



DANMARK



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 152576 B

PATENTDIREKTORATET
KØBENHAVN

(21) Patentansøgning nr.: 6540/74

(51) Int.Cl.⁴ C 03 C 27/12

(22) Indleveringsdag: 16 dec 1974

(41) Alm. tilgængelig: 30 jul 1975

(44) Fremlagt: 21 mar 1988

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 29 jan 1974 GB 4109/74 29 jan 1974 GB 4111/74

(71) Ansøger: *GLAVERBEL-MECANIVER; Chaussee de la Hulpe, 166; Watermael-Boitsfort, BE

(72) Opfinder: Emmanuel *Lambert; BE, Lucien *Leger; BE

(74) Fuldmægtig: Ingeniørfirmaet Lehmann & Ree

(54) Lamineret glasrude

(56) Fremdragne publikationer

AT pat. nr. 263250

DE off. g. skrift nr. 1496474, 1905619, 2034998

GB pat. nr. 993943

DK 152576 B

Opfindelsen angår en lamineret glastrude til enkelt- eller flerrudede rudekonstruktioner, hvilken laminerede glastrude har mindst to eller flere plader af glasmateriale, hvis mod hinanden vendende overflader er forbundet med hinanden ved hjælp af et mellemlag af klæbende formstofmateriale. Opfindelsen er navnlig rettet mod sådanne ruders akustiske egenskaber.

Anvendelsen af store vinduesarealer og andre paneler, såsom glaskillevægge, der er et kendt træk i moderne arkitektur, giver grundlag for problemet med at opnå behagelige lydniveauer i rum, i hvis vægge panelerne er installeret, navnlig i støjende omgivelser. Problemet er særligt akut i det tilfælde, hvor vinduerne vender mod stærkt befærdede veje eller nærliggende lufthavne, og glaspaneler, som har gode lydisolierende egenskaber, er nødvendige til brug i disse tilfælde samt også til at udgøre indre skillevægge i f.eks. grammofonindspilnings- og radiostudier.

En rude bestående af en enkelt glasplade, såsom en traditionel vinduesglastrude, medfører et transmissionstab, d.v.s. en lydreduktion, hvis omfang afhænger af rudens dimensioner og frekvensen af den indkommende lyd. For en given rude vil transmissionstabet blive desto højere, jo højere lydfrekvenserne er indenfor et vist lydfrekvensinterval. For en indenfor dette interval given lydfrekvens, som rammer en rude af en given længde og bredde, vil transmissionstabet stige med stigende rudetykkelse.

Heraf følger, at det til øgning af rudens lydisolierende evne kun synes at være nødvendigt at øge rudens tykkelse.

Øgning af rudens tykkelse har dog også indvirkning på størrelsen af det nævnte frekvensinterval.

Dette interval begrænses nedefter af den lyd vibrationsfrekvens, som svarer til rudens grundresonansfrekvens. Der sker en betydelig sækning af transmissionstab ved eller omtrent ved resonansfrekvensen.

Det har ved beregning vist sig, at grundresonansfrekvensen for en plade med given længde og bredde er direkte proportional med rudens tykkelse.

Over resonansfrekvensområdet vil transmissionstabet for en given rude stige med frekvensen af den indfaldende lyd, som beskrevet ovenfor, indtil der nås en frekvens, som skaber den såkaldte "coincidence effect" (medsvingning).

Frekvensen af lydbølger, som skaber denne medsvingning ved en given rude, afhænger af bølgernes indfaldsvinkel i forhold til ruden og svarer til den frekvens, hvor den på pladen projicerede indfaldsbølgelængde er lig med bølgelængden af fritsvingende bølger i ruden.

5 Den laveste lydfrekvens, ved hvilken medsvingning finder sted, den kritiske frekvens for medsvingning, er den, der svarer til en lydbølgelængde lig med bølgelængden af fritsvingende bølger i pladen, d.v.s. når lydindfaldsvinklen er 90^0 , hvilket kaldes grænsningsindfald. Der, hvor medsvingningsvirkningen opnås, bliver transmissionstabet gennem ruden reduceret
10 på grund af den effektive mekaniske kobling mellem ruden og den omgivende luft.

Denne kritiske frekvens er uafhængig af rudens længde og bredde, men aftager, når rudens tykkelse øges.

