

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 658 723 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94119579.4**

(51) Int. Cl.⁶: **F23M 5/00**

(22) Anmeldetag: **10.12.94**

(30) Priorität: **17.12.93 DE 4343120**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.06.95 Patentblatt 95/25

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(71) Anmelder: **ABB PATENT GmbH**
Kallstadter Strasse 1
D-68309 Mannheim (DE)

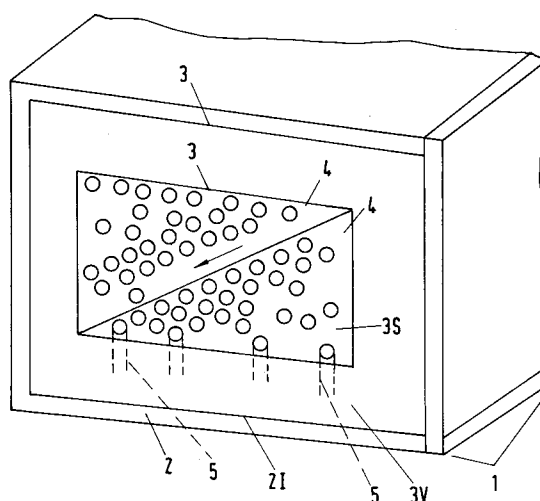
(72) Erfinder: **Kranzmann, Axel, Dr.**
Uhlandstrasse 23
D-70182 Stuttgart (DE)
Erfinder: **Weiler, Ludwig, Dr.**
Hagellachstrasse 35
D-69124 Heidelberg (DE)

(74) Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
c/o ABB Patent GmbH,
Postfach 10 03 51
D-68128 Mannheim (DE)

(54) **Thermische Isolation.**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine thermische Isolation (3) für Innenbereiche von Verbrennungsanlagen und Gasturbinen (1). Die hierfür verwendeten thermischen Isolationen sind den zerstörenden Einwirkungen der heißen Gasen dieser Anlagen ausgesetzt. Die erfindungsgemäße thermische Isolation (3) ist im Bereich ihrer Oberflächen (3S), die mit den heißen Gasen in Kontakt stehen, mit einem Schutz (5) versehen. Dieser Schutz (5) wird durch stab- oder plattenförmige Verstärkungselemente (1) gebildet, die teilweise oder vollständig in die Oberfläche (3S) integriert sind.

Fig.1



EP 0 658 723 A2

Die Erfindung bezieht sich auf eine thermische Isolation aus einem Faserverbundwerkstoff gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Thermische Isolationen aus Faserverbundwerkstoffen, die zur Isolation von Heißgasströmen eingesetzt werden, unterliegen den zerstörenden Angriffen von Gaskomponenten und Schlacken, die eventuell im Gas mitgeführt werden, sowie thermischen Wechselbelastungen. Diese negativen Einwirkungen machen sich insbesondere beim Einsatz der Isolation in Verbrennungsanlagen und Gasturbinen bemerkbar. Die Zerstörung des Faserverbundwerkstoffes verläuft umso schneller, je höher die Partikelbelastung des Gasstromes und die Temperatur in den Anlagen ist. Bei stationären Gasturbinen muß die Oberfläche thermischen Belastungen bis 1500 °C sowie thermischen Wechsellasten widerstehen.

