

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 81104147.4

51 Int. Cl.³: **G 10 K 11/16**
F 16 L 55/02

22 Anmeldetag: 30.05.81

30 Priorität: 02.06.80 DE 3020830

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.12.81 Patentblatt 81/49

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT FR GB IT SE

71 Anmelder: Bschorr, Oskar, Dr. rer. nat.
Keplerstrasse 11
D-8000 München 80(DE)

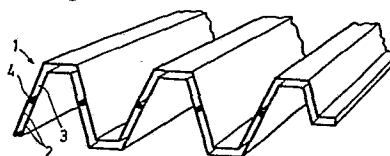
72 Erfinder: Bschorr, Oskar, Dr. rer. nat.
Keplerstrasse 11
D-8000 München 80(DE)

54 Koinzidenzschalldämpfer.

57 Wandelement zur Schallabsorption mit geschlossener Oberfläche und hoher mechanischer, korrosiver und thermischer Festigkeit unter Ausnützung des Koinzidenzeffektes. Damit kann eine Schalldämpfung in Kanälen, Kapseln, Räumen und bei Ansaug- und Auslaßströmungen erreicht werden.

Dazu sind Koinzidenzschwinger vorgesehen, deren Wellengeschwindigkeit gleich der Schallgeschwindigkeit der umgebenden Luft ist. Dank eines Volumenhubes kommt es auch bei identischer Beaufschlagung von Vorder- und Rückseite zu keiner Aufhebung der resultierenden Druckkräfte, sondern beide Seiten werden individuell zu Koinzidenzschwingungen angeregt, so daß sich auch bei beidseitiger Schallbeaufschlagung eine Dämpfungswirkung ergibt. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß Biege- wellenleiter (2) mit Profilformen mit hohem Flächenträgheitsmoment z.B. trapezförmig, wellenförmig und aus einem Material mit hohem Elastizitätsmodul und geringer Dichte als Koinzidenzschwinger verwendet werden. Im weiteren werden jeweils 2 Biege- wellenleiter (2) parallel zusammenge- schlossen, wobei der sich bildende Zwischenraum (3) gas- dicht abgeschlossen ist und mit einem Gas hoher Schallge- schwindigkeit gefüllt ist.

Fig. 1



K O I N Z I D E N Z S C H A L L D Ä M P F E R

Die Erfindung bezieht sich auf ein Wandelement zur Schallabsorption mit geschlossener Oberfläche und hoher mechanischer, korrosiver und thermischer Festigkeit unter Ausnützung des Koinzidenzeffektes. Es ist beabsichtigt, eine Schalldämpfung und Schalldämmung in Kanälen, Kapseln, Räumen und bei Ansaug- und Auslaßströmungen herbeizuführen.

Bekannt für diese Aufgabenstellung sind Absorptionsmaterialien der verschiedensten Ausführungsformen. Bei diesen wird durch die Reibbewegung von Schallschnelle und Absorptionsstoff der Schall in Wärme übergeführt. Um hohe Absorptionswerte zu erreichen, kommt es darauf an, eine möglichst weiche, offenporige Absorberfläche und eine ausreichende Absorbertiefe zur Verfügung zu haben. Außerdem ist beim Einsatz von absorbierenden Raumwänden bzw. Decken ein Mindestabstand von ca. einem Viertel der Schallwellenlänge vom Absorber zur Wand notwendig, um im Bereich wirksamer Schnellebewegungen zu liegen.

Ein Nachteil der beschriebenen Absorptionsmaterialien ist deren geringe Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung, Feuchtigkeit und Verrottung.

Mit der deutschen Patentanmeldung P 25 31 866 ist ein Wandelement bekannt geworden, das ebenfalls den Koinzidenzeffekt zur Schallabsorption ausnützt. Der Nachteil dieser Konstruktion ist jedoch, daß diese Elemente keine Biegeschwinger sind und keinen Volumenhub aufweisen. Das hat zur Folge, daß diese nicht wirken, wenn sie beidseitig von Schall beaufschlagt sind.

