



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 675466 A5

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: F 23 L 17/02  
E 04 F 17/02

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENT SCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 2295/87

⑫② Anmeldungsdatum: 18.06.1987

⑫④ Patent erteilt: 28.09.1990

⑫⑤ Patentschrift veröffentlicht: 28.09.1990

⑦③ Inhaber:  
Maria Sibylle Basten, Igis

⑦② Erfinder:  
Basten, Gert, Igis

⑦④ Vertreter:  
Dipl.-Ing. H.R. Werffeli, Zollikerberg

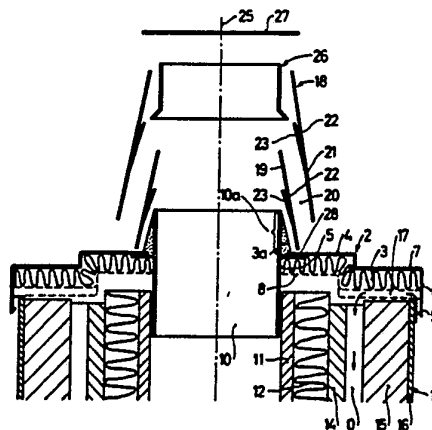
⑤④ **Schornsteinabdeckelement sowie ein mit einem solchen versehenen Schornsteinaufsatz.**

⑤⑦ Das Schornsteinabdeckelement (2) dient zur Überdeckung des Schornsteinkopfes von gemauerten oder aus Schornsteinelementen erstellten Schornsteinen.

Um Kältebrücken und die dabei entstehende äusserst nachteilige Kondensatbildung im Abgasaustrittsbereich des Schornsteines zu vermeiden, weist das Abdeckelement (2) einen die nach oben gerichtete Stirnseite des Schornsteinkopfes überdeckenden, aus Wärmedämmstoff bestehenden Wärmedämmteil (3) auf. Dieser Wärmedämmteil (3) ist auf seiner Ober-, Innen- und Aussenseite (4, 5, 6) von einer wasserundurchlässigen Ummantelung (7) umgeben, und erstreckt sich von der Aussenseite der Dehnfugenmanschette (10) bis über die Aussenkante des Schornsteines. Die Dehnfugenmanschette (10) ist über eine praktisch nicht wärmeleitende Silikonkautschukschicht (28) wärmeisoliert fest mit der nach unten gerichteten Oberfläche der Oberseite (4) der Ummantelung (7) fest verbunden.

Die Unterseite des Wärmedämmstoffes (3) wird durch ein Kupfernetz (8) oder ein paar Kupferbänder abgestützt und daher praktisch vollflächig von der durch die Hinterlüf-

tungskanäle (0) strömenden Zirkulationsluft, die hinter dem Abtropfblech (9) ins Freie entweicht, bestrichen.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Schornsteinabdeckelement zur Überdeckung des Schornsteinkopfes eines gemauerten oder aus Schornsteinelementen erstellten Schornsteines bis auf eine Rauchgasdurchtrittsöffnung, sowie einen mit einem solchen Schornsteinabdeckelement versehenen Schornsteinaufsatz.

Es ist bekannt, zur Überdeckung des Schornsteinkopfes von gemauerten Schornsteinen massive, aus Beton hergestellte Abdeckplatten zu verwenden, welche mit den daran anbetonierten und in das Schornsteininnere hineinragenden metallischen Dehnfugenmanschetten regelrechte Kältebrücken bilden und die Kondensatbildung im Innern des Schornsteinkopfes insbesondere bei den heute propagierten niedrigen Abgastemperaturen extrem fördern, was für die Lebensdauer des letzteren äusserst nachteilig ist.

Werden mit Hinterlüftung versehene, wärmeisolierte Schornsteine eingesetzt, dann ist darauf zu achten, dass jede Kondensatfeuchtigkeit von den dabei verwendeten Wärmedämmstoffen ferngehalten wird, da Luft eine etwa 25mal bessere Wärmedämmfähigkeit aufweist als Wasser. Füllen sich die Poren von Bau- und Wärmedämmstoffen mit Kondensatwasser, dann verlieren sie ihre Wärmedämmwirkung und die Kondensatbildung wird noch weiter verstärkt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist insbesondere die Schaffung eines diese herkömmlichen Abdeckplatten ersetzenden Schornsteinabdeckelementes, welches diese vorerwähnten Nachteile nicht aufweist.

