

[0018] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun anhand der Zeichnungsfiguren beschrieben. Es kann sich dabei sowohl um einen Transformator als auch eine Spule handeln, da deren Aufbau sich grundsätzlich nicht wesentlich voneinander unterscheidet. Aus den Zeichnungen und deren Beschreibung ergeben sich weitere Merkmale, Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung.

[0019] Es zeigen:

Figur 1: eine Draufsicht auf ein Wicklungselement des Wickelkörpers;

Figur 2: ein Wicklungselement gemäß Figur 1 mit umbördelten (abgeklebten) Kanten;

Figur 3: eine Draufsicht auf eine Isolationsfolie;

Figur 4: ein auf eine Isolationsfolie aufgelegtes Wicklungselement mit umbördelten Kanten und eingelegtem Ferritkern;

Figur 5: einen Querschnitt durch einen langen Schenkel eines fertigen Wicklungspakets;

Figur 6: eine Draufsicht auf eine Montagehilfe zur Montage des Wicklungspakets mit eingelegter Isolationsfolie;

5 Figur 7: den Aufbau eines planaren Transformators gemäß der Erfindung in einer Aufsicht.

[0020] Figur 1 zeigt eine Ansicht eines typischen Wicklungselementes, welches vorzugsweise aus einem Kupferblech besteht. Das Wicklungselement 1 ist im Wesentlichen als rechteckige oder ovale Leiterschleife ausgebildet und besitzt jeweils zwei, in etwa zueinander parallele lange Schenkel 2, 3 und zwei zueinander parallele kurze Schenkel 4, 5. Zur Kontaktierung mit weiteren Wicklungselementen weist jedes Wicklungselement 1 Anschlüsse 6, 7 auf. Beim Übereinanderstapeln mehrerer Wicklungselemente kommen diese Anschlüsse 6, 7 genau übereinander zu liegen und erlauben eine einfache Kontaktierung der Wicklungselemente 1 untereinander. Die Anschlüsse der anderen Wicklung werden gegenüber ausgeführt.

[0021] In Figur 2 ist dargestellt, dass insbesondere die Außen- und Innenkanten der langen Schenkel 2, 3 des Wicklungselementes 1 mit einer Klebefolie 8 umklebt bzw. umbördelt sind. Die untere Kante des kurzen Schenkels 5 ist ebenfalls mit der Klebefolie 8 umbördelt. Diese Umbördelung um den Betrag s stellt die vorgeschriebene Kriechstrecke zwischen zwei aufeinander liegenden Wicklungselementen 1 sicher, wobei die Kriechstrecke zwei mal dem Betrag s entspricht. Die Kriechstrecke zum Wicklungskern entspricht dem Betrag s .

[0022] Zwischen zwei aufeinander liegenden Wicklungselementen 1 wird erfindungsgemäß eine Isolationsfolie 9 eingebracht, wie sie in Figur 3 dargestellt ist. Die Isolationsfolie entspricht in ihrer Formgebung in etwa den Wicklungselementen 1. Die Bereiche 10 der Isolationsfolie 9 sind in etwa so breit ausgebildet wie die langen Schenkel 2, 3 der Wicklungselemente 1, wobei die Bereiche 11 jedoch breiter bzw. länger ausgebildet sind und, insbesondere im Bereich der kurzen Schenkel 4, 5, über die Außenkanten der Wicklungselemente 1 hinausragen.

[0023] Figur 4 zeigt ein mit Klebeband 8 umbördeltes Wicklungselement 1, welches auf eine Isolationsfolie 9 aufgelegt ist. Man erkennt deutlich, dass die Isolationsfolie 9 z. B. an den Kanten 12, 13 und 14 des Wicklungselementes 1 über diese Kanten um eine Strecke s hinausragt. Dieser Überstand bildet wiederum die vorgeschriebene Kriechstrecke von $2 \times s$ zwischen zwei aufeinander liegenden Wicklungselementen 1. Der Wicklungskern 15, der aus zwei, im Querschnitt etwa E-förmigen, Kernhälften besteht, wird zwischen das aus mehreren Wicklungselementen 1 bestehende Wicklungspaket eingeführt, so dass zwei Schenkel des Kerns links und rechts der langen Schenkel 2, 3 des Wicklungspaketes zu liegen kommen und der mittlere Schenkel des Kerns 15 im Innenraum des Wicklungs-

paketes liegt. Durch den Überstand der Isolationsfolie 9 an den Kanten 12 und 14 des Wicklungselementes 1 wird ein entsprechender Isolationsabstand von 1 x s zum Kern 15 und 2 x s zwischen den Wicklungselementen 1 sichergestellt.