Aufgabe der Erfindung ist ein Wandelement zur Schallabsorption unter Ausnützung des Koinzidenzeffektes. Im besonderen sind Koinzidenzschwinger vorgesehen, die einen Volumenschub aufweisen. Damit ergibt sich gegenüber dem Stand der Technik auch eine Schalldämpfung und Schalldämmung auch bei beidseitiger Beaufschlagung mit Schall. Dank des Volumenhubes kommt es auch bei identischer Beaufschlagung der Vorder- und Rückseite zu keiner Aufhebung der resultierenden Druckkräfte, sondern beide Seiten werden individuell zu Koinzidenzschwingungen angeregt. Das ergibt nicht nur eine doppelte Flächenausnützung, sondern erspart auch eine spezielle Abdeckung einer Wandseite zur Vermeidung einer Druckneutralisation.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß Biege- wellenleiter als Koinzidenzwellenleiter mit Profilformen mit hohem Flächenträgheitsmoment J , z. B. trapezförmig, wellenförmig und aus einem Material mit hohem Elastizitätsmodul E und geringer Dichte ρ , z. B. Aluminium, Beryllium, Stahl, GFK- und CFK-Materialien verwendet werden. Mit diesen Bedingungen lassen sich bei kleinem Flächengewicht und deshalb hoher akustischer Wirkung ausreichend hohe Biege- wellengeschwindigkeiten erreichen.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung werden jeweils 2 Koinzidenzwellenleiter im wesentlichen parallel zusammengeschlossen, wobei der sich bildende Zwischenraum gasdicht abgeschlossen und mit einem Gas mit hoher Schallgeschwindigkeit, z. B. Helium, Wasserstoff gefüllt ist. Eine solche Maßnahme ergibt im Zwischenraum dank der hohen Schallgeschwindigkeit Druckausgleich, so daß auch bei kleinem Abstand der Koinzidenzwellenleiter die Federeigenschaften des Gaspolsters weniger stören.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung werden als Koinzidenzwellenleiter flächen- oder streifenförmige Membrane verwendet, die unter einer zwei- oder einachsigen Zugbelastung stehen, so

daß die Membranwellengeschwindigkeit gleich der Schallgeschwindigkeit des umgebenden Mediums ist. Die Zugbelastung bei planen Membranflächen kann durch die Randeinspannung erfolgen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, durch einseitige Vakuum- oder Unterdruckbelastung gewölbte Membranflächen unter Zugbelastung zu halten.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die Ränder der als Koinzidenzwellenleiter verwendeten Biegewellenleiter nicht fest gegeneinander fixiert, sondern können dank einer federweichen Verbindung frei schwingen. Dadurch wirkt die gesamte Länge des Koinzidenzwellenleiters. Im weiteren ist das in Schallrichtung gesehen hintere Ende des Koinzidenzwellenleiters bedämpft. Dies kann in an sich bekannter Weise durch einen reflexionsfreien Abschluß des Koinzidenzwellenleiters erreicht werden. In diesem Fall ist die Abschlußimpedanz auf die des Biegewellenleiters abgestimmt. Dieser Mechanismus wird beispielsweise auch bei der Randdämpfung von Fensterscheiben mittels Kitt angewendet.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung werden die Koinzidenzwellenleiter zusätzlich mit konventionellen, porösen Absorptionsmatten abgedeckt. Damit können insbesondere die hohen Frequenzen gedämpft werden.

Die Erfindung ist anhand der folgenden Zeichnungsbeschreibungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 bis Fig. 7 Absorptionselemente mit Koinzidenzwellenleitern unter Benützung von Biegewellen,

Fig. 8 bis Fig. 11 Absorptionselemente mit Koinzidenzwellenleitern unter Benützung von Membranwellen.

Fig. 1 zeigt die Grundaussführung eines Absorptionselementes 1. Es besteht aus 2 Koinzidenzleitern 2, die eine Trapezform aufweisen. Zwischen den beiden Koinzidenzleitern 2 befindet sich ein Zwischenraum 3. Der Zwischenraum 3 ist gasdicht nach außen abgeschlossen und ist mit einem Gas mit hoher Schallgeschwindigkeit, z. B. Wasserstoff oder Helium mit Umgebungsdruck gefüllt.

