



**NORGE**

(19) [NO]

[B] (12) **UTLEGNINGSSKRIFT** (11) Nr. 165619

STYRET FOR DET  
INDUSTRIELLE RETTSVERN

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> H 03 H 9/13, 9/50, 9/54

(21) Patentsøknad nr. **840713**  
(22) Inngivelsesdag 24.02.84  
(24) Løpedag 24.02.84  
(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(86) Internasjonal søknad nr. -  
(86) Internasjonal inngivelsesdag -  
(85) Videreføringsdag -  
(41) Alment tilgjengelig fra 03.09.84  
(44) Utlegningsdag 26.11.90

(71)(73) Søker/Patenthaver **FUJITSU LIMITED,**  
1015 Kamikodanaka, Nakahara-ku,  
Kawasaki-shi, Kanagawa 211, JP.

(72) Oppfinner **TAKASHI GOUNJI,** Yokohama-shi, Kanagawa,  
**TERUO KAWATSU,** Kawasaki-shi, Kanagawa,  
**YOSHIHIKO KASAI,** Yokohama-shi, Kanagawa,  
**CHIKAO TAKEUCHI,** Kawasaki-shi, Kanagawa,  
JP.

(74) Fullmektig Bryn & Aarflot AS, Oslo.

(30) Prioritet begjært 02.03.83, JP, nr. 032936/83,  
02.03.83, JP, nr. 032937/83,  
04.03.83, JP, nr. 035302/83.

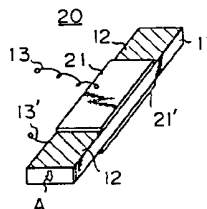
(54) Oppfinnelsens benevnelse **MEKANISK FILTER.**

(57) Sammendrag

Et mekanisk filter omfatter i det minste to vibratorer (20) for longitudinelle modi, hver av hvilke er sammensatt av et piezoelektrisk keramisk organ (11) og legeringsorganer (21, 21') med konstant modulus montert separat på topp- og bunn-flater av dette, de to legeringsorganer med konstant modulus har samme form, en frekvens/temperatur-karakteristikk som er motsatt av den for det piezoelektriske keramiske organ, og er ved deres enkelte sentre innrettet med senteret til det piezoelektriske keramiske organ. Formen av de to vibratorene (20) kan forutbestemmes for å undertrykke uønskede vibrasjonsmodi av høyere orden inne i det således sammensatte mekaniske filter.

(56) Anførte publikasjoner

BRD (DE) utl.skrift nr. 1616671,  
USA (US) patent nr. 3437849.



Foreliggende oppfinnelse vedrører et mekanisk filter, og mer spesielt et mekanisk filter som omfatter et par piezoelektriske keramiske vibratorer som vibrerer i en longitudinell modus.

Mekaniske filtre er i utstrakt bruk som frekvensvelgeranordninger og vedrører transformasjon av elektriske signaler med ultrasoniske bølger som et medium, og omvendt. Denne filtertypen oppviser mange fordeler, slik som en høy Q sammenlignet med elektriske elementer L og C, mens stabiliteten opprettholdes eller økes og innretningen selv kan ha små dimensjoner. På grunn av disse fordelene er mekaniske filtre blitt brukt som kanalfiltre for kanaloverføringsutstyr eller som filtre for navigasjonsmottagere eller til PCM-dataoverføringsutstyr.

Vanligvis er hver vibrator, dvs. en elektromekanisk transduser som har et piezoelektrisk keramisk materiale, fabrikkert på to forskjellige måter. For det første ved å montere to piezoelektriske keramiske materialer separat på topp- og bunn-sidene av en sokkelplate av metall, for å danne en lagstruktur eller sandwich-struktur, og for det andre ved å fabrikere vibratoren fra selve det piezoelektriske keramiske materialet. Den første vibratortypen er mer populær enn den annen, men den første type har en ulempe ved at den ikke er egnet for bruk som et bredbåndfilter. Den foreliggende oppfinnelse angår spesielt et mekanisk filter fremstilt i samsvar med den annen vibrator-type, kjent som et keramisk filter. Denne type keramiske filtre er fordelaktige når det gjelder pris, men er beheftet med forskjellige problemer, f.eks. dårlig stabilitet med hensyn til temperaturvariasjoner og elding. Et annet problem er at metallfilm-elektroden har tendens til å skalle av det keramiske materialet fordi det er umulig å feste en bæretråd til metallfilm-elektroden uten å bruke en loddeteknikk. Videre må man være omhyggelig under fremstillingsprosessen, slik som ved kutting og sliping av det keramiske materiale, fordi det keramiske materiale har en meget sprø beskaffenhet.