[0024] Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch einen langen Schenkel 2 des fertigen Wicklungspaketes. Man erkennt die übereinander liegenden Wicklungselemente 1, zwischen denen jeweils eine Isolationsfolie 9 angeordnet ist. Die Wicklungselemente 1 sind an ihren Außenkanten mit einer Klebefolie 8 umbördelt. Die Isolationsfolien 9 weisen eine bestimmte Dicke d auf, um den vorgeschriebenen Isolationsabstand zwischen den jeweiligen Wicklungselementen 1 sicherzustellen. An den Außenkanten der Wicklungselemente 1 wirkt nur die umbördelte Klebefolie 8 als Isolation. Aus diesem Grunde werden die Außenschenkel des Wicklungspaketes zusätzlich mit mehreren Lagen einer Isolationsfolie 16 umwickelt.

[0025] In Figur 6 ist schließlich eine Montagehilfe 17 zur Montage des Wicklungspaketes dargestellt. Die Montagehilfe besteht aus einer flachen Grundplatte und mehreren, von der Grundplatte senkrecht nach oben stehenden Montagedornen 18 bis 20. Die inneren Montagedorne 18 sind derart angeordnet, dass sie in den Innenraum der Wicklungselemente 1 bzw. der Isolationsfolien 9 eingreifen. Dadurch werden die übereinander liegenden Lagen von Wicklungselementen 1 und Isolationsfolien gegenseitig ausgerichtet. Die Montagedorne 19 sind so angeordnet, dass sie in die Lötbohrungen der Anschlüsse 6, 7 der Wicklungselemente 1 eingreifen und sorgen somit für eine weitere lagengenaue Ausrichtung der Wicklungselemente. Die Montagedorne 20 dienen zur Ausrichtung von Wicklungselementen 1 mit anders gestalteten Anschlüssen und Lötbohrungen.

[0026] Figur 7 zeigt schließlich eine Aufsicht auf einen erfindungsgemäßen Transformator, wobei die obere Hälfte des Wicklungskerns 15 der Übersicht halber nicht dargestellt ist. Das den Wicklungskern 15 umgebende Wicklungspaket 21 umfasst gegenüberliegend herausgeführte Anschlüsse 22, 23 für die jeweiligen Primär- und Sekundärwicklungen.

Zeichnungslegende

[0027]

- | | |
|----|------------------|
| 1 | Wicklungselement |
| 2 | Schenkel, lang |
| 3 | Schenkel, lang |
| 4 | Schenkel, kurz |
| 5 | Schenkel, kurz |
| 6 | Anschluss |
| 7 | Anschluss |
| 8 | Umbördelung |
| 9 | Isolationsfolie |
| 10 | Bereich |

- | | | |
|----|---------|-----------------|
| 11 | Bereich | |
| 12 | Kante | |
| 13 | Kante | |
| 14 | Kante | |
| 5 | 15 | Wicklungskern |
| | 16 | Isolationsfolie |
| | 17 | Montagehilfe |
| | 18 | Dorn |
| | 19 | Dorn |
| 10 | 20 | Dorn |
| | 21 | Wicklungspaket |
| | 22 | Anschlüsse |
| | 23 | Anschlüsse |