Det vil derfor kunne indses, at man for at øge lydtransmissionstabet
15 gennem en rude må give denne en øget tykkelse, men en sådan øgning af rudens tykkelse vil indsnævre det lydfrekvensinterval, hvori det øgede lydtransmissionstab opnås. Hvis man f.eks. forestiller sig enkelte glasruder på 1 m^2 , vil to ruder på henholdsvis 6 mm og 12 mm's tykkelse have resonansfrekvenser på ca. 30 Hz og 60 Hz samt kritiske medsvingningsfrekvenser på ca. 2000 Hz og 1000 Hz. De hidtil accepterede teorier går ud på, at
20 en fordobling af en rudes tykkelse på denne måde giver 6dB øgning af lydtransmissionstabet for lyd ved en given frekvens, men i de betragtede tilfælde vil denne øgning af transmissionstabet kun blive opnået i intervallet fra 60 Hz til 1000 Hz, fordi fordelingen ved at fordoble rudens tykkelse overskygges af resonans- eller medsvingningsvirkninger i intervallerne 30 Hz
25 til 60 Hz og 1000 Hz til 2000 Hz. Det skal her bemærkes, at de anførte tal er baseret på teori og kun til dels er affødt af eksperimenter.

Hvis man ønsker at øge en rudes lydisolerende egenskaber, er det kendt at hæve rudens transmissionstab ved at erstatte en enkelt rude med
30 to eller flere tyndere glasplader med den samme samlede tykkelse, hvilke er klæbet sammen ved hjælp af et eller flere lag mellemliggende klæbemateriale, f.eks. polyvinylbutyral, således som dette er beskrevet i DE-OS 20 34 998.

Transmissionstabet ved den kritiske frekvens for en sådan rude vil
35 blive noget større end transmissionstabet ved den kritiske frekvens for den tykke enkelte rude, og dette vil sikre en forbedret akustisk isolering, hvor dog denne forbedring sædvanligvis ikke er tilfredsstillende.

En måde at øge dette transmissionstab på har været at øge tykkelsen af det eller de mellemliggende lag, således som dette ligeledes er beskrevet i DE-OS 20 34 998. En øgning af det eller de mellemliggende lag klæbemateriales tykkelse bidrager væsentligt til en øgning af rudens pris.

5 En faktor, som bidrager til den lydisolerende evne for en sådan rude, er den dæmpning, som skyldes det eller de mellemliggende lag klæbemateriale. Til måling af denne dæmpning har ansøger udviklet en prøveteknik til sammenligning af virkemåden af en lamineret rude og en monolitisk rude bestående af en enkelt glasplade, når disse underkastes vibration.

10 Prøven udføres ved 20°C. For at udføre prøven skal tykkelsen af hver enkelt glasplade i den laminerede rude måles, og en monolitisk glasrude, med en tykkelse svarende til den samlede målte tykkelse af glaspladerne i den laminerede rude skal udskæres for at danne en monolitisk stang, der er 20 cm lang og 2 cm bred. En lamineret stang af tilsvarende størrelse udskæres også af den laminerede rude. Den monolitiske stang understøttes ved punkter, som ligger 5 cm fra hver af dens ender, og derpå bringes den ene ende til at vibrere ved en variabel frekvens med i alt væsentligt konstant amplitude. Amplituderne for de vibrationer, som transmitteres til den monolitiske stangs anden ende forstørres og indtegnes på en graf mod frekvensen af vibrationerne. Det har vist sig, at denne graf rummer en række amplitudetoppe med forskellige højder, svarende til forskellige frekvensområder. Den højeste amplitudetop opstår ved det, ansøger kalder grundfrekvensen (f') for den monolitiske stang. Denne grundfrekvens kan konverteres til en imaginær, henholdsvis teoretisk grundfrekvens (f_0), som er den frekvens, ved hvilken den højeste amplitudetop ville optræde for den laminerede stang, hvis den blev vibreret på samme måde og forudsat, at der ikke forekom nogen dæmpning på grund af laminatets klæbemiddelsmellelag. Denne imaginære grundfrekvens beregnes på følgende måde:

$$30 \quad f_0 = f' \sqrt{\frac{e_v \cdot P_v}{e_i \cdot P_i + e_v \cdot P_v}}$$

hvor e_v = den samlede tykkelse af glaspladerne i den laminerede stang (og lig med tykkelsen af den monolitiske stang),

P_v = glasaterialets massefylde,

35 e_i = den samlede tykkelse af den laminerede stangs mellemliggende klæbemiddelslag,

P_i = klæbematerialets massefylde.