Det keramiske filteret og andre typer mekaniske filtre skal vanligvis samvirke med et eksternt båndpassfilter sammensatt av elektriske komponenter, f.eks. spoler og kondensatorer, for fullstendig å undertrykke de ødeleggende falske vibrasjonsmodi som oppstår i mekaniske filtre. I dette tilfelle er det elektriske

165619

2

båndpassfilteret koblet til inngangs- eller utgangs-siden av det mekaniske filteret. Hvis et slikt eksternt filter for undertrykkelse av de falske modi under slike forhold kan elimineres, ville det ha den store fordel hovedsakelig å redusere størrelsen av filterkonstruksjonen.

Tysk utlegningsskrift nr. 1.616.671 viser et elektromekanisk filter med minst ett piezoelektrisk keramisk inngangssideorgan og ett piezoelektrisk keramisk utgangssideorgan, ledende organer hvert for seg montert på topp- og bunnflatene av hvert av de piezoelektriske keramiske organer, og minst et koblingselement forbundet mellom inngangsside- og utgangsside-organene ved lederorganene på enten topp- eller bunnflatene, idet hvert av lederorganene på toppflaten og hvert av lederorganene på bunnflaten har den samme form. Organene på topp- og bunnflatene og tilsvarende piezoelektriske keramiske organer er også anordnet på en slik måte at de enkelte sentre er innrettet med hverandre. Det mekaniske filteret omfatter her en vibrator med rektangulær form. Med denne er det forbundet metallresonatorer på begge sider av det piezoelektriske eller elektrostriktive materialet. Det mekaniske filteret oppviser imidlertid for det første det trekk at forholdet mellom vibratorlengden og dens bredde ligger i området fra 2:1 til 3:1, for det andre at det piezoelektriske (eller elektrostriktive) materialet og metallresonatoren har samme størrelser, og samtidig at vibratorene er eksakt like, og for det tredje at et koblingselement er montert sammen med (dvs. som ett legeme) metallresonatoren med to vibrasjoner. Det foreligger i dette tilfelle en såkalt "sandwich-struktur".

Det mekaniske filteret ifølge DE 1.616.671 har dermed en struktur hvor det er umulig å fjerne en høyere ordens falsk respons (tredje ordens, fjerde ordens osv.), og en slik type respons er ødeleggende når det gjelder bruk av det mekaniske filteret. Foreliggende oppfinnelse har som hovedformål å eliminere slik høyere ordens falsk eller uønsket respons.

Fra US patent 3.437.849 er kjent en temperaturkompensasjon for elektromekaniske filtere, hvor legeringsorganer med konstant modulus utgjør de ledende organer, idet hvert av legeringsorganene har en temperatur/frekvenskarakteristikk som

er motsatt den for hvert av de piezoelektriske keramiske organer. I dette tilfellet oppnås en frekvens-temperaturkoeffisient lik null ved å koble et metall (NI-Span-C) som omfatter et hovedelement av filteret, sammen med et piezoelektrisk keramikklegeme, hvor metallet og keramikklegemet har motsatte frekvens-temperaturkoeffisienter, dvs. metallet er positivt og det keramiske legemet er negativt. Det skal også bemerkes at strukturen av filteret ifølge denne publikasjon er tildannet som metall-keramikk eller halvleder-metall-keramikk, mens foreliggende oppfinnelse angår en metall-keramikk-metall type struktur.

I filteret ifølge US 3.437.849 er imidlertid størrelsen (massen) av det piezoelektriske legemet mindre enn metallet, og derfor kan bare et filter med smalt passbånd oppnås. Foreliggende oppfinnelse gjør det enkelt å få til et bredbåndsfiler.

Det er et formål med den foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe et mekanisk filter som for det første har høy stabilitet med hensyn til de nevnte temperaturvariasjoner og elding, som for det andre opviser stor motstand mot ytre mekaniske støt, og som for det tredje og avgjørende ikke krever noe eksternt elektrisk båndpassfilter for å undertrykke de falske modi. Videre er det et formål å tilveiebringe et filter av bredbåndet type.

De ovennevnte formål blir oppnådd ved hjelp av et mekanisk filter av den type som defineres nøyaktig i de vedføyde patentkravene.

Den foreliggende oppfinnelse vil fremgå tydeligere under henvisning til de vedføyde tegninger, hvor:

Figur 1 er en perspektivskisse av en konvensjonell piezoelektrisk keramisk vibrator på hvilken en piezoelektrisk keramisk vibrator ifølge oppfinnelsen er basert;

Figur 2 er en perspektivskisse av en grunnleggende piezoelektrisk keramisk vibrator som vanligvis brukes i mekaniske filtre ifølge hver utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse

Figur 3 er et diagram som skisseres frekvensresponskarakteristikkene til vibratoren 20 som er vist på figur 2;

165619

4

Figurene 4A og 4B er skjematisk illustrasjoner som forklarer hvordan falske modi av lik orden kan undertrykkes i vibratoren 