Diese Aufgabe wird bei einem Schornsteinabdeckelement der eingangs genannten Art erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass dieses Abdeckelement einen die nach oben gerichtete Stirnseite des Schornsteinkopfes zu überdecken, die Rauchgasdurchtrittsöffnung jedoch freizulassen bestimmten, aus Wärmedämmstoff bestehenden Wärmedämmteil aufweist, welcher auf seiner Ober-, sowie in horizontaler Richtung gesehen Innen- und Aussenseite von einer wasserundurchlässigen Ummantelung umgeben ist, dass diese die Rauchgasdurchtrittsöffnung begrenzende Ummantelung aus Metall besteht und nicht wärmeleitend und dadurch die Kältebrücke unterbrechend, mit der restlichen Ummantelung fest verbunden ist.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Innenseite, z.B. mittels temperatur- und abgasbeständigem Silikonkautschuk, nicht wärmeleitend mit der nach unten gerichteten Seite der Oberseite der Ummantelung verbunden ist, so dass die im Einsatz vom durchströmendem Abgas bestrichene Innenseite nicht vom übrigen kalten Teil der Ummantelung abgekühlt werden kann.

Zur einfachen Herstellung ist es zweckmässig, wenn der die Innenseite der Ummantelung bildende Teil durch eine Dehnfugenmanschette gebildet ist, welche sich in ihrer Axialrichtung über den Wärmedämmteil hinaus nach unten erstreckt.

Dabei ist es insbesondere bei Verwendung eines Schornsteinaufsatzes zweckmässig, wenn die

Dehnfugenmanschette sich in ihrer Axialrichtung über den Wärmedämmteil hinaus nach oben erstreckt, und dieser nach oben über den Wärmedämmteil hinaus sich erstreckende Teil der Dehnfugenmanschette auf seiner Aussenseite von einem Wärmedämmstoff umgeben ist.

Dabei ist es ebenfalls zweckmässig, wenn die Unterseite des Wärmedämmteiles auf einem mit der Ummantelung verbundenen Rahmen, Netz oder gelochtem Halterungsteil aufliegt, und der letztere vorzugsweise aus schlecht wärmeleitendem Material besteht oder über solches mit der Ober- und Aussenseite der Ummantelung verbunden ist.

Zur sicheren Trockenhaltung des zum Beispiel aus Mineralfasern bestehenden Wärmedämmmaterials ist es vorteilhaft, wenn das Schornsteinelement derart ausgebildet ist, dass bei Anordnung auf dem Schornsteinkopf mindestens ein Teil des Wärmedämmteiles mit der Aussenatmosphäre in Luftzirkulationsverbindung steht.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die Ummantelung aus einer Kupferlegierung oder aus Chromnickelstahl besteht.

Es ist ferner zweckmässig, wenn dieses Schornsteinabdeckelement auf seiner Aussenseite mit einem den Schornsteinkopf seitlich überragenden und nach unten sich erstreckenden Abtropfblech versehen ist.

Wenn das erfindungsgemässe Schornsteinabdeckelement für einen mit Hinterlüftung versehenen Schornstein verwendet werden soll, dann ist es zweckmässig, wenn es mit Distanziernmitteln zur Bildung mindestens eines zwischen seiner Unterseite und der nach oben gerichteten Stirnseite des zu überdeckenden Schornsteinkopfes radial verlaufenden, bis in die Aussenatmosphäre sich erstreckenden Lüftungsschlitzes versehen ist (Fig. 1).

Wenn das erfindungsgemässe Schornsteinabdeckelement für einen ganz normalen Schornstein ohne Hinterlüftung verwendet werden soll, dann ist es vorteilhaft, wenn seine Unterseite zur Auflage auf der nach oben gerichteten Stirnseite des Schornsteinkopfes ausgebildet ist und diese Stirnseite radial nach aussen überragt, und dass mindestens dieser Teil der Unterseite, welcher dazu bestimmt ist, die Stirnseite des Schornsteines seitlich zu überragen, luftdurchlässig ausgebildet ist (Fig.2).