Die bis jetzt vorgenommenen Maßnahmen zur Härtung der Oberfläche des Faserverbundwerkstoffes, wie beispielsweise homogene Infiltration oder Schutzkacheln, können die Zerstörung des Faserverbundwerkstoffes nur geringfügig mindern. Zum anderen sind die Maßnahmen teilweise sehr kostenintensiv und mit Risiken für den Anwender verbunden. Zu den Risiken gehört die Schädigung der Kachelbefestigung durch Thermoschock, was zu deren Versagen führen kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein thermische Isolation aus einem Faserverbundwerkstoff für Verbrennungsanlagen und Gasturbinen aufzeigen, welche gegenüber den zerstörenden Wirkungen heißer Gase und thermischer Wechselbelastungen beständig sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Die zum Schutz des Faserverbundwerkstoffes verwendeten platten- und stabförmigen Verstärkungselemente lassen sich sehr leicht an die Anforderungen der Isolation, der Haftfestigkeit, der Gasflußrichtung sowie der Partikelbelastung des heißen Gases anpassen. Die Materialien, welche für die Fertigung der Faserverbundwerkstoffe und der Verstärkungselemente verwendet werden, lassen sich ohne zusätzlichen Aufwand aufeinander abstimmen. Ebenso kann das Material der Verstärkungselemente an die zerstörenden thermischen Bedingungen der Verbrennungsanlagen bzw. Gasturbinen angepaßt werden. Eine optische Überprüfung der thermischen Isolation innerhalb der Verbrennungsanlagen und Gasturbinen ist leicht möglich. Risse in der Isolation entstehen nur sehr langsam, jedoch mit großer Rißöffnung, so daß sie sofort erkannt werden können. Da die Verstärkungselemente im Oberflächenbereich in einer vorgegebenen Weise angeordnet werden, sind Stellen leicht zu erkennen, an denen Verstärkungselemente herausgebrochen sind. Erfindungsgemäß können die

Verstärkungselemente gleich bei der Herstellung der Isolation oder bei Bedarf auch später in den Faserverbundwerkstoff integriert werden. Durch die spezielle Anordnung von stabförmigen und plattenförmigen Verstärkungselementen kann der Gasstrom von der Oberfläche der thermischen Isolierung ferngehalten werden. Das ist in allen Fällen möglich, gleichgültig, ob der Gasstrom parallel zur Oberfläche der thermischen Isolation verläuft, oder die thermische Isolation von dem Heißgas direkt angeströmt wird. Die thermische Isolation kann den Einwirkungen von heißen Gasen bis zu Temperaturen von 1600 °C ausgesetzt werden, auch dann, wenn diese mit Schwefel, Öl, Aschen, Sauerstoff, Alkalien, Erdalkalien und Vanadium belastet sind.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1
einen Ausschnitt aus einer Verbrennungsanlage,
Fig. 2
eine Variante der in Figur 1 dargestellten Anordnung,
Fig. 3
mögliche Anströmwinkel des Heißgases ,
Fig. 4
stabförmiges Verstärkungselement mit Kopf,
Fig. 5
stabförmiges Verstärkungselement mit rundem und rechteckigem Kopf in Draufsicht,
Fig. 6, 7 und 8
die Anordnung plattenförmiger Verstärkungselemente.

Figur 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer Verbrennungsanlage 1. Auf die Innenflächen 2I der Verbrennungsanlage 1 ist eine Isolation 3 aufgebracht. Diese ist aus einem Faserverbundwerkstoff 3V hergestellt. Bestandteil dieses Faserverbundwerkstoffes 3V sind keramische Fasern, die zusammen mit einem Bindemittel zu der Isolation 3 vergossen werden. Die Isolation 3 schirmt einen Kanal 4 ab, in dem ein heißes Gas (hier nicht dargestellt) in Richtung des Pfeils geleitet wird. Um den Faserverbundwerkstoff vor der Zerstörung zu schützen, ist auf den Oberflächen 3S der Isolation 3 ein Schutz 5 angeordnet. Dieser Schutz 5 wird bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel durch stabförmige Verstärkungselemente 5 gebildet. Die stabförmigen Verstärkungselemente 5 sind so angeordnet, daß ihre Längsachsen senkrecht zur Oberfläche 3S verlaufen. Die stabförmigen Verstärkungselemente 5 weisen einen Durchmesser von 2 bis 5 mm auf. Ihre Länge beträgt 10 bis 25 mm. Strömt das Gas ausschließlich parallel zu den Oberflächen 3S, so werden die stabförmigen Verstärkungselemente 5 so in dem Faserverbundwerkstoff 3V angeordnet, daß die dem Kanal zugewandten Enden der stabförmigen Verstärkungselemente

5 bündig mit der Oberfläche 3S der Isolation 3 abschließen bzw. einige mm in der Oberfläche 3S versenkt sind. Wie anhand von Figur 1 zu sehen ist, sind die stabförmigen Verstärkungselemente 5 unregelmäßig angeordnet, wenn das Gas parallel zu den Oberflächen 3S des Isolation 3 strömt.