Zur gegenseitigen Fixierung dienen Distanzhalter 4 in Rollenform. Die Koinzidenzleiter 2 stellen Biegewellenleiter dar. Gegeben durch Wandstärke und Trapezhöhe weisen diese in Achsenrichtung ein Flächenträgheitsmoment J auf. Mit dem Elastizitätsmodul E , Massenbelegung m und bei der Anregungsfrequenz w hat der Koinzidenzleiter eine Biegewellengeschwindigkeit C_B

$$C_B = \sqrt[4]{\frac{EJ}{m}} \sqrt{w}$$

Diese wird nun so gewählt, daß sie mit der Spurgeschwindigkeit C_S einer unter dem Winkel α einfallenden Schallwelle übereinstimmt.

$$C_S = C_B$$

Zur Dämpfung breitbandiger Lärmsignale sind mehrere auf verschiedene Frequenzen abgestimmte Absorptionselemente 1 zu verwenden. Bei parallelem Schalleinfall ist insbesondere $C_S = C = C_B$ (C = Schallgeschwindigkeit). Als Material für die Koinzidenzleiter 2 eignen sich insbesondere Stoffe mit hohem Elastizitätsmodul E und kleiner Dichte, z. B. Aluminium, Faserstoffe wie GFK und CFK, Beryllium und auch Stahl.

Fig. 2 stellt eine analoge Ausführung zu Fig. 1 dar. Das Absorptionselement 11 besteht aus 2 Koinzidenzleitern 12 mit wellenförmigem Profil. Im Zwischenraum 13 befindet sich wieder ein Gas mit hoher Schallgeschwindigkeit (Wasserstoff, Helium) mit Umgebungsdruck und die rollenförmigen Fixierungen 14.

Die Koinzidenzleiter 12 stellen wieder Biegewellenleiter dar, deren Biegewellengeschwindigkeit auf die des umgebenden Mediums z. B. Luft abgestimmt ist. Die Absorptionselemente sind beispielsweise in einem Lüftungskanal 15 angebracht.

Neben den in den vorangegangenen Beschreibungsbeispielen Trapez- oder Wellenform des Koinzidenzleiters können an sich beliebige Querschnittsformen gewählt werden. Die Profilform dient im besonderen zur Erhöhung des Flächenträgheitsmomentes und damit der Biegewellengeschwindigkeit. In Fig. 3 beispielsweise ist eine doppelt gewellte Profilform der Koinzidenzwellenleiter 22 dargestellt. In diesem Fall ist gleichzeitig ein Zugmechanismus 23 vorgesehen, durch den die Koinzidenzwellenleiter 22 in Querrichtung gestreckt (verkürzt) werden können. Dadurch ändert sich auch die Profilhöhe und damit die Biegewellengeschwindigkeit. Auf diese Weise kann diese veränderten Betriebsbedingungen angepaßt werden. Eine automatische, temperaturabhängige Regelung ergibt sich bei Verwendung von Bimetallstreifen. Durch Barometerfedern läßt sich analog eine druckabhängige Regelung realisieren.

Da die Biegewellengeschwindigkeit frequenzabhängig ist, sind für eine breitbandige Schallbeeinflussung in Fig. 4 Absorptionselemente 31 dargestellt, deren Koinzidenzleiter 32 unterschiedliche Profilhöhe und damit für die unterschiedlichen Frequenzen der Schallgeschwindigkeit angepaßte Koinzidenzgeschwindigkeit aufweisen.

In Fig. 5 ist ein Absorptionselement 41 im Längsschnitt dargestellt. Es ist dadurch gekennzeichnet, daß die Profilhöhe der Koinzidenzleiter 42 in Längsrichtung anwächst. Eine solche Maßnahme gewährleistet wie in Fig. 4, daß bei breitbandigem Lärm die einzelnen Lärmfrequenzen jeweils passende Abschnitte mit Koinzidenzbedingung finden.

