



CH 685 140 A5



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 685 140 A5

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H 01 L 23/46  
H 01 L 23/36  
H 05 K 7/20

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(21) Gesuchsnummer: 2929/92

(22) Anmeldungsdatum: 17.09.1992

(30) Priorität(en): 24.09.1991 DE 4131739

(24) Patent erteilt: 31.03.1995

(45) Patentschrift  
veröffentlicht: 31.03.1995

(73) Inhaber:  
Behr Industrietechnik GmbH & Co., Stuttgart 30 (DE)

(72) Erfinder:  
Prokopp, Alexander, Dipl.-Ing., Abstatt (DE)

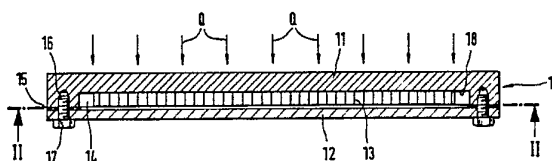
(74) Vertreter:  
R. A. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

(54) **Kühleinrichtung für elektrische Bauelemente.**

(57) Es sind Kühleinrichtungen für elektrische Bauelemente mit zumindest einem flüssigkeitsdurchströmten, flachen Hohlraum sowie Zulauf- und Ablaufanschlüssen bekannt. Dabei ist jedoch die Wärmeabfuhr unzureichend, weil die Materialauswahl (Keramik oder Kunststoff) oder das Vorsehen von Isolierschichten einen für die Wärmeabfuhr ungünstigen Wärmewiderstand darstellt.

Der Hohlraum (14, 34) ist zwischen zwei im wesentlichen plattenförmigen Bauteilen (11, 12; 31, 32) gebildet, von denen mindestens ein erstes Bauteil (11, 31) aus Metall, vorzugsweise einer Leichtmetall-Legierung, besteht. In dem Hohlraum (14, 34) ist eine etwa die Form eines gewellten Bandes aufweisende Einlage (13) angeordnet.

Die Kühleinrichtung eignet sich insbesondere für elektrische Bauelemente mit grosser Wärmeentwicklung und Halbleitertestgeräte.



CH 685 140 A5

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kühleinrichtung für elektrische Bauelemente, der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

Aus der DE-A 3 908 996 ist ein flüssigkeitsdurchströmter Kühlkörper für Halbleiterbauelemente bekannt, der Kühlkanäle enthält, die sich mäanderförmig von einem Zulaufanschluss zu einem Ablaufanschluss erstrecken. Der Kühlkörper hat die Form eines Quaders und besteht aus Kunststoff oder Keramik. Trotz des mäanderförmigen Verlaufs der Kühlkanäle ist die von der Kühlflüssigkeit berührte Oberfläche begrenzt und auch die vorgeschlagenen Werkstoffe (Kunststoff oder Keramik) ermöglichen lediglich eine begrenzte Wärmeabfuhr.

Aus der DE-A 3 937 130 ist eine Kühlvorrichtung zur Kühlung von elektrischen Bauelementen bekannt, bei der eine innere Kühldose aus Metall mit einer Vielzahl paralleler Fluidkanäle versehen ist, die sich zwischen einem Kühlmittelzulauf und einem Kühlmittelablauf erstrecken. Die innere Kühldose befindet sich unter Zwischenfügung eines Isoliermantels in einer äusseren Dose, auf deren Oberfläche die elektrischen Bauelemente zwecks Wärmeabgabe zur Anlage gebracht werden. Bei der bekannten Kühldose ist zwar die vom Kühlfluid beaufschlagte Oberfläche grösser als bei den mäanderförmigen Kanälen; dieser Vorteil wird jedoch durch die Isolierschicht zwischen innerer und äusserer Kühldose zumindest teilweise kompensiert. Aus herstellungstechnischen Gründen müssen die Rippen zwischen den Kanälen eine bestimmte Dicke besitzen und ausserdem nimmt bei zunehmender Rippenzahl die Querschnittsfläche für den Kühlwasserdurchfluss ab, was eine Erhöhung des Druckabfalls zur Folge hat.