Es ist ausserdem zweckmässig, wenn die Innenseite der Ummantelung über einen temperaturbeständigen Silikonkautschuk, vorzugsweise mit der nach unten gerichteten Oberfläche der Oberseite der Ummantelung nicht wärmeleitend mit der letzteren verbunden ist, so dass dadurch die Kältebrücke sicher unterbrochen wird.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ferner ein Schornsteinaufsatz mit einem Schornsteinabdeckelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11. Dabei ist es vorteilhaft, wenn der Schornsteinaufsatz ein Aufsatzelement aufweist, das über wärmedämmende, die Kältebrücke unterbrechende Mittel, mit dem Schornsteinabdeckelement verbunden ist.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn dieser Schorn-

steinaufsatz ein Aufsatzelement aufweist, das mit einem koaxial zu einer vorzugsweise als Rohrstutzen ausgebildeten Dehnfugenmanschette angeordneten, mindestens annähernd pyramidenstumpfförmigen Innenmantel, der den Rohrstutzen nach oben überragt, sowie einem koaxial zu letzterem angeordneten, den Innenmantel nach oben überragenden und von diesem unter Bildung einer Ringkammer distanzierten Aussenmantel, der mindestens annähernd die Form der Mantelfläche eines regulären Prismas oder eines Pyramidenstumpfes aufweist, versehen ist, und vorzugsweise in mindestens einigen der den Innen- und/oder Aussenmantel bildenden Flächen mindestens je eine Durchströmöffnung vorgesehen ist.

Zweckmässige Weiterausgestaltungen des erfindungsgemässen Schornsteinaufsatzes sind Gegenstand der Ansprüche 15 und 16.

Nachstehend wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine teilweise im Schnitt dargestellte erste beispielsweise Ausführungsform eines mit einem erfindungsgemässen Schornsteinabdeckelement versehenen Schornsteinaufsatzes; und

Fig. 2 eine teilweise im Schnitt dargestellte zweite beispielsweise Ausführungsform eines mit einem erfindungsgemässen Schornsteinabdeckelement versehenen Schornsteinaufsatzes.

Wie aus Figur 1 ersichtlich, weist das zur Überdeckung des Schornsteinkopfes eines gemauerten und über die Kanäle 0 hinterlüfteten Schornsteines 1 vorgesehene Schornsteinabdeckelement 2 einen die nach oben gerichtete Stirnseite des Schornsteinkopfes überdeckenden, aus stark wärmedämmenden Wärmedämmstoff bestehenden Wärmedämmteil 3 auf, welcher auf seiner Ober-, Innen- und Aussenseite 4,5 respektive 6 von einer wasserundurchlässigen Ummantelung 7 umgeben ist. Dabei wird die Innenseite 5 der Ummantelung 7 durch eine abgasfeste Dehnfugenmanschette 10 gebildet, welche sich in ihrer Axialrichtung über den Wärmedämmteil 3 hinaus nach unten in das Schamottenrohr hinein erstreckt. Die Ober- und die Aussenseite 4 und 6 der Ummantelung 7 bestehen aus einem etwa 1 mm starkem Kupferblech. Die Dehnfugenmanschette 10 ist zur Vermeidung jeglicher Kältebrücke über eine temperaturbeständige Silikonkautschukschicht 28 mit der nach unten gerichteten Oberfläche der Oberseite 4 der Ummantelung 7 fest verbunden, und kann somit von der kalten Aussenluft nicht abgekühlt werden, da sie sich derart im Innern der Ummantelung befindet.

Um zu vermeiden, dass der Wärmedämmstoff mit der Zeit feucht wird und dadurch seine wärmedämmenden Eigenschaften weitgehend verliert, liegt die Unterseite des Wärmedämmteiles 3 auf einem mit der Ummantelung 7 verbundenen Netz 8 auf, welches aus schlecht wärmeleitendem Material wie zum Beispiel Nylon besteht.