Fig. 6 ist ein Querschnitt durch ein Absorptionselement 51 mit einem doppelrohrförmigen Koinzidenzwellenleiter 52. Im gasdicht abgeschlossenen Zwischenraum 53 befindet sich wieder Gas mit hoher Schallgeschwindigkeit.

Fig. 7 zeigt den Querschnitt eines Absorptionselementes 61 mit aus Honeycomb-Platten bestehenden Koinzidenzwellenleitern 62, die unter Bildung des Zwischenraumes 63 gasdicht zusammengefügt sind. Zweckmäßigerweise haben die zum Zwischenraum 63 hin orientierten Deckplatten Öffnungen 64, so daß ein relativ großes Volumen im Zwischenraum 63 gebildet wird. In diesem Fall kann anstelle eines Gases mit hoher Schallgeschwindigkeit auch Luft im Zwischenraum 63 vorgesehen werden.

Während in den Ausführungsbeispielen nach Fig. 1 bis 7 jeweils Biegewellenleiter benützt wurden, sind in Fig. 8 bis 11 Membranwellenleiter zugrundegelegt.

Fig. 8 stellt ein Absorptionselement 71 dar, dessen Koinzidenzwellenleiter 72 Membranwellen ausführt. Er wird aufgespannt durch eine Rückenschale 74. Der Raum 73 zwischen Koinzidenzwellenleiter 72 und Rückenschale 74 ist evakuiert oder teilevakuiert. Im letzteren Fall hat das Restgas (Wasserstoff, Helium) eine hohe Schallgeschwindigkeit. Die Unterdruckbelastung ergibt in dem Koinzidenzwellenleiter 72 eine Zugbelastung. Zugbelastung und Massenbelegung ergibt in an sich bekannter Weise eine frequenzunabhängige Membrangeschwindigkeit. Diese wird auf Koinzidenz mit dem Umgebungsmedium ausgelegt.

Da die Druckbelastung des Koinzidenzwellenleiters 72 eine Krümmung ergibt, ist es vorteilhaft, eine solche Konstruktion gleichzeitig als Umlenkelement in einem Krümmer einzusetzen.

Bei einer Massenbelegung^m der Membran, dem Druckunterschied ΔP . von Vorder- und Rückseite beträgt der Krümmungsradius r , der die Koinzidenzgeschwindigkeit c ergibt

$$r = mc^2 / \Delta P.$$

Fig. 9 stellt ein zu einem Rohr integrierten Absorptionselement 81 dar. Es besteht aus einem zylinderförmigen Koinzidenzwellenleiter 82, der durch einen Rohrmantel 84 gehalten ist. Der Raum 83 zwischen Koinzidenzwellenleiter 82 und Rohrmantel 84 ist voll- oder teilvakuiert. Dadurch besteht eine Spannung im Koinzidenzwellenleiter 82, die eine frequenzunabhängige Membranwellengeschwindigkeit ergibt. Dank der Querkontraktion setzen sich die primären Ringspannungen ebenfalls in Längsspannungen um, so daß die Membranwellengeschwindigkeit in beiden Richtungen gleich der Schallgeschwindigkeit des das Rohr durchströmenden Mediums gemacht werden kann.

Fig. 10 stellt den zu Fig. 9 inversen Fall dar. Hier besteht das Absorptionselement 61 aus einem schlauchförmigen Koinzidenzwellenleiter 62. Dieser steht unter einem Innendruck P , wobei das Druckgas aus niedermolekularen Stoffen mit hoher Schallgeschwindigkeit besteht. Durch den Innendruck kann analog die Membranwellengeschwindigkeit auf Koinzidenz eingestellt werden.

Fig. 11 zeigt ein zweiseitig wirkendes Absorptionselement 101, das an seinen Außenseiten gespannte Membrane als Koinzidenzwellenleiter 102 aufweist. Bei einer Membrandichte m [kg/m³] erhalten diese eine Spannung σ [N/m], so daß die Membrangeschwindigkeit $c_M = \sqrt{\sigma/m}$ gleich der Schallgeschwindigkeit des umgebenden Mediums, z. B. Luft ist. Die Spannung σ besteht in beiden Membranrichtungen, so daß Schall aus allen Winkelrichtungen absorbiert werden kann. In engen Kanälen mit einer Vorzugsrichtung genügt eine einachsige Membranspannung.