15

Patentansprüche

1. Induktives elektronisches Bauelement in Planarbauweise, insbesondere Planartransformator oder Planarspule, mit einem Wicklungspaket, bestehend aus einer oder mehreren planaren Wicklungen, die jeweils aus übereinander liegenden, flachen und leitfähigen, durch Isolationsfolien (9) voneinander getrennten, Wicklungselementen (1) gebildet sind, welche um einen Wicklungskern (15) angeordnet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kanten der Wicklungselemente (1) mindestens teilweise oder vollständig mit einer isolierenden Klebefolie (8) umbördelt sind oder die Wicklungselemente (1) im Wesentlichen vollständig mit einer isolierenden Klebefolie (8) umgeben sind, und dass die Isolationsfolien (9) zusammen mit den Umbördelungen/Einwicklungen der Wicklungselemente (1) mit Klebefolie (8) derart aufeinander abgestimmt dimensioniert sind, dass die von den zuständigen Sicherheitsbehörden vorgeschriebenen Isolations-, Luft- und Kriechstrecken (d; s) eingehalten werden.
2. Induktives elektronisches Bauelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abmessungen der Isolationsfolien (9) in Teilbereichen (10) den Abmessungen der Wicklungselemente (1) entsprechen und in den übrigen Teilbereichen (11) über die Abmessungen der Wicklungselemente hinausgehen.
3. Induktives elektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den erstgenannten Teilbereichen (10) zugeordneten Kanten der Wicklungselemente (1) mit einer isolierenden Klebefolie (8) umbördelt sind.
4. Induktives elektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Isolationsfolie (9) aus mehreren einzelnen Folienlagen besteht.

5. Induktives elektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklungselemente (1) als im Wesentlichen rechteckige oder ovale, offene Leiterschleifen ausgebildet sind, mit jeweils zwei langen Schenkeln (2, 3) und zwei kurzen Schenkeln (4, 5). 5
6. Induktives elektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolationsfolien (9) überwiegend im Bereich der kurzen Schenkel (4, 5) über die Außenabmessungen der Wicklungselemente (1) hinausstehen. 10
7. Induktives elektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wicklungspaket im Bereich der langen Schenkel (2, 3) der Wicklungselemente (1) mit mehreren Lagen einer Isolationsfolie (16) umwickelt ist. 15 20
8. Induktives elektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklungselemente (1) aus Leitungsblechen bestehen. 25
9. Induktives elektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklungselemente (1) aus einem Isolator mit einer aufgetragenen leitfähigen Schicht bestehen. 30

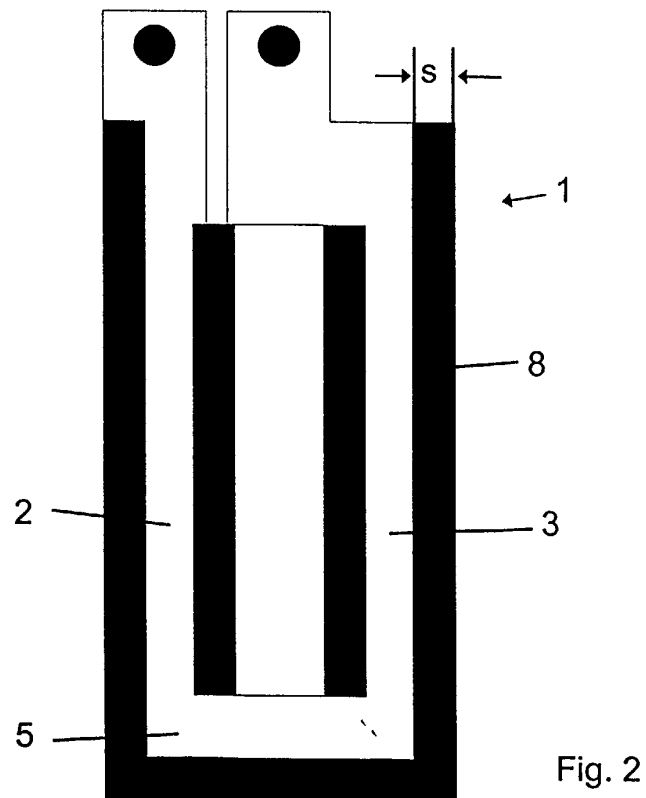
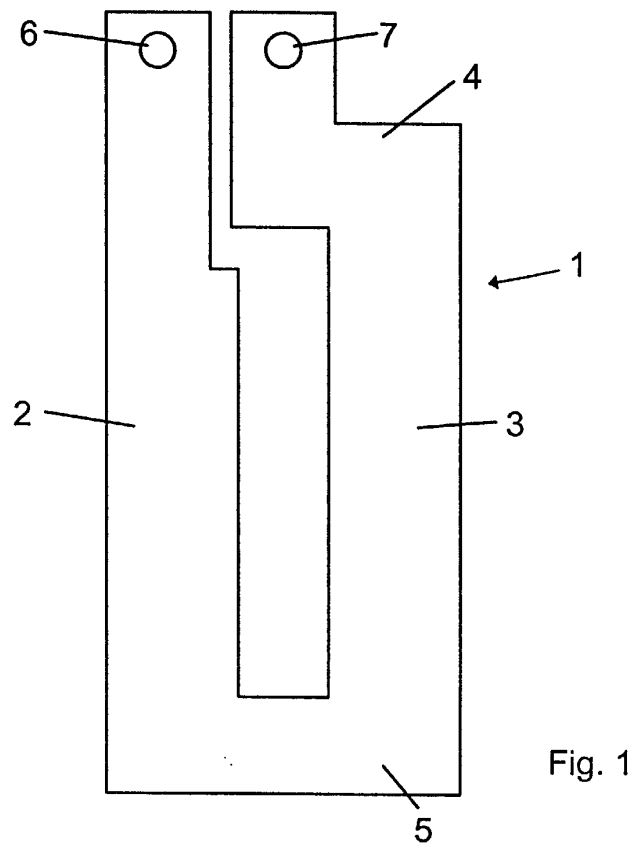
35