Auf seiner Aussenseite ist das Abdeckelement 2 mit einem den Schornsteinkopf seitlich überragenden und nach unten sich erstreckenden Abtropfblech 9 versehen.

Auf seiner Innenseite weist das dargestellte Schornsteinabdeckelement wie bereits erwähnt eine kältebrückenisolierte Dehnfugenmanschette 10 auf, welche in ein Schamottenrohr 11 eingreift. Das Schamottenrohr 11 seinerseits ist von einer Wärmedämmschicht 12 und diese wiederum von einem mit Hinterlüftungskanälen 0 versehenen Mantelstein 14 umgeben. Danach folgt die Ummauerung 15 und der Aussenputz 16.

Um eine Längenausdehnung des Schamottenrohres 11 nicht zu behindern, ist das Abdeckelement gegen die Dehnfugenmanschette 10 zu nach oben abgestuft ausgebildet. Mit dem äusseren, nach unten abgestuft ausgebildeten Teil liegt das Abdeckelement unter Bildung von in radialer Richtung von innen nach aussen sich erstreckenden Lüftungskanälen 17 auf der Schornsteinummantelung auf. Dazu kann zum Beispiel das Gitter 8 in diesem Bereich entsprechend gewellt ausgebildet sein. Auf diese Weise kann nun die zur Hinterlüftung dienende, durch die vertikal verlaufenden Kanäle 0 nach strömende Luft über die horizontal sich erstreckenden Lüftungskanäle 17 nach aussen ins Freie entweichen oder zu den dezentralen Feuerstätten gelangen. Der Schornstein selber kann zum Beispiel wie der von der Firma Schiedel GmbH. & Co., München, angebotene, mit Hinterlüftung versehene Schiedel-Isolierschornstein Typ SIH ausgebildet sein.

Auf die dargestellte Weise wird somit gleichzeitig auch eine einwandfreie Hinterlüftung des aus Wärmedämmstoff bestehenden Innenteils 3 erreicht, so dass dessen wärmedämmenden Eigenschaften selbst bei ungünstigsten Einsatzbedingungen voll erhalten bleiben.

Da die aus einer Chromstahllegierung bestehende Dehnfugenmanschette 10 gut wärmeleitend ist, und nicht von Aussenteilen des Schornsteinabdeckelementes über Kältebrücken abgekühlt werden kann, wird jede unerwünschte Eisbildung auf der Dehnfugenmanschette vermieden und gleichzeitig die Isolation 3 absolut trocken und damit dank der letzteren selbst der Austrittsbereich des Schamottenrohres 11 und die Dehnfugenmanschette 10 auf der gewünschten Temperatur gehalten.

Im in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Schornsteinabdeckelement 2 über eine nicht dargestellte wärmedämmende Verbindung mit einem Schornsteinaufsatz 18 zu einer einzigen Einheit verbunden.

Dieser Schornsteinaufsatz ist mit einem koaxial zum als Dehnfugenmanschette 10 ausgebildeten Rohrstutzen angeordneten, annähernd pyramidenstumpfförmigen Innenmantel 19 versehen, der diesen Rohrstutzen 10 nach oben überragt, sowie mit einem koaxial zu letzterem angeordneten, den Innenmantel 19 nach oben überragenden und von diesem unter Bildung einer Ringkammer 20 distanzierten, ebenfalls annähernd pyramidenstumpfförmigen Aussenmantel 21.

Zur Erzielung möglichst konstanter Druckverhältnisse an der Austrittsmündung des Schornsteines, das heisst im Innern des Schornsteinaufsatzes, und zwar über einen möglichst grossen Anströmbereich des Schornsteinaufsatzes 18, sind

die den Innen- und den Aussenmantel 19 respektive 21 bildenden Flächen wie zum Beispiel aus der nicht vorveröffentlichten EP-Veröffentlichungsschrift Nr. 0 294 336 bekannt, Durchströmöffnungen 22 vorgesehen, denen Strömungsumlenklappen 23 zugeordnet sind.