Die Spannung selbst kann durch Federn 105 (z. B. Knickfedern) aufrechterhalten werden. Diese Federn 105 empfehlen sich besonders wegen ihrer Federkonstanz, so daß unabhängig von Dehnungen immer dieselbe Membranspannung aufrecht erhalten wird. Die Federn 105 selbst stützen sich auf eine Mittelplatte 104 ab. Der Innenraum 103 ist mit einem Gas großer Schallgeschwindigkeit erfüllt.

S C H U T Z A N S P R Ü C H E

1. Absorptionselement mit geschlossener Oberfläche beruhend auf dem Koinzidenzeffekt, dadurch gekennzeichnet, daß je 2 Koinzidenzwellenleiter mit trapez-, wellen-, doppelwellen- oder rohrförmigem Profil bestehend aus einem Material mit hohen Elastizitätsmodul und geringer Dichte, z. B. Aluminium, Beryllium, CFK-, GFK-Fasern, Stahl zusammengefügt sind und der Zwischenraum gasdicht abgeschlossen und von einem Gas mit hoher Schallgeschwindigkeit, z. B. Wasserstoff oder Helium erfüllt ist und zur Fixierung Distanzhalter eingesetzt sind.
2. Absorptionselement nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Profiltiefe und damit deren BiegeWellengeschwindigkeit der Koinzidenzwellenleiter in Querrichtung unterschiedlich ist (Fig. 4).
3. Absorptionselement nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Profiltiefe der Koinzidenzwellenleiter in Längsrichtung unterschiedlich ist (Fig. 5).
4. Absorptionselement nach den Ansprüchen 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß durch eine Querdehnung der Koinzidenzwellenleiter durch Bimetall-, Barometerfeder- oder gesteuerte mechanische Verstellung die Profilhöhe verändert und damit die Koinzidenzgeschwindigkeit einer wechselnden Betriebsbedingung angepaßt wird (Fig. 3).
5. Absorptionselement nach dem Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß durch eine Zylinderschale (74) ein als Membranleiter wirkender Koinzidenzwellenleiter (72) aufgespannt ist dadurch, daß der sich bildende Zwischenraum (73) evakuiert bzw. bei Teilvakuum mit einem Gas hoher Schallgeschwindigkeit erfüllt ist.

6. Absorptionselement nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein durch ein Rohr (84) aufgespannter zylinderförmiger Koinzidenzwellenleiter (82) als Membranleiter wirkt, wobei die Membranspannung durch Evakuieren des Zwischenraumes (8) bewerkstelligt wird.
7. Absorptionselement nach dem Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß zwei Membranflächen (62) durch Federn unter Spannung gehalten werden, so daß deren Membranwellengeschwindigkeit auf Koinzidenz mit dem zu dämpfenden Umgebungsmedium eingestellt ist und gasdicht zusammengefügt sind, wobei der Zwischenraum mit einem Gas hoher Schallgeschwindigkeit erfüllt ist.
8. Absorptionselement nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Koinzidenzwellenleiter durch Randdämpfung an den Rändern reflexionsfrei abgeschlossen sind.