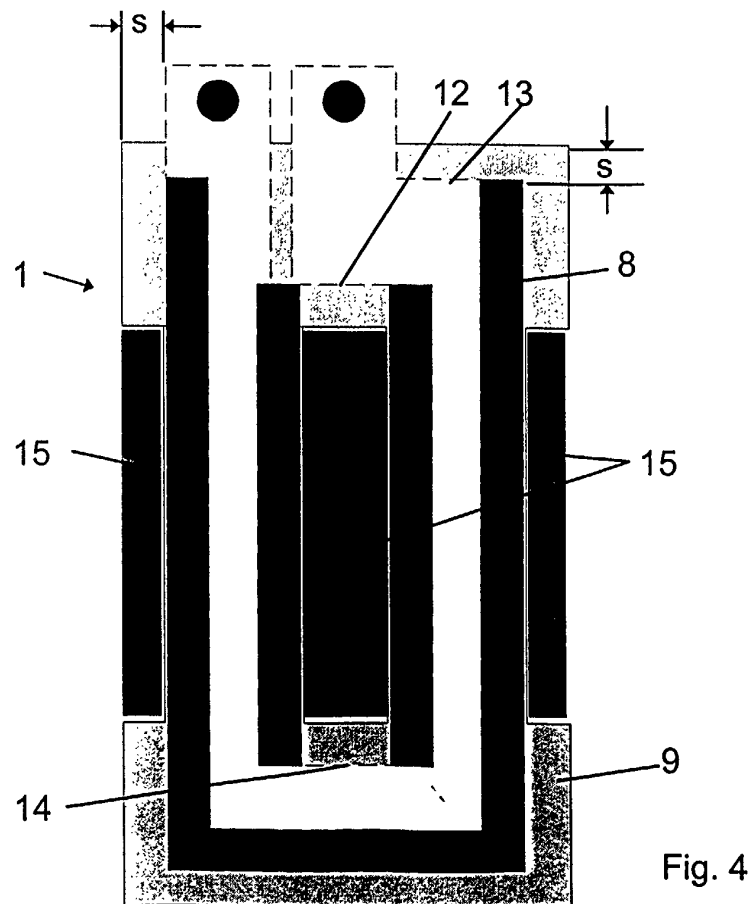
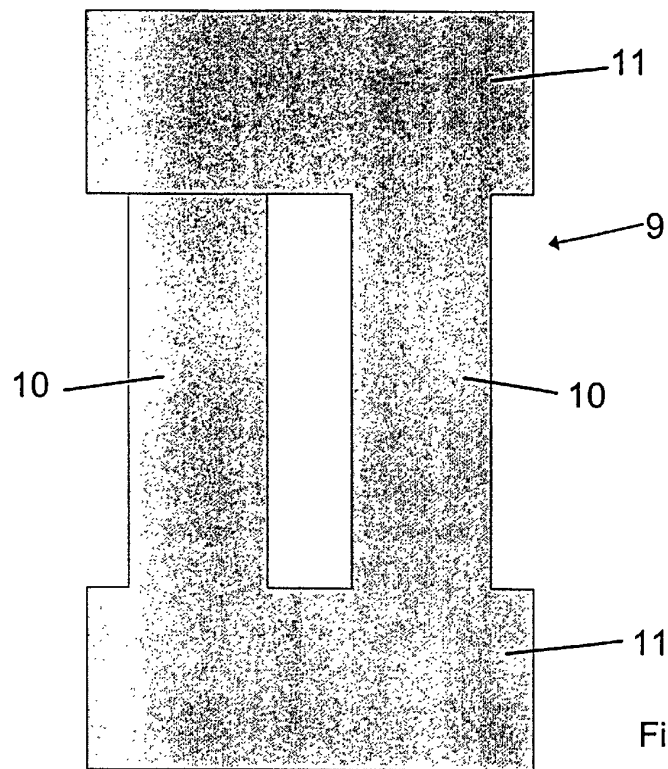
40