Efter afprøvningen på den monolitiske stang bliver den laminerede stang ligeledes understøttet ved punkter, som ligger i 5 cm afstand fra hver ende deraf, og derpå bringes den ene ende til at vibrere ved en variabel frekvens med i alt væsentligt konstant amplitude. Amplituderne af de til den anden ende af den laminerede stang transmitterede vibrationer forstærkes og indtegnes på en graf mod frekvensen af vibrationerne. Den højeste amplitudetop på denne graf opstår ved det ansøger kalder den målte grundfrekvens (f) for den laminerede stang. Denne målte grundfrekvens (f) for den laminerede stang kan sammenlignes med den imaginære grundfrekvens (f_0), som fandtes ved afprøvningen på den monolitiske stang.

Det er et formål med opfindelsen at tilvejebringe en lamineret glasrude med mindst et mellemlag af klæbemateriale, som i sammenligning med et kendt mellemlag af samme tykkelse, tilvejebringer betydeligt større lydtransmissionstab, navnlig over det øverste interval af hørlige frekvenser.

Dette formål opnås ifølge opfindelsen ved en lamineret glasrude af den indledningsvis nævnte art, som ifølge opfindelsen er ejendommelig ved, at mindst ét mellemlag til den laminerede glasrude, der fortrinsvis har mindst to glasplader med forskellig tykkelse, er en polyvinylbutyral, hvortil der er tilsat en blødgører, der udgør 30,5 til 35 vægtprocent af mellemlaget, at mellemlaget har en tykkelse på højst 1,0 mm, og at den ved en svingningsprøve ved 20°C målte værdi af grundfrekvensen (f) for en sådan lamineret rude opfylder ligningen $0,70f_0 \leq f \leq 0,97f_0$, hvorhos en stang med en længde på 20 cm og en bredde på 2 cm og med samme tykkelse og struktur som den rudekonstruktion, der skal prøves, ved denne prøve ligger an mod to holdere, der er anbragt med en afstand på 5 cm fra hver af stangens ender, og en af enderne sættes i svingninger med en variabel frekvens, og at grundfrekvensen (f) er den, ved hvilken amplituden af de ved den anden stangende målte svingninger opnår et maksimum, medens (f_0) udgør grundfrekvensen for en lignende lamineret glasstang, ved hvilken der ikke optræder nogen dæmpning i klæbestofmellemlaget.

Den ved hjælp af den laminerede glasrude ifølge opfindelsen opnåelige lyddæmpning kan fremfor alt føres tilbage til anvendelsen af et mellemlag af blødgjort polyvinylbutyral, som indeholder 30,5 til 35% blødgører. På grund af anvendelsen af blødgjort polyvinylbutyral er det endog muligt at anvende højst 1,0 mm tykke mellemlag og opnå en væsentlig større lyddæmpning, end det er muligt ved laminerede glasruder ifølge DE-OS 20 34 998, hvori

det til forøgelse af lyddæmpningen anbefales at forøge tykkelsen af mellem-
laget, f.eks. et mellemlag af polyvinylbutyralfolier til væsentligt mere end
1,0 mm.

5 Udtrykket "glasmateriale" inkluderer ikke blot almindeligt glas, men
også vitro-krystallinsk materiale, som er et materiale dannet af glas ved
at udsætte glasset for en termisk behandling, så der dannes en eller flere
krystallinske faser deri.

Opfindelsen er velegnet til brug i forbindelse med transparente og
gennemskinnelige glastruder, farvede glastruder og ruder bestående af en
10 eller flere glasplader, som har været udsat for en særlig behandling for at
bibringe dem en ønsket egenskab, f.eks. en hærdebehandling for at øge pla-
den/pladernes styrke, eller en overtræksbehandling.