Fig. 1

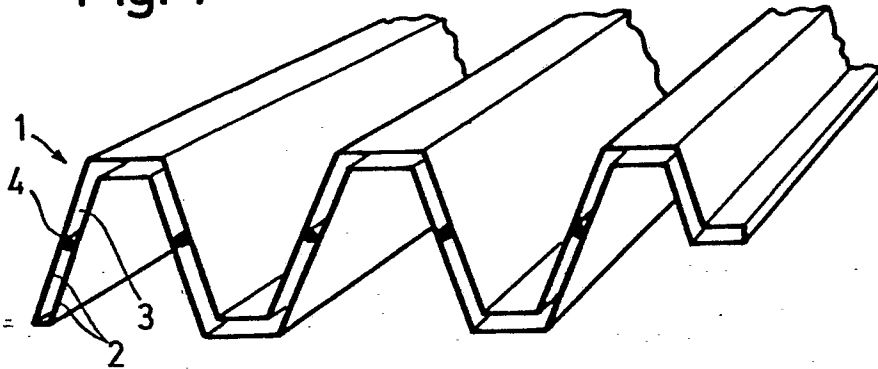


Fig. 2

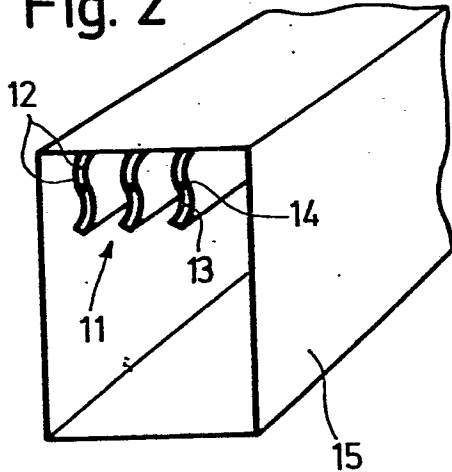


Fig. 3

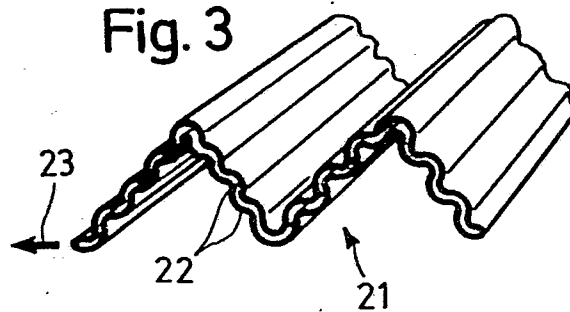


Fig. 4

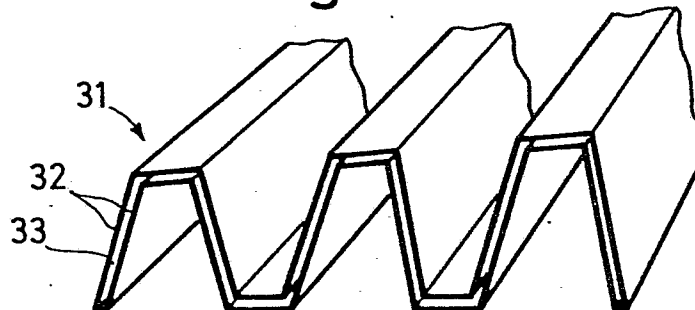


Fig. 5

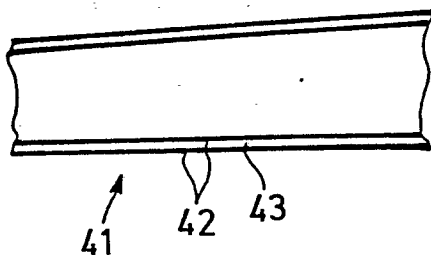


Fig. 6

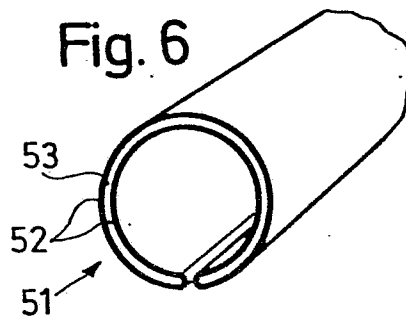
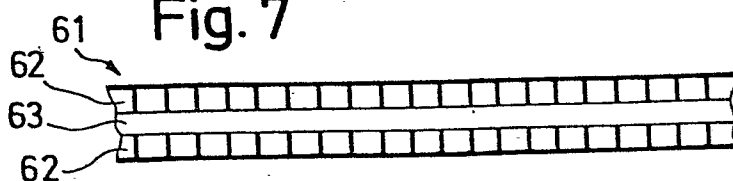