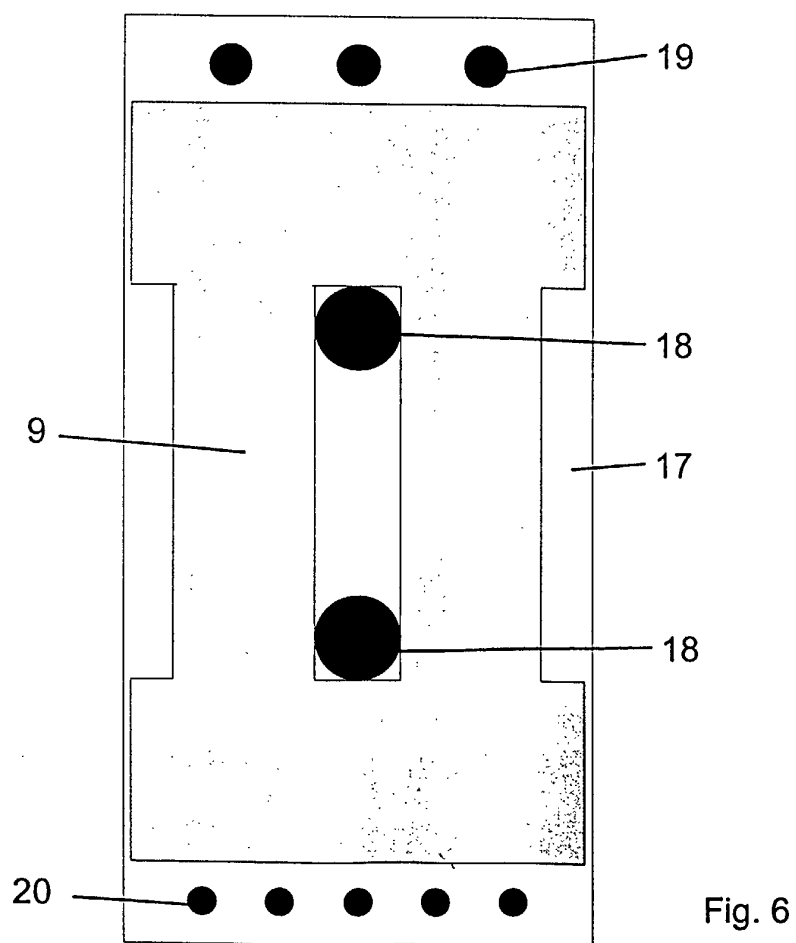
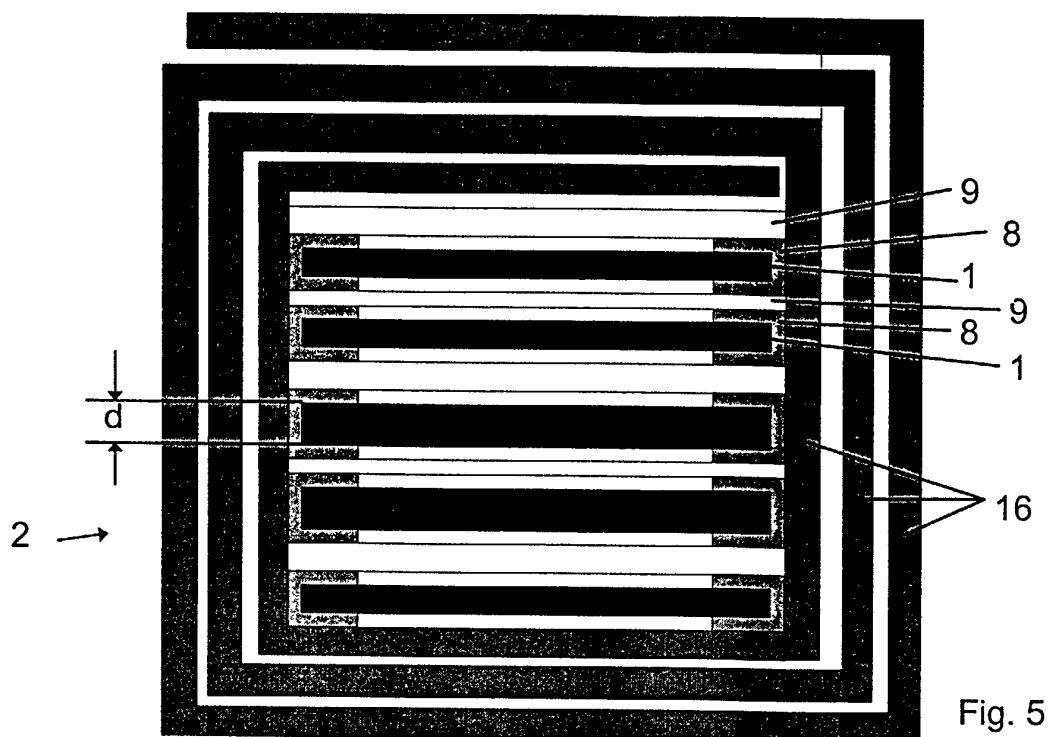
45