Bei dem in Figur 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel sind zu dem in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel analoge Teile mit den gleichen Überweisungszeichen versehen, so dass sich eine nochmalige Beschreibung dieser Teile erübrigt.

Bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel ist das Abdeckelement mit seiner gitterförmig ausgebildeten Unterseite auf der nach oben gerichteten Stirnseite eines konventionellen, nicht hinterlüfteten Schornsteines direkt aufgesetzt.

Die Trockenhaltung bzw. Hinterlüftung des Wärmedämmstoffes 3 wird dadurch erreicht, dass der seitlich die Stirnseite des Schornsteines überragende Teil dieses Wärmedämmstoffes 3 über das Gitter 8 und den zwischen der Aussenseite der Ummauerung 15 und der Innenseite des Abtropfbleches 9 gebildeten, nach unten offenen, ringförmigen Zwischenraum 24 mit der Aussenatmosphäre in Verbindung steht.

Auf diese Weise wird auch bei dieser Anordnung die Austrittsseite des Schornsteines sowie die über die aus temperaturbeständigem Silikonkautschuk bestehende Wärmeisolierung 28 mit der nach unten gerichteten Oberfläche der Oberseite 4 der Ummantelung 7 fest verbundene Dehnfugenmanschette 10 auf der gewünschten Temperatur gehalten und jedwelle Kondensatbildung im Abgasaustrittsbereich des Schornsteines vermieden.

#### Patentansprüche

1. Schornsteinabdeckelement zur Überdeckung des Schornsteinkopfes eines gemauerten oder aus Schornsteinelementen erstellten Schornsteines bis auf eine Rauchgasdurchtrittsöffnung, dadurch gekennzeichnet, dass dieses Abdeckelement einen die nach oben gerichtete Stirnseite des Schornsteinkopfes zu überdecken, die Rauchgasdurchtrittsöffnung jedoch freizulassen bestimmten, aus Wärmedämmstoff bestehenden Wärmedämmteil (3) aufweist, welcher auf seiner Ober-, sowie in horizontaler Richtung gesehen Innen- und Aussenseite (4, 5, 6) von einer wasserundurchlässigen Ummantelung (7) umgeben ist, dass diese die Rauchgasdurchtrittsöffnung begrenzende Innenseite (5) aus Metall besteht und nicht wärmeleitend, und daher die Kältebrücke unterbrechend, mit der restlichen Ummantelung verbunden ist.

2. Schornsteinabdeckelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenseite (5) der Ummantelung (7) nicht wärmeleitend mit der nach unten gerichteten Seite der Oberseite (4) fest verbunden ist.

3. Schornsteinabdeckelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenseite (5) der Ummantelung (7) durch eine Dehnfugenmanschette (10) gebildet ist, welche sich in ihrer Axialrichtung über den Wärmedämmteil (3) hinaus nach unten erstreckt.

4. Schornsteinabdeckelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dehnfugenmanschette (10) sich in ihrer Axialrichtung über den Wärmedämmteil (3) hinaus nach oben erstreckt, und dieser nach oben über den Wärmedämmteil (3) hinaus sich erstreckende Teil (10a) der Dehnfugenmanschette (10) auf seiner Aussenseite von einem Wärmedämmstoff (3a) umgeben ist.

5. Schornsteinabdeckelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass es derart ausgebildet ist, dass bei Anordnung auf dem Schornsteinkopf mindestens ein Teil des Wärmedämmstoffes (3) mit der Aussenatmosphäre in Luftzirkulationsverbindung steht.

6. Schornsteinabdeckelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterseite des Wärmedämmstoffes (3) auf einem mit der Ummantelung (7) verbundenen Rahmen, Netz oder gelochtem Halterungsteil (8) aufliegt, und der letztere vorzugsweise aus schlecht wärmeleitendem Material besteht oder über solches mit der Ober- und Aussenseite (4, 6) der Ummantelung verbunden ist.

7. Schornsteinabdeckelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ummantelung (7) aus einer Kupferlegierung oder aus Chromnickelstahl besteht.

8. Schornsteinabdeckelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass es auf seiner Aussenseite mit einem den Schornsteinkopf seitlich überragenden und nach unten sich erstreckenden Abtropfblech (9) versehen ist.

9. Schornsteinabdeckelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8 für einen mit Hinterlüftung versehenen Schornstein, dadurch gekennzeichnet, dass es mit Distanzierungsmitteln zur Bildung mindestens eines zwischen seiner Unterseite und der nach oben gerichteten Stirnseite des zu überdeckenden Schornsteinkopfes radial verlaufenden, bis in die Aussenatmosphäre sich erstreckenden Lüftungsschlitzes (17) versehen ist (Fig. 1).

10. Schornsteinabdeckelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass seine Unterseite zur Auflage auf der nach oben gerichteten Stirnseite des Schornsteinkopfes ausgebildet ist und diese Stirnseite radial nach aussen überragt, und dass mindestens dieser Teil der Unterseite, welcher dazu bestimmt ist, die Stirnseite des Schornsteines seitlich zu überragen, luftdurchlässig ausgebildet ist (Fig. 2).

11. Schornsteinabdeckelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenseite (5) der Ummantelung (7) über einen temperaturbeständigen Silikonkautschuk (28), vorzugsweise mit der nach unten gerichteten Oberfläche der Oberseite (4) der Ummantelung (7), nicht wärmeleitend mit der letzteren verbunden ist, so dass dadurch die Kältebrücke sicher unterbrochen wird.

12. Schornsteinaufsatz mit einem Schornsteinabdeckelement (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Schornsteinaufsatz nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Aufsatzelement aufweist, das über wärmedämmende, die Kälte-

brücke unterbrechende Mittel, mit dem Schornsteinabdeckelement (2) verbunden ist.

14. Schornsteinaufsatz nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Aufsatzelement aufweist, das mit einem coaxial zu einer vorzugsweise als Rohrstutzen (10) ausgebildeten Dehnfugenmanschette angeordneten, mindestens annähernd pyramidenstumpfförmigen Innenmantel (19), der den Rohrstutzen (10) nach oben überragt, sowie einem coaxial zu letzterem angeordneten, den Innenmantel (19) nach oben überragenden und von diesem unter Bildung einer Ringkammer (20) distanzierten Aussenmantel (21), der mindestens annähernd die Form der Mantelfläche eines regulären Prismas oder eines Pyramidenstumpfes aufweist, versehen ist, und vorzugsweise in mindestens einigen der den Innen- und/oder Aussenmantel bildenden Flächen mindestens je eine Durchströmöffnung (22) vorgesehen ist.

15. Schornsteinaufsatz nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Rohrstutzen über wärmedämmende Elemente, die die Kältebrücke unterbrechen, mit dem Aufsatzelement verbunden und vorzugsweise als mit dem Schornsteinabdeckelement (2) verbundene Dehnfugenmanschette (10) ausgebildet ist.

16. Schornsteinaufsatz nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass im Innern des Oberteils des Aussenmantels (21) ein durch dessen obere Austrittsöffnung sich erstreckender, den Aussenmantel (21) nach oben überragender, coaxial zur Aufsatzlängsachse (25) angeordneter und längs dieser sich erstreckender rohrförmiger Strömungsführungsteil (26) angeordnet ist, dessen untere Eintrittsöffnung nach aussen abgewinkelt ist und in achsialer Richtung des Aufsatzes gesehen die obere Austrittsöffnung des Innenmantels (19) überragt, und dessen obere Austrittsöffnung von der Unterseite eines Abdeckteiles (27) distanziert ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