Fig. 7



2|2

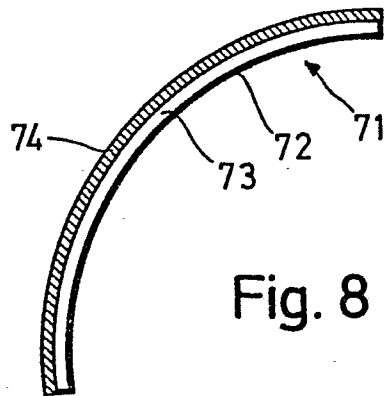


Fig. 8

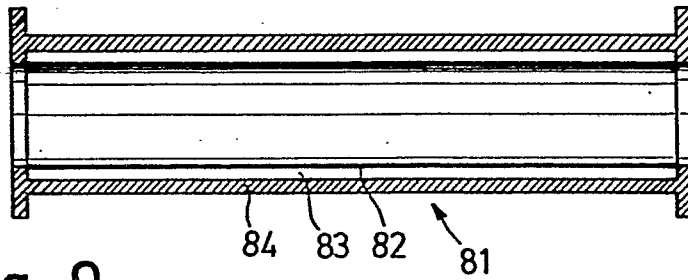


Fig. 9

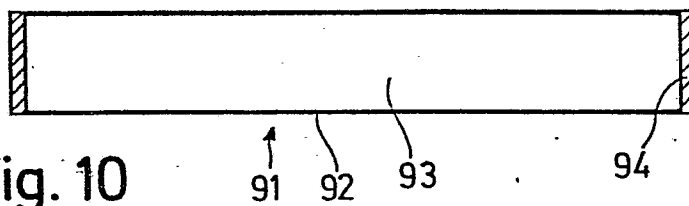


Fig. 10

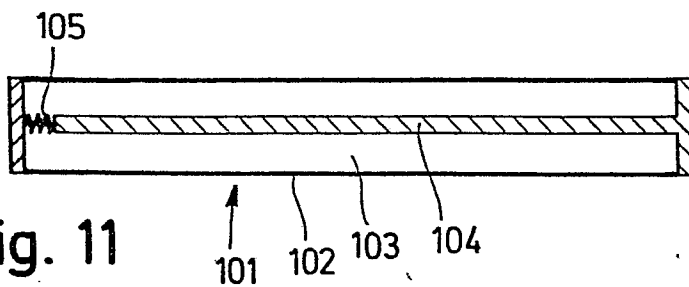


Fig. 11



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0041260

Nummer der Anmeldung

EP 81 10 4147.4

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
D	<u>DE - A1 - 2 531 866</u> (MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM) * Anspruch 1 *	1	G 10 K 11/16 F 16 L 55/02
P	<u>DE - B1 - 2 947 026</u> (MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM) * Spalte 2, Zeile 45 und ff. *	1	
	<u>DE - A1 - 2 540 518</u> (BFG GLASSGROUP) * Ansprüche 3, 4 *	1,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)
	<u>DE - A1 - 2 848 597</u> (ELEKTRONIKCENTRALEN) * Fig. 3 bis 4 *	2	F 16 L 55/02 G 10 K 11/00
	<u>DE - B1 - 2 834 823</u> (MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM) * Fig. 10 *	4	
	<u>DE - B2 - 2 215 083</u> (MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT) * Anspruch 1 *	5	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
P	<u>WO - A1 - 80/01933</u> (CATERPILLAR TRACTOR) * Fig. 1 *	6	X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
	<u>DE - A - 1 803 810</u> (OY WÄRTSILÄ) * Fig. 1 *	6	
X Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Berlin	24-08-1981	BREUSING	



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>DE - A1 - 2 609 872</u> (C. FREUDENBERG) * Fig. 1 bis 6 * --		
A	<u>DE - A1 - 2 746 061</u> (R. JERKE) * Fig. 1 * --		
A	<u>DE - A1 - 2 527 440</u> (E.-G. SCHMIDT) * Ansprüche 1 bis 12 * --		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
A	<u>DE - A - 1 572 497</u> (SIEMENS) * Fig. 1 bis 3 * ----		