50

55







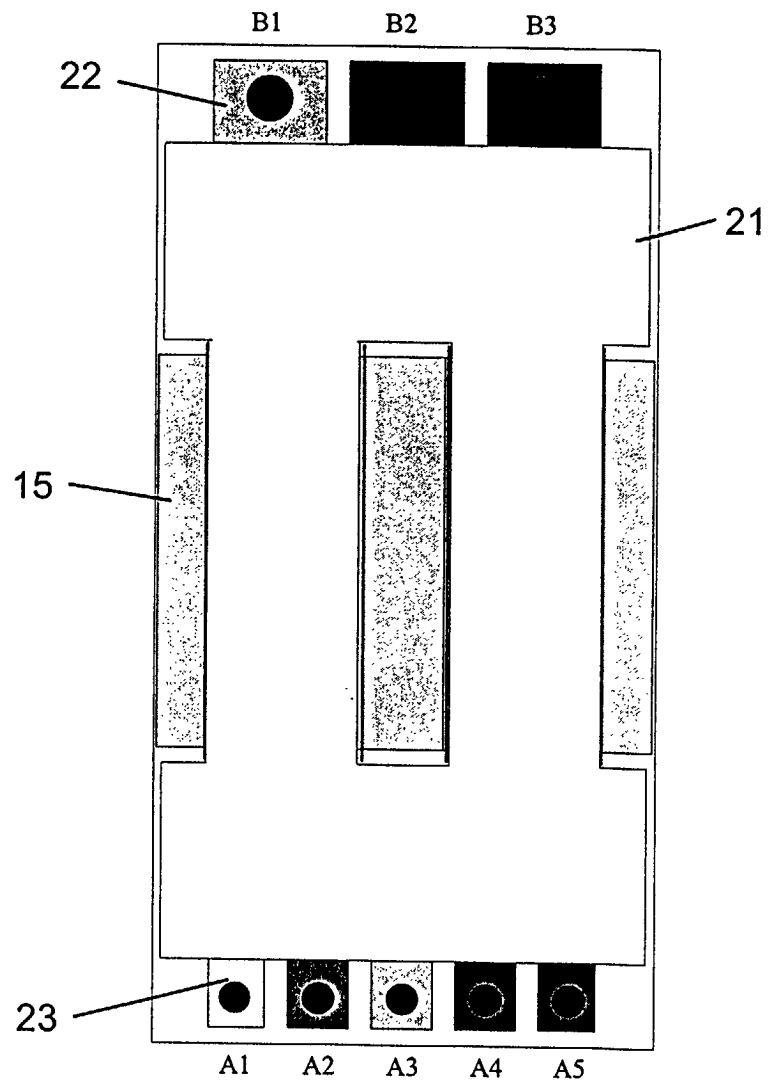


Fig. 7