Ved sammenligning mellem en glastrude ifølge opfindelsen og en anden
glastrude af den hidtil kendte art, hvor de forskellige indgående dele
15 har ens dimensioner, har det vist sig, at i det øverste interval af hørlige
frekvenser bliver lydtransmissionstabet gennem ruden betydeligt forbedret
ved at følge den foreliggende opfindelse, og denne øgning af lydtransmis-
sionstabet skyldes den vigtige og effektive dæmpning, som finder sted i
mellemlaget/mellemlagene i en glastrude ifølge opfindelsen.

20 Den gennem den foreliggende opfindelse frembudte fordel vil bedre
kunne forstås, når det bemærkes, at ansøger har gennemført afprøvninger,
hvor der er målt det aktuelle lydtransmissionstab gennem en rude ifølge
opfindelsen bestående af to glasplader med ens tykkelse og forbundet
ved hjælp af et mellemlag af blødgjort polyvinylbutyral, hvorpå disse resul-
25 tater blev sammenlignet med de resultater, som blev opnået med en enkelt
glasplade, hvis tykkelse er lig med den samlede tykkelse af laminatets
glasplader.

Sådanne afprøvninger blev gennemført ved hjælp af den fremgangsmåde,
som beskrives i "Field and laboratory measurements of airborne and impact
30 sound transmission ISO R 140-1960 (F)" - International Organization for
Standardization.

Som nævnt tidligere er transmissionstabet og den kritiske frekvens
for en enkelt glasplade afhængig af pladens tykkelse. Når den enkelte glas-
plade erstattes af et laminat ifølge opfindelsen med en tilsvarende samlet
35 glaspladetykkelse, vil transmissionstabet i det nedre frekvensområde for-
blive uændret, mens den kritiske frekvens for laminatet forskydes opefter,
hvorved der sker en udvidelse af det frekvensinterval, hvori der opnås
et bedre transmissionstab.

Hvis man f.eks. tager en enkelt 8 mm glasplade, vil den kritiske frekvens optræde ved 1600 Hz, og en betydelig formindskelse af transmissions-
 tabet vil finde sted på dette sted. Når den enkelte glasplade erstattes af
 et laminat, bestående af to 4 mm plader, der holdes sammen ved hjælp af et
 5 mellemlag af klæbemateriale ifølge opfindelsen, forskydes den kritiske fre-
 kvens til intervallet 2500–3000 Hz og udvider dermed i betydelig
 grad det frekvensinterval, hvori det transmissionstab, som normalt fås
 af en 8 mm glastykkelse, optræder. Ydermere vil virkningerne af et nedsat
 transmissionstab ved den kritiske medsvingningsfrekvens, hvor denne ligger
 10 i det øverste frekvensinterval, være mindre generende for øret. Denne dob-
 belte fordel har ikke været til stede i de tidligere kendte laminerede ruder.
 For traditionelle laminerede ruder med et kendt mellemlag på 0,76 mm tykkelse
 har den målte grundfrekvens (f) vist sig at være praktisk taget lig med
 (f_0), og dette peger på den erkendelse, at der kun sker en ringe dæmpning
 15 i de kendte mellemlag, med mindre dette eller disse lag har en betydelig
 tykkelse.

Denne prøve udgør blot én måde til at drage sammenligning mellem en
 lamineret rude bestående af mindst et mellemlag og en monolitisk plade med
 samme samlede glaspladetykkelse, og det skal bemærkes, at det kan tænkes
 20 muligt, at man ved andre prøvemethoder og med den samme eller en tilsvarende
 rude vil kunne få forskellige resultater. Når der herefter omtales den målte
 grundfrekvens eller intervallet herfor, skal der forstås grundfrekvensen
 for en rude eller intervallet derfor, når der måles ved hjælp af den oven-
 nævnte prøvemethode.

25 Den laminerede rude har hensigtsmæssigt en målt grundfrekvens liggende
 i intervallet $0,75 f_0 \leq f \leq 0,90 f_0$, idet dette interval har vist sig at
 være optimalt.

Når man anvender klæbemateriale, vil lydtransmissionstabet under
 normale omstændigheder blive større, jo tykkere mellemlagene er, men
 30 det har nu vist sig, at øgningen i transmissionstab for en given øgning
 af tykkelsen af et sådant lag er særligt fordelagtigt for tynde mellemlag,
 og at det, efter at en vis tykkelse af mellemlaget er nået, vil være ufornuft-
 igt at øge lagets tykkelse, idet dette blot i betydelig grad vil øge glasru-
 dens pris uden samtidig at frembyde en tilsvarende rimelig øgning af rudens
 35 lydisolerende virkning.