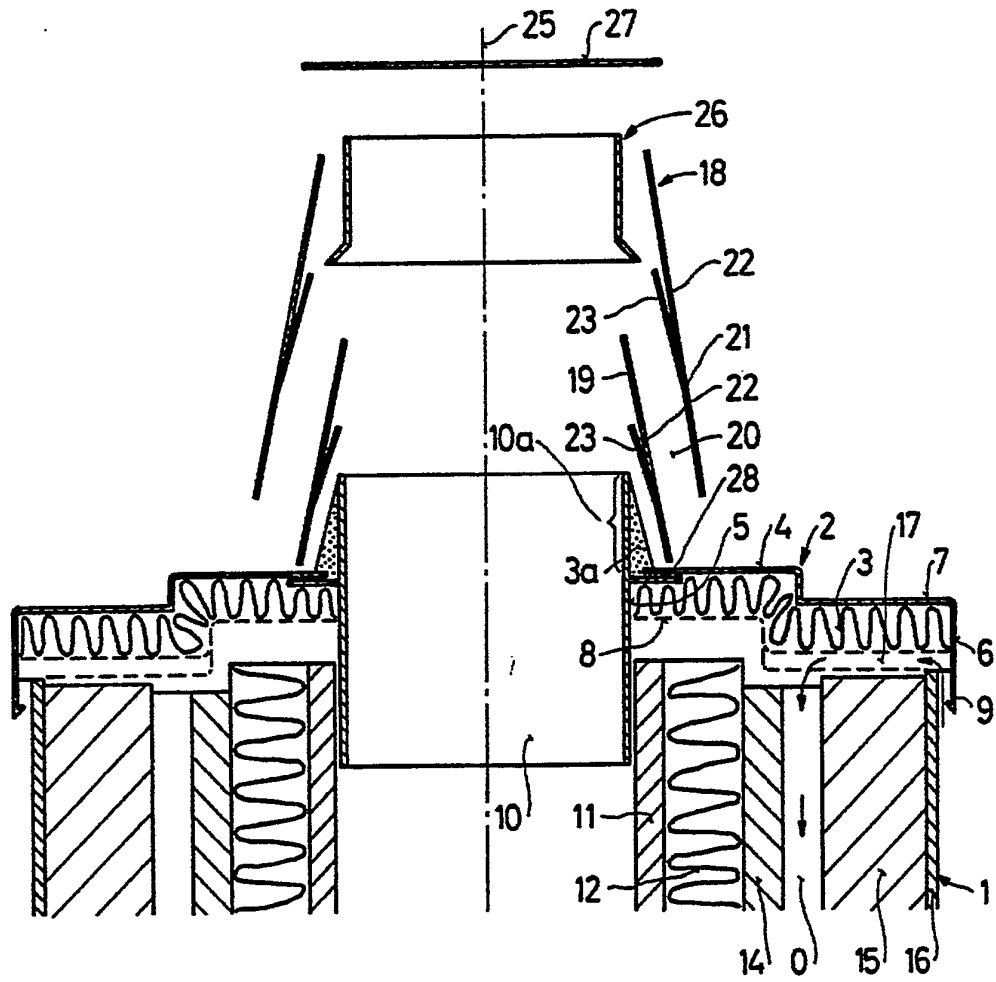
50

55

60

65

5



**Fig. 1**

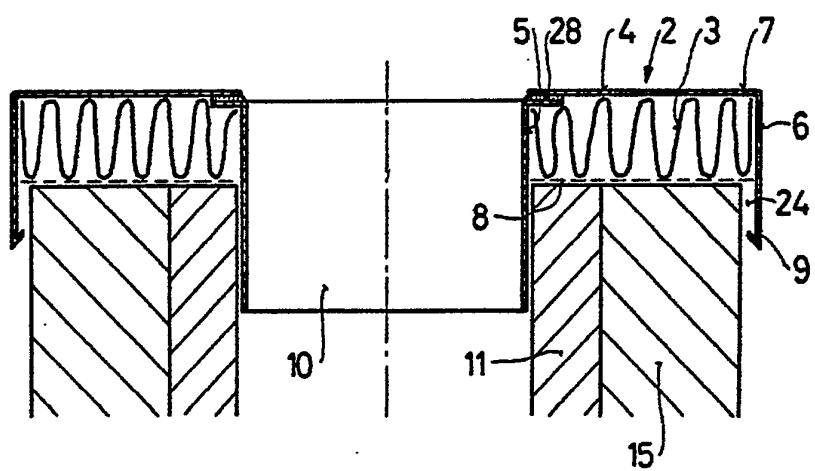


Fig. 2