Aus der DE-A 3 504 207 ist ein Luft/Luft/Wärmetauscher für Elektronikschränke bekannt, bei dem zur Erzeugung einer möglichst grossen Wärmeübertragungsfläche ein Faltenflächenprofil vorgesehen ist, das von dem Kühlluftstrom beaufschlagt ist.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Kühleinrichtung für elektrische Bauelemente der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Art zu schaffen, die einfach im Aufbau ist und eine grosse Wärmeübertragungsleistung gestattet. Diese Aufgabe wird bei einer Kühleinrichtung der genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Die wesentlichen Vorteile der erfindungsgemässen Kühleinrichtung sind insbesondere darin zu sehen, dass diese aus einfach gestalteten und leicht herstellbaren Teilen besteht, und dass bei einer grossen Wärmeübertragungsfläche ein äusserst geringer Druckverlust in der Kühleinrichtung auftritt.

Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung weist die Einlage quer zur Durchströmungsrichtung eine Vielzahl von Wellen auf, die sich in Durchströmungsrichtung lediglich über eine Teilstrecke der Länge des Hohlraums erstrecken, und mehrere Reihen solcher Wellen sind hintereinander liegend angeordnet, wobei jeweils nachfolgende Reihen gegenüber der vorhergehenden Reihe seitlich versetzt angeordnet ist. Durch diese Massnah-

me wird, ohne zusätzlichen Materialeinsatz und bei Aufrechterhaltung des freien Durchtrittsquerschnitts für die Kühlflüssigkeit, eine intensive Verwirbelung der Kühlflüssigkeit erzeugt. Diese Turbulenzen verhindern laminare Strömungen und gewährleisten so einen effizienten Wärmeübergang von dem metallischen Bauteil auf die Kühlflüssigkeit. Um den Wärmefluss von dem metallischen Bauteil auf die Einlage zu erhöhen ist es zweckmässig, dass die Wellen etwa rechteckförmig oder trapezförmig ausgebildet sind. Dadurch wird die Anlagefläche der Einlage an dem metallischen Bauteil vergrössert. Zur optimalen Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Fläche in dem Hohlraum wird weiterhin vorgeschlagen, dass die Reihen der Wellen unmittelbar aufeinanderfolgend ohne Abstand angeordnet sind.

Es ist ausserdem von Vorteil, dass die Einlage einstückig ist und aus einem Aluminiumblech besteht, das in guter wärmeleitender Verbindung mit dem metallischen Bauteil steht. Das Aluminiumblech besitzt vorzugsweise eine Dicke von etwa 0,15 mm und die Teilstrecke beträgt etwa 2 mm bis 5 mm. Diese Massnahmen bzw. Abmessungen gewährleisten, dass der Druckabfall äusserst gering gehalten wird und eine Vielzahl von Verwirbelungsstellen zur Turbulenzerzeugung vorhanden sind. Zur guten Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Hohlraums sollte die Einlage sich über mehr als 90% der Fläche des Hohlraums erstrecken. Gemäss einer ersten Ausführungsvariante ist der Hohlraum durch eine Aussparung in einem der Bauteile gebildet und das andere Bauteil ist als ebene Platte ausgeführt, welche die Aussparung abdeckt. Zur Standardisierung der Bauteile besteht eine zweite Ausführungsvariante darin, dass beide Bauteile etwa gleich dick sind und jedes dieser Bauteile eine Aussparung besitzt, die gemeinsam den Hohlraum bilden. Die Tiefe beider Aussparungen zusammen entspricht dann der Höhe der Einlage. Der Zusammenbau bzw. die Verbindung der Teile kann auf verschiedene Arten erfolgen. Dabei wird als vorteilhaft angesehen, dass beide Bauteile aus dem gleichen Material bestehen und an ihren Rändern sowie mit der Einlage stoffschlüssig verbunden sind. Für Kühleinrichtungen bei denen das zweite Bauteil nicht aus Metall sein muss oder aus irgendwelchen Gründen ein metallischer Werkstoff ungeeignet ist, wird als zweckmässig angesehen, dass zwischen den Bauteilen, entlang des den Hohlraum umgebenden Randes, eine Dichtung angeordnet ist und die beiden Bauteile mechanisch miteinander verbunden sind.

Die erfindungsgemässe Kühleinrichtung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert:

In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine mechanisch verbundene Kühleinrichtung;

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III-III in Fig. 2;

Fig. 4 eine Ausführungsvariante zu Fig. 1 mit stoffschlüssiger Verbindung der Bauteile; und

Fig. 5 bis Fig. 7 verschiedene Wellenformen der Einlage.

Die Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch eine Kühleinrichtung 10, die als flacher Quader gestaltet ist und im wesentlichen aus zwei plattenförmigen Bauteilen 11 und 12 besteht. Sowohl das erste Bauteil 11 als auch das zweite Bauteil 12 bestehen aus metallischen Werkstoffen. Das erste Bauteil 11 ist mit einer Aussparung 18 versehen, durch die zwischen dem ersten Bauteil 11 und dem zweiten Bauteil 12 – welches als ebene Platte gestaltet ist – ein Hohlraum 14 begrenzt wird, in dem eine Einlage 13 aus einem metallischen gewellten Band angeordnet ist. Die Einlage 13 ist an dem ersten Bauteil 11 angelötet. Entlang des Randes des Hohlraums 14 ist zwischen dem ersten Bauteil 11 und dem zweiten Bauteil 12 eine Dichtung 15 vorgesehen, so dass der flüssigkeitsdurchströmte Hohlraum 14 gegen die Aussenseite abgedichtet ist. Das erste Bauteil 11 ist mit Gewindebohrungen 16 versehen, die zur Aufnahme von Schrauben 17 dienen, mit deren Hilfe das zweite Bauteil 12 an dem ersten Bauteil 11 mechanisch befestigt wird. Mit den Pfeilen Q ist die Wärmeeinwirkung auf die Kühleinrichtung 10 bezeichnet, wobei diese Wärme von auf der Oberfläche der Kühleinrichtung 10 montierten elektischen Bauteilen erzeugt wird.

In Fig. 2 ist die flächenmässige Ausdehnung der Aussparung 18 im ersten Bauteil 11 der Kühleinrichtung 10 erkennbar, wobei an den jeweiligen Schmalseiten des ersten Bauteiles 11 die Anschlüsse für eine Kühlmittelleitung angeordnet sind. Mit dem Bezugszeichen 22 ist ein Zulaufanschluss und mit dem Bezugszeichen 23 ein Ablaufanschluss bezeichnet. In dem durch die Aussparung 18 gebildeten Hohlraum befindet sich die Einlage 13, die aus einem gewellten Metallblech 25 besteht. Die Wellen verlaufen dabei quer zur Durchströmungsrichtung des Kühlfluids, wobei – in Strömungsrichtung gesehen – diese Wellenanordnung lediglich über eine Teilstrecke s der Gesamtlänge l des Hohlraums 14 reicht. Weil die Teilstrecke s pro Reihe 20, 21 relativ klein gegenüber der Länge l ist, umfasst das gewellte Metallblech 25 eine Vielzahl von Reihen 20, 21, wobei jedoch jeweils aufeinanderfolgende Reihen seitlich gegeneinander versetzt sind. Die Einlage 13 weist zu den stirnseitigen Rändern der Aussparung 18 jeweils einen Abstand a auf, was einer günstigen Verteilung der Kühlflüssigkeit über die gesamte Breite der Aussparung 18 dient.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt entlang der Linie III–III in Fig. 2. Es wird daraus deutlich, dass die in der Aussparung 18 des ersten Bauteils 11 befindliche Einlage 13 eine quer zur Durchströmungsrichtung verlaufende Wellung aufweist, wobei diese Wellung rechteckförmig ist.

In Fig. 4 ist eine weitere Ausführungsform einer Kühleinrichtung 30 gezeigt, die aus einem ersten Bauteil 31, das eine sich annähernd über die gesamte Länge erstreckende Aussparung 33 besitzt und einer ebenen Platte 32 als zweites Bauteil besteht. Die Aussparung 33 bildet zwischen dem ersten Bauteil 31 und der ebenen Platte 32 einen Hohlraum 34 in dem sich die Einlage 13 befindet, die nahezu über die gesamte Länge des Hohlraums 34 reicht. In den Hohlraum 34 mündet auf einer Seite des ersten Bauteils 31 ein Zulaufanschluss 35

und am anderen Ende des Hohlraums 34 befindet sich in dem ersten Bauteil 31 ein Ablaufanschluss 36. Die Bauteile 31 und 32 sowie die Einlage 13 bestehen aus Aluminium und sind an ihren Anlageflächen jeweils miteinander verlötet.

In Fig. 5 ist ein Ausschnitt der Einlage 13 – in Kühlmittelströmungsrichtung gesehen – vergrössert dargestellt. Die Einlage besteht aus einem gewellten Metallblech 25, wobei die Wellung annähernd senkrechte Flanken 26 und ebene Amplituden 27 umfasst. Die mit Schraffur dargestellte Wellung entspricht der ersten Reihe 20 der Wellen, wobei die nachfolgende Reihe 21 der Wellen gegenüber der Reihe 20 seitlich versetzt angeordnet ist, was durch die in gleicher Weise gestalteten Flanken 26\* und Amplituden 27\* dargestellt ist.

Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt einer vergrösserten Darstellung von einer weiteren Ausführungsform der Einlage 13, die in diesem Fall V-förmig angeordnete Flanken und kuppenförmige Amplituden besitzt. Auf den seitlichen Versatz, bzw. auf die Anordnung einzelner Reihen von Wellen wurde hierbei verzichtet.

Fig. 7 zeigt eine ähnlich gestaltete Einlage 13 wie Fig. 5, die ebenfalls aus einem Metallblech 25 besteht. Im Gegensatz zur Fig. 5 ist jedoch die Wellenform trapezförmig, d.h. zwischen eben verlaufenden Amplituden 27 befinden sich schräg verlaufende Flanken 26.

## Patentansprüche

1. Kühleinrichtung für elektrische Bauelemente mit zumindest einem flüssigkeitsdurchströmten flachen Hohlraum sowie Zulauf- und Ablaufanschlüssen, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (14, 34) zwischen zwei im wesentlichen plattenförmigen Bauteilen (11, 12; 31, 32) gebildet ist, von denen mindestens ein erstes Bauteil (11, 31) aus Metall besteht, und dass in dem Hohlraum (14, 34) eine etwa die Form eines gewellten Bandes aufweisende Einlage (13) angeordnet ist.

2. Kühleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlage (13) quer zur Durchströmungsrichtung eine Vielzahl von Wellen aufweist, die sich in Durchströmungsrichtung lediglich über eine Teilstrecke (s) der Länge (l) des Hohlraums (14, 34) erstrecken und mehrere Reihen (20, 21) solcher Wellen hintereinander liegend angeordnet sind, wobei die jeweils nachfolgende Reihe (21) gegenüber der vorhergehenden Reihe (20) seitlich versetzt angeordnet ist.

3. Kühleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellen etwa rechteckförmig oder trapezförmig sind.

4. Kühleinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Reihen (20, 21) der Wellen unmittelbar aufeinanderfolgend ohne Abstand angeordnet sind.

5. Kühleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlage (13) einstückig ist und aus einem Aluminiumblech (25) besteht, das in guter wärmeleitender Verbindung mit dem metallischen Bauteil (11, 31) steht.

6. Kühleinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Aluminiumblech (25) eine Dicke von etwa 0,15 mm besitzt.

7. Kühleinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilstrecke (s) etwa 2 mm bis 5 mm beträgt.

5

8. Kühleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlage (13) sich über mehr als 90% der Fläche des Hohlraums (14, 34) erstreckt.

10

9. Kühleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (14, 34) durch eine Aussparung (18, 33) in dem ersten Bauteil (11, 31) gebildet und das zweite Bauteil (12, 32) eine ebene Platte ist, welche die Aussparung (18, 33) abdeckt.

15

10. Kühleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass beide Bauteile etwa gleich dick sind und jedes dieser Bauteile eine Aussparung besitzt, die gemeinsam den Hohlraum bilden.

20

11. Kühleinrichtung nach den Ansprüchen 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, dass beide Bauteile (31, 32) aus dem gleichen Material bestehen und an ihren Rändern sowie mit der Einlage (13) stoffschlüssig verbunden sind.

25

12. Kühleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Bauteilen (11, 12) entlang des den Hohlraum (14) umgebenden Randes eine Dichtung (15) angeordnet ist und die beiden Bauteile (11, 12) mechanisch miteinander verbunden sind.

30

35

40

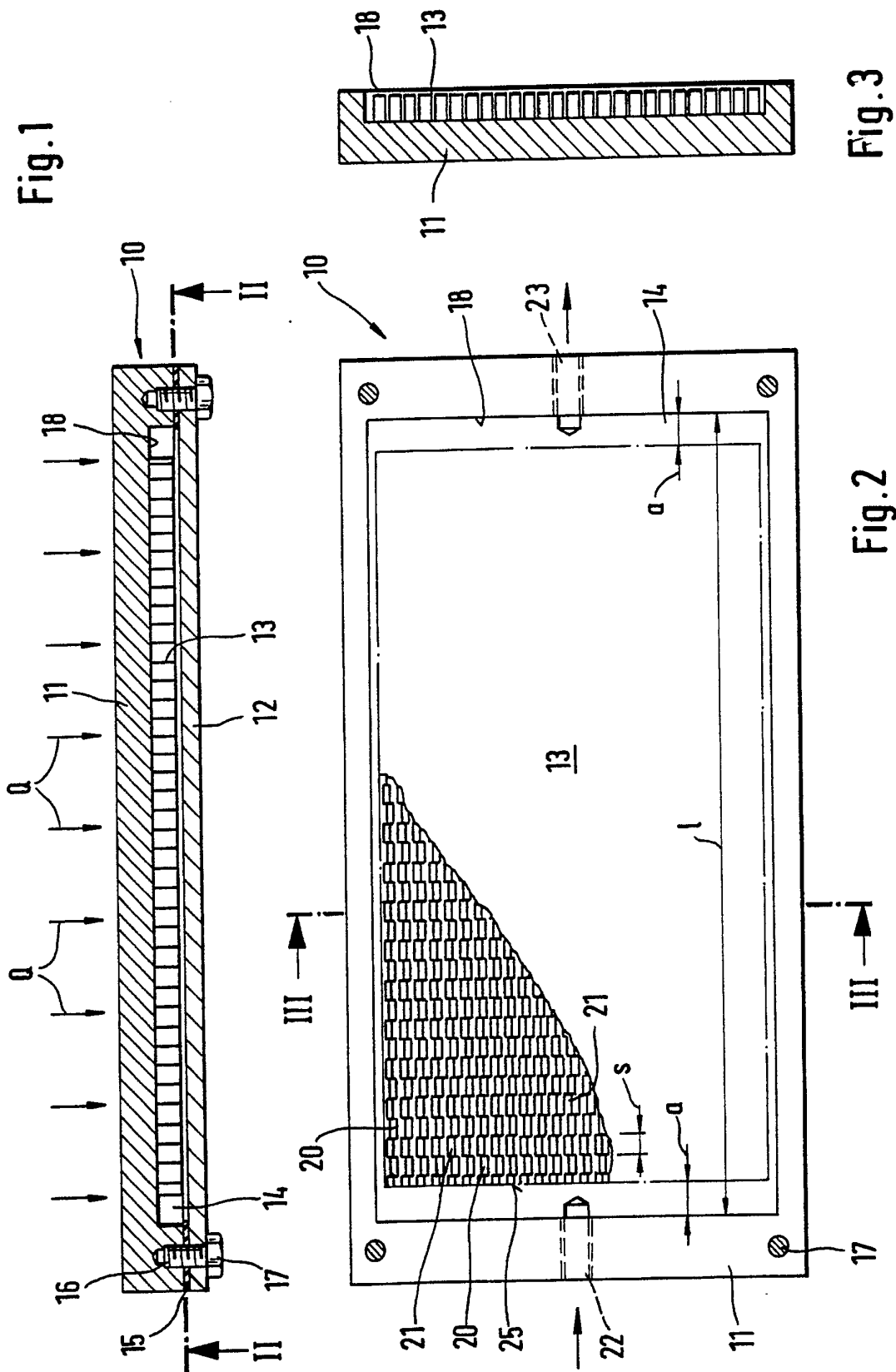
45

50

55

60

65



**Fig. 3**

**Fig. 2**

**Fig. 3**

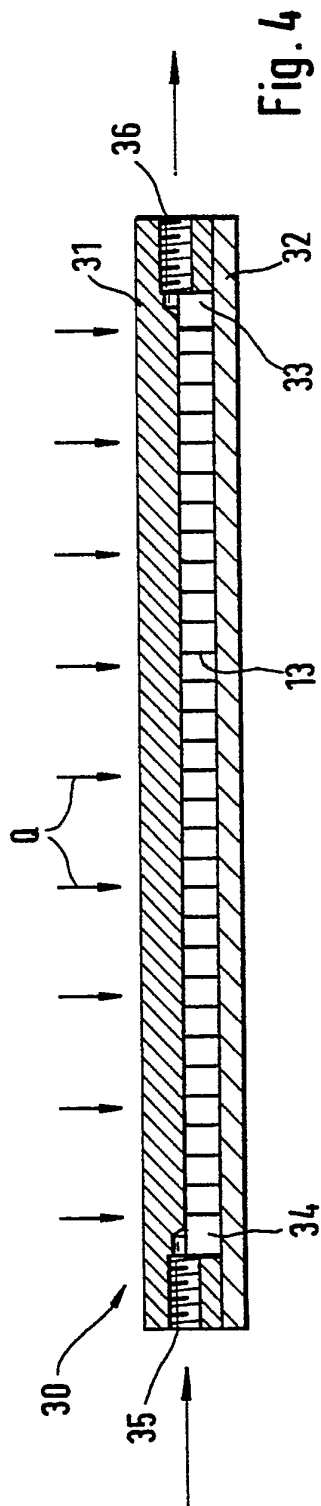


Fig. 7

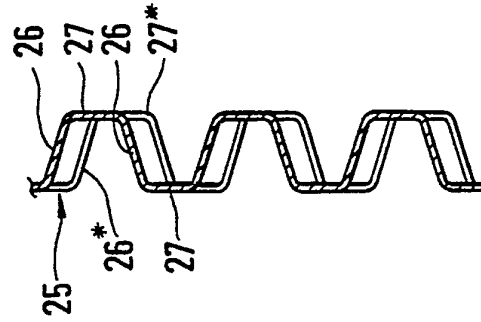


Fig. 6

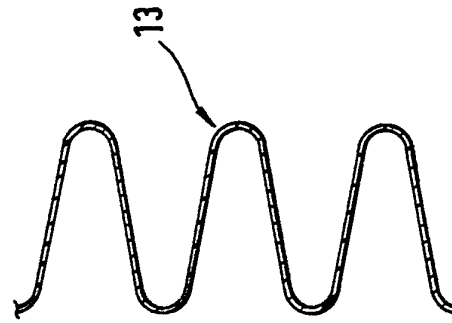


Fig. 5