Det foretrækkes derfor, at det eller de mellemliggende lag har en tyk-
 kelse på mindre end højst 1,0 mm. Lag med en sådan maksimal tykkelse

kan indebære meget gode lydtransmissionstab og er betydeligt billigere at indbygge i laminerede ruder end tykkere lag.

5 Tykkelsen af det eller de mellemliggende lag er fortrinsvis mindre end eller lig med højst 0,38 mm. Udførelsesformer for opfindelsen med dette særlige træk er, skønt de er lidt mindre effektive som lydisolerende barrierer, set i forhold til de tidligere beskrevne udførelsesformer for opfindelsen, ikke desto mindre velegnede til særdeles mange formål og er langt billigere at fremstille end tilsvarende ruder med tykkere mellemlag af blødgjort polyvinylbutyral.

10 Opfindelsen vil herefter blive beskrevet nærmere under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 og 2 viser tværsnitsbilleder af laminerede glasruder ifølge opfindelsen, og

fig. 3 og 4 tværsnitsbilleder af dobbelte glasvægge.

15 I fig. 1 ses en glasrude bestående af to plader 1, 2 af natron-kalkglas, hver med en tykkelse på 4 mm og sammenholdt af et mellemlag 3 af klæbende plastmateriale med en tykkelse på 0,76 mm.

Eksempel 1

20 En glasrude, som vist i fig. 1, blev fremstillet med et mellemliggende klæbelag 3 af ikke blødgjort polyvinylbutyral, som det i øjeblikket anvendes ved fremstilling af traditionelle laminerede glasruder. Denne rude blev derfor ikke fremstillet ifølge opfindelsen og skulle blot fremstilles med henblik på sammenligningsformål.

25 Denne rude gennemgik den tidligere beskrevne prøve, hvorved den målte grundfrekvens (f) for en af ruden udskåret stang viste sig at ligge på 670 Hz og praktisk taget lig med den imaginære grundfrekvens (f_0), som beregnedes fra den målte grundfrekvens (f') for en monolitisk stang (694 Hz).

Eksempel 2

30 En glasrude som vist i fig. 1 blev fremstillet med et mellemliggende lag 3 af polyvinylbutyral, der som blødgører var tilsat triethylen-glykol-bis-(2-ethylpropionsyreester). Nængden androg 33% af lagets vægt.

35 Af denne rude blev der udskåret en stang, som gennemgik den tidligere beskrevne prøve. Den målte grundfrekvens (f) for stangen viste sig at være ca. 595 Hz, hvilket svarer til, at $f = 0,89 f_0$, og f er således

Eksempel 2 (fortsat)

lig med $0,89 f_0$, da den imaginære, henholdsvis teoretiske grundfrekvens var 670 Hz.

Ruden ses følgelig at være udformet ifølge opfindelsen.

5 Glasruderne i eksempel 1 og 2 blev med hensyn til akustisk isolering sammenlignet over det interval, som rummer middel- og højfrekvente lyde. Det har vist sig, at glasruden i eksempel 2, d.v.s. ruden ifølge opfindelsen, set i forhold til glasruden i eksempel 1, indebar en forbedring af middel-
10 lydtransmissionstab målt mellem 100 Hz og 3200 Hz på 2,3dB, og at den forbedrede akustiske isolering hovedsageligt blev opnået i det øverste frekvensinterval. Anvendelsen af polyvinylbutyrallag, hvortil en egnet mængde blødgøringsmiddel er tilført, ses derfor at være fordelagtig.

Eksempel 3

15 Der blev fremstillet en glasrude, som vist i fig. 1, bortset fra at mellemlaget 3 af plastmateriale var 0,38 mm tykt og af den i eksempel 2 angivne sammensætning.