Durch die Anordnung der Verstärkungselemente 5 wird sich nach einer anfänglich starken Abtragung des Faserverbundwerkstoffs eine optimale Oberflächenstruktur ausbilden, da die Zerstörung durch die allmählich aus der Oberfläche heraustretenden Verstärkungselemente 5 vollständig unterbunden wird.

Strömt das heiße Gas innerhalb des Kanals 4 nicht parallel zu den Oberflächen 3S, sondern mit einem definierten Anströmwinkel gegen die Oberfläche 3S, so ist eine spezielle Anordnung der stabförmigen Verstärkungselemente 5 erforderlich. Hierfür werden, wie Figur 2 zeigt, die stabförmigen Verstärkungselemente im Bereich einer jeden Oberfläche 3S reihenweise angeordnet. Die stabförmigen Verstärkungselemente 5 zweier benachbarter Reihen sind zusätzlich gegeneinander versetzt und zwar so, daß in Strömungsrichtung des heißen Gases gesehen, zwischen den stabförmigen Verstärkungselementen 5 keine freien Durchgänge für das Gas verbleiben. Damit wird sichergestellt, daß das Gas durch die Verstärkungselemente 5 von der Oberfläche 3S abgelenkt wird. Der Abstand zwischen zwei Verstärkungselementen 5 einer Reihe sollte mindestens dem Durchmesser eines Verstärkungselementes 5 entsprechen. Das gleiche gilt für den senkrechten Abstand zwischen zwei benachbarten Reihen von Verstärkungselementen 5. Die in den Figur 1 und 2 dargestellten Verstärkungselemente 5 werden bereits beim Gießen des Faserverbundwerkstoffs 3V im Bereich der Oberflächen 3S angeordnet und direkt durch die bei der Verfestigung des Faserverbundwerkstoffs 3V auftretenden Bindephasen verankert. Erfindungsgemäß können die Verstärkungselemente 5 auch nachträglich in die Isolation 3 eingebracht werden.

Hierfür müssen die Oberflächen 3S der Isolation 3 mit Bohrungen (hier nicht dargestellt) versehen werden, in welche die stabförmigen Verstärkungselemente 5 abgesenkt werden können. Die Befestigung der Verstärkungselemente 5 erfolgt dann mit Hilfe eines keramischen Klebers (hier nicht dargestellt).

Die Länge der stabförmigen Verstärkungselemente 5 bestimmt die Lebensdauer und Isolationwirkung des Faserverbundwerkstoffs 3V. Lange stabförmige Verstärkungselemente 5 senken die Isolationswirkung lokal ab. Eine optimale Isolierwirkung wird dadurch erreicht, daß die stabförmigen Verstärkungselemente 5 aus Zirkoniumdioxid gefertigt werden, da dieses Material nur mit 3 bis 5,5 $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ die Wärme leitet. Sie können jedoch

auch aus Al_2O_3 , Mullit, Magnesiumoxid oder einem Spinell gefertigt werden. Stabförmige Verstärkungselemente 5, wie sie hier beschrieben sind, haben wegen ihres kleinen Querschnitts die höchste Thermowechselbeständigkeit bei gleichem Material. Zudem können sie mit einem vollen oder einem hohlen Profil ausgebildet werden. Bei der Verwendung von Verstärkungselementen mit hohlen Profilen wird das Gewicht der thermischen Isolation 3 wesentlich reduziert.