Prøven blev udført på denne rude (rude A), og resultaterne var følgende:

$$\begin{aligned} f' &= 694 \text{ Hz} \\ f_0 &= 687 \text{ Hz} \\ f &= 615 \text{ Hz} \\ f &= 0,895 f_0 \end{aligned}$$

20

25 En anden glasrude (B) blev fremstillet som vist i fig. 2, idet den indeholdt to plader 4,5 af natron-kalkglas med forskellig tykkelse og sammenholdt ved hjælp af et mellemlag 6 af 0,38 mm tykt klæbende plastmateriale af polyvinylbutyral og indeholdende 34% af blødgøringsmidlet ifølge eksempel 2 målt i forhold til lagets vægt.

30 For glaspladerne 4 og 5 blev der valgt tykkelser på henholdsvis 5,5 og 2,5 mm, således at denne rudes effektivitet kan sammenlignes direkte med rude A.

Ved afprøvning af rude B blev der opnået følgende resultater:

$$\begin{aligned} f' &= 694 \text{ Hz} \\ f_0 &= 687 \text{ Hz} \\ f &= 618 \text{ Hz} \\ f &= 0,90 f_0. \end{aligned}$$

35

Ruderne A og B i dette eksempel kan også med hensyn til akustisk isolering blive sammenlignet med ruden i eksempel 1 (en kendt lamineret rude) og ruden i eksempel 2.

5 Det viste sig, at ruderne A og B gav et bedre middellydtransmissions-
tab end ruden i eksempel 1, svarende til den forbedring, som blev opnået med
ruden i eksempel 2, og der viste sig en lidt større forbedring på grund af
den asymmetriske rude (rude B), når henses til intervallet for de kritiske
medsvingningsfrekvenser.

Eksempel 4

10 Ruden i fig. 3 er en dobbelt glasvæg bestående af to glaseruder 7 og
8, der langs kanten holdes i indbyrdes afstand ved hjælp af en afstandsdel
9. Den første rude 7 udgøres af en enkelt 12 mm tyk glasplade, mens
den anden rude 8 er en lamineret rude bestående af to 4 mm tykke glaspla-
der 10,11, der holdes sammen ved hjælp af et 0,76 mm tykt lag 12 af et
15 klæbende plastmateriale. Luftmelletrummet mellem de to ruder er 12 mm
bredt.

Der blev sammenlignet to dobbelte glasvægge, hvoraf den første var
udformet som vist i fig. 3, hvor laget 12 bestod af blødgjort polyvinyl-
butyral, der indeholdt 33 vægt% af blødgøreren ifølge eksempel 2. Den anden
20 glaserude var en traditionel tolagede glaserude bestående af to enkelte pla-
der, hvoraf den ene var 12 mm tyk og den anden 8 mm tyk og igen holdt
i indbyrdes afstand med et luftmelletrum på 12 mm.

Herefter blev prøven gennemført på stænger, der var udskåret af
den anden rude i hver af de to glasvægge, og den målte grundfrekvens (f)
25 for den laminerede stang blev sammenlignet med dens imaginære
grundfrekvens (f_0). Forholdet mellem f og f_0 viste sig at være 0,89. De
to dobbelte glasvægge blev også med hensyn til akustisk isolering sammen-
lignet over det interval, som rummer middel- og højfrekvente lyde. Det
viste sig, at den dobbelte glasvæg ifølge opfindelsen set i forhold til den
30 anden traditionelle tolagede glasvæg muliggjorde en forbedring på
3,3dB af middellydtransmissionstabet målt mellem 100 Hz og 3200 Hz, hvor
størstedelen af den akustiske isolering opnåedes i det øverste frekvensinter-
val. Formindskelsen af lydtransmissionstabet i medsvingningsfrekvensinter-
vallet var praktisk taget forsvundet.

Anvendelsen af en tolaget glasvæg, hvori den ene rude er fremstillet af et laminat bestående af et lag polyvinylbutyral, hvori en passende mængde blødgøringsmiddel er tilsat, ses derfor at være fordelagtig.

Eksempel 5

5. En tolaget glasvæg blev fremstillet, som vist i fig. 4, og svarede i enhver henseende til glasvæggen i eksempel 4, bortset fra at afstandsdelen, som befandt sig mellem de to ruder, udgjordes af et afstandselement 13, som var limet til pladernes kantdele. Afstandselementet 13 omfattede en hul aluminiumsprofildel 14, der var limet fast ved hjælp af en dobbelt tætningsdel 15 af thiokol eller silicone.

Ved afprøvning viste forholdet mellem f og f_0 for den laminerede rude sig igen at være 0,89.

Forbedringen af middellydstransmissionstabet viste sig at være højere end i eksempel 4, idet den androg 4,3dB.

15 Patentkrav.

1. Lamineret glastrude til enkelt- eller flerrudede rudekonstruktioner, hvilken laminerede glastrude har mindst to eller flere plader af glasmateriale, hvis mod hinanden vendende overflader er forbundet med hinanden ved hjælp af et mellemlag af klæbende formstofmateriale, k e n d e t e g n e t ved, at mindst ét mellemlag til den laminerede glastrude, der fortrinsvis har mindst to glasplader med forskellig tykkelse, er en polyvinylbutyral, hvortil der er tilsat en blødgører, der udgør 30,5 til 35 vægt% af mellemlaget, at mellemlaget har en tykkelse på højst 1,0 mm, og at den ved en svingningsprøve ved 20°C målte værdi af grundfrekvensen (f) for en sådan lamineret rude opfylder ligningen $0,70 f_0 \leq f \leq 0,97 f_0$ hvorhos en stang med en længde på 20 cm og en bredde på 2 cm og med samme tykkelse og struktur som den rudekonstruktion, der skal prøves, ved denne prøve ligger an mod to holdere, der er anbragt med en afstand på 5 cm fra hver af stangens ender, og en af stangenderne sættes i svingninger med en variabel frekvens, og at grundfrekvensen (f) er den, ved hvilken amplituden af de ved den anden stangende målte svingninger opnår et maksimum, medens (f_0) udgør grundfrekvensen for en lignende lamineret glasstang, ved hvilken der ikke optræder nogen dæmpning i klæbestofmellemlaget.

2. Rude ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at dens målte grundfrekvens ligger i området $0,75 f_0 \leq f \leq 0,90 f_0$.

3. Rude ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at mellem-
laget har en tykkelse på højst 0,38 mm.

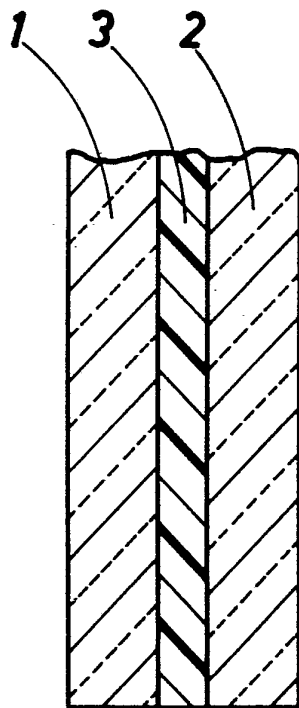


Fig.1.

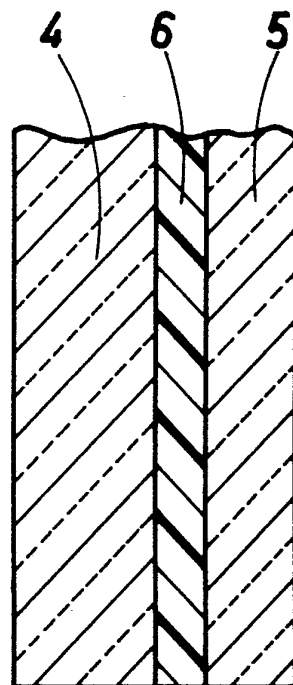


Fig.2.