Wie Figur 3 zeigt, läßt sich der maximale Anströmwinkels Ω des Heißgases, mit dem dieses gegen die Oberflächen 3S strömen darf, aus der Länge H, mit der die Verstärkungselemente 5 aus der Oberfläche 3S der Isolation 3 herausragen, und dem senkrechten Abstand D zwischen zwei stabförmigen Verstärkungselementen 5 wie folgt ermitteln: $\Omega = \arctan(H/D)$.

$\Omega = 11,3^\circ, 21,8^\circ, 30,9^\circ, 38,7^\circ, 45^\circ$ für

H = 1mm, 2mm, 3mm, 4mm, 5mm und

D = 5mm, 5mm, 5mm, 5mm, 5mm.

Bei Anströmwinkeln Ω , die klein sind bieten, stabförmige Verstärkungselemente 5 in dieser Anordnung einen optimalen Schutz.

Weist das heiße Gas einen Anströmwinkel Ω auf, der größer als 60° ist, und ist dieses heiße Gas zusätzlich mit Teilchen beladen, so werden vorzugsweise Verstärkungselemente 5 verwendet, wie sie in den Figuren 4 und 5 dargestellt sind.

Es handelt sich hierbei ebenfalls um stabförmige Verstärkungselemente 5. Diese sind jedoch an ihrem aus der Oberfläche 3S der Isolation herausragenden Ende mit einem Kopf 5K versehen, der als runde oder rechteckige Platte ausgebildet ist. Der Durchmesser des Kopfes 5K entspricht etwa dem Zehnfachen des stabförmigen Teiles des Verstärkungselementes 5. So ausgebildete stabförmige Verstärkungselemente 5 können bei jedem Anströmwinkel verwendet werden, ohne daß weitere Maßnahmen bezüglich der Anordnung der Verstärkungselemente getroffen werden müssen. Diese Verstärkungselemente 5 können jedoch leichter aus dem Faserverbundwerkstoff 3V herausbrechen als die Verstärkungselemente 5 ohne Kopf. Um dieses zu vermeiden, werden an den ersten Enden dieser Verstärkungselemente, die weit im inneren der Isolation angeordnet sind, zusätzliche Verankerungselemente (hier nicht dargestellt) angeordnet. Hierfür bieten sich keramische Kleber oder metallorganische Vorstufen des Bindemittels vermischt mit keramischen Pulvern gleicher Art an.

Figur 6 zeigt eine thermische Isolation 3, die in ihrem Oberflächenbereich 3S mit plattenförmigen Verstärkungselemente 5 versehen ist. Diese plattenförmigen Verstärkungselemente 5 werden ebenfalls reihenweise angeordnet, und zwar so, daß die Ebenen zweier benachbarter Verstärkungselemente 5 senkrecht zueinander verlaufen. Die unmittelbar

angrenzenden Reihen der Verstärkungselemente 5 werden versetzt angeordnet, so daß die Ebenen zweier unmittelbar gegenüberliegende Verstärkungselemente 5 ebenfalls senkrecht zueinander angeordnet sind.

Figur 7 zeigt in einer Draufsicht eine weitere Möglichkeit, wie plattenförmige Verstärkungselemente 5 angeordnet werden können. Vorzugsweise werden die plattenförmigen Verstärkungselemente 5 gemäß Figur 8 so in dem Faserverbundwerkstoff 3 angeordnet, daß ihre Oberflächen 5S mit der Oberfläche 3S des Faserverbundwerkstoffes 3V einen Winkel zwischen 10° und 70° , vorzugsweise 45° und 60° einschließen.

Patentansprüche

1. Thermische Isolation (3) aus einem Faserverbundwerkstoff(3V) für die von heißen Gasen durchströmten Innenbereiche (4) von Verbrennungsanlagen (1) und Gasturbinen (1), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Oberfläche (3S) der Isolation (3) mit einem Schutz (5) gegen Zerstörung versehen ist.
2. Thermische Isolation nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schutz (5) in Form von stab- oder plattenförmigen Verstärkungselementen (5) ausgebildet ist.
3. Thermische Isolation nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die stab- oder plattenförmigen Verstärkungselemente (5) teilweise oder vollständig in den Faserverbundwerkstoff (3V) integriert sind.
4. Thermische Isolation nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Verstärkungselemente (5) bei der Herstellung oder zu einem späteren Zeitpunkt in die mit den heißen Gasen in Kontakt stehenden Oberflächen (3S) des Faserverbundwerkstoffes (3V) integrierbar sind.
5. Thermische Isolation nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der maximal zulässige Anströmwinkel Ω des heißen Gases durch die Länge H des über die Oberflächen (3S) des Faserverbundwerkstoffes (3V) überstehenden Bereiches der Verstärkungselemente (5) sowie den senkrechten Abstand D zweier benachbarter Verstärkungselemente (5) bestimmt ist.
6. Thermische Isolation nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das in dem Faserverbundwerkstoff (3V) angeordnete Ende eines jeden Verstärkungselementes (5) mit einer zusätzlichen Verankerung (5A) versehen ist.
7. Thermische Isolation nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungselemente (5) reihenweise angeordnet und die Verstärkungselemente (5) einer Reihe gegenüber den Verstärkungselementen (5) der beiden unmittelbar benachbarten Reihen versetzt angeordnet sind.
8. Thermische Isolation nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die stab- oder plattenförmigen Verstärkungselemente (5) aus einem keramischen Werkstoff, vorzugsweise aus dem gleichen Werkstoff, wie der Faserverbundwerkstoff (3V) gefertigt sind.
9. Thermische Isolierung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der stabförmigen Verstärkungselementen (5) umso geringer ist, je größer der Anströmwinkel des Heißgases ist.
10. Thermische Isolation nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der kleinste Abstand zwischen zwei stabförmigen Verstärkungselementen (5) einer Reihe gleich dem Durchmesser der Verstärkungselemente (5) ist, und daß der Abstand zwischen zwei benachbarten Reihen von stabförmigen Verstärkungselementen (5) ebenfalls gleich dem Durchmesser eines stabförmigen Verstärkungselementes (5) entspricht.
11. Thermische Isolation nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die stabförmigen Verstärkungselemente (5) an ihrem Ende, das dem Heißgas zugewandt ist, mit einem Kopf (5K) versehen ist, der rund oder rechteckig ausgebildet ist.
12. Thermische Isolation nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungselemente (5) plattenförmig ausgebildet sind, daß die Oberfläche der Verstärkungselemente (5) mit der Oberfläche (3S) des Faserverbundmaterials (3) einen Winkel zwischen 10° und 70° einschließt.

Fig.1

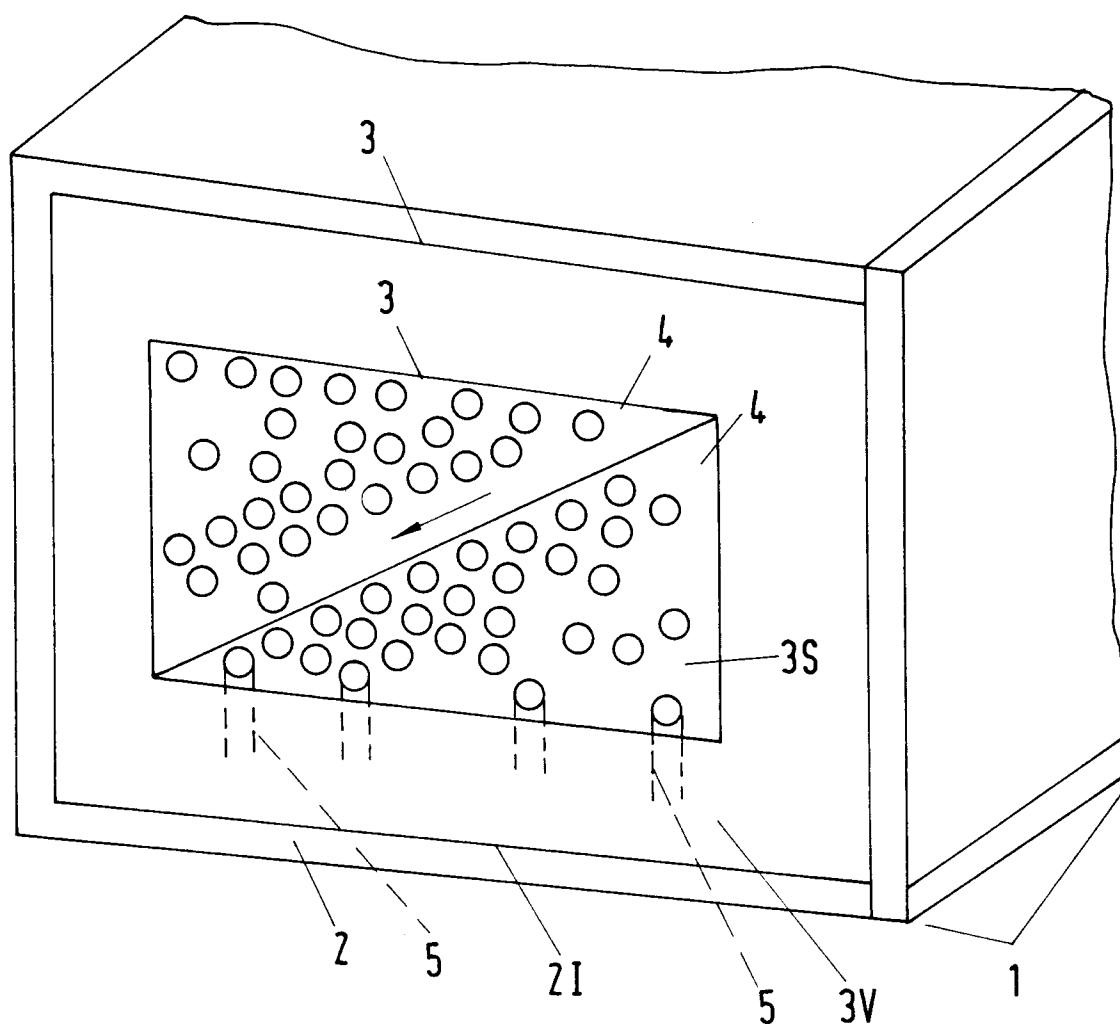


Fig.2

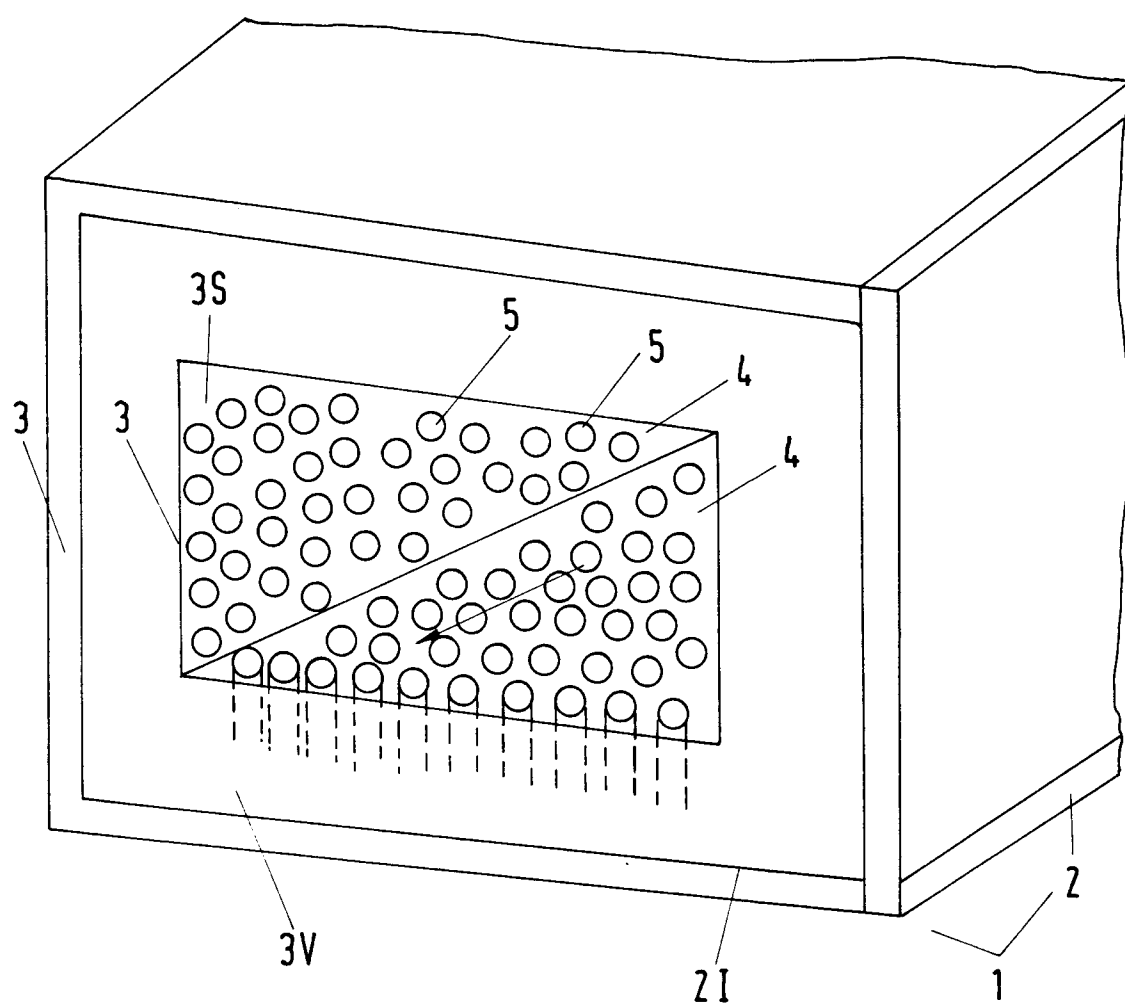
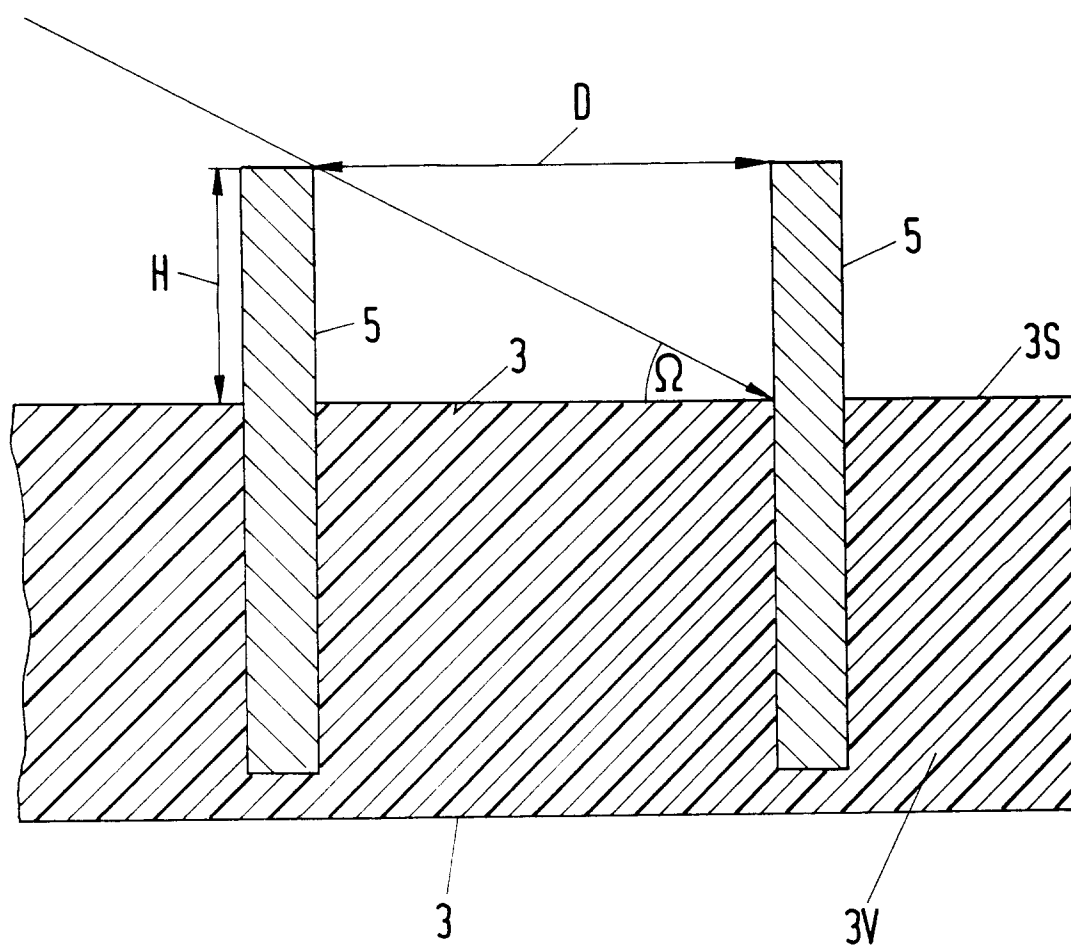


Fig.3



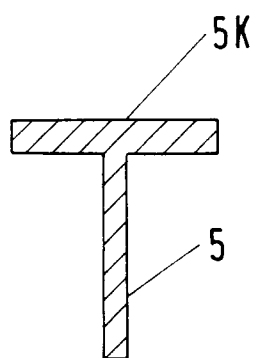


Fig. 4

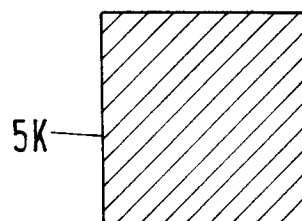
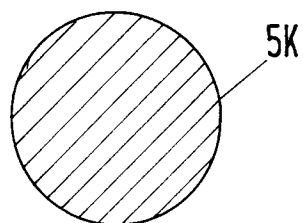


Fig. 5

Fig. 6

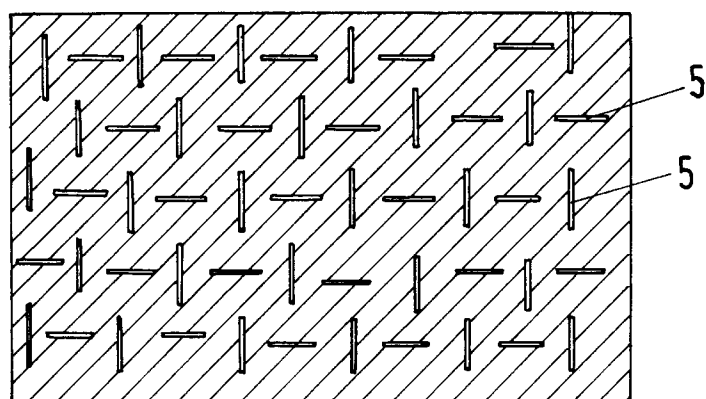


Fig. 7

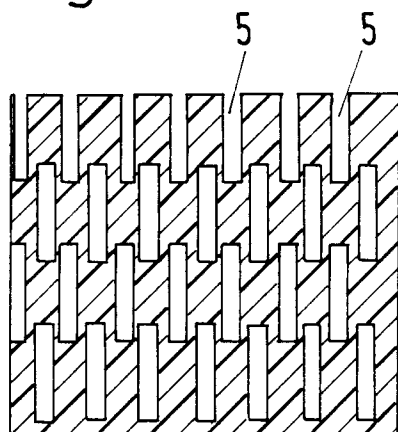


Fig. 8