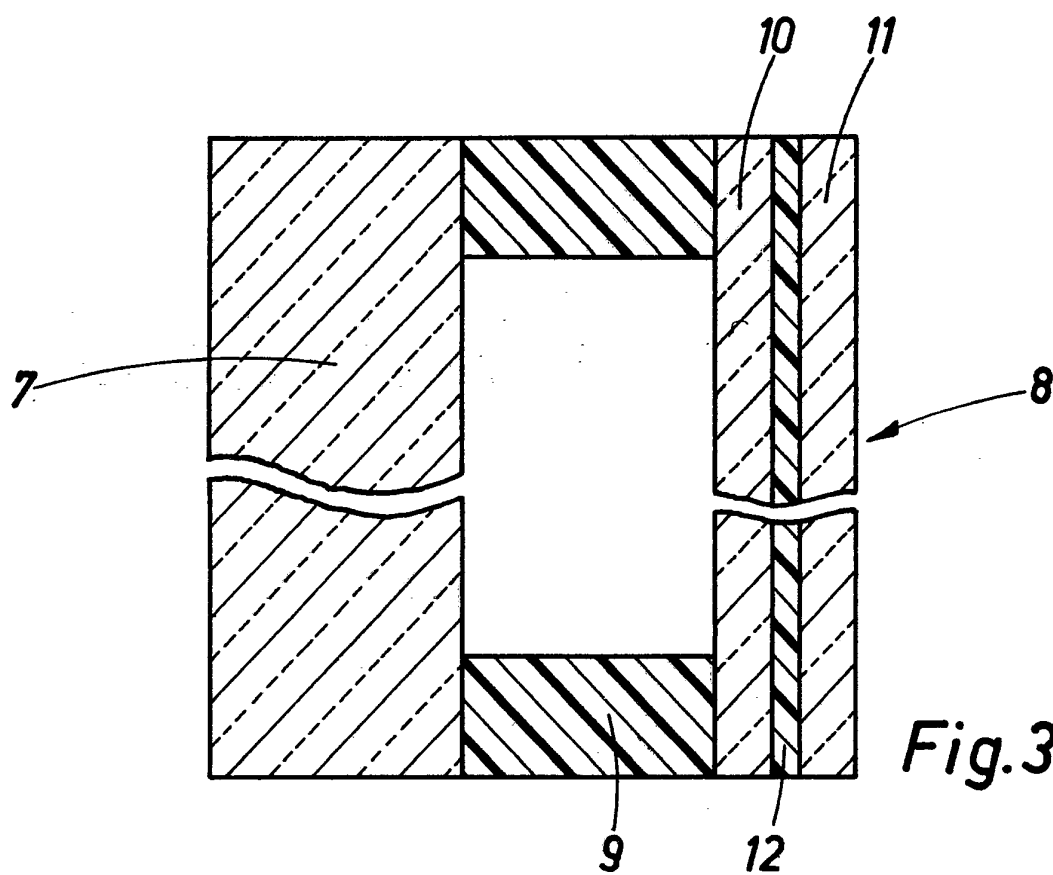


Fig. 3.

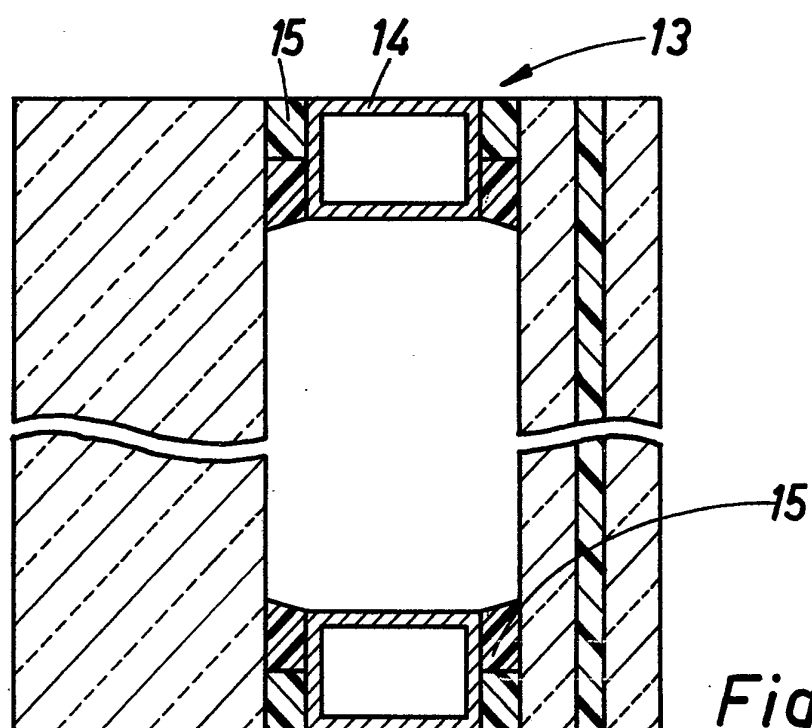


Fig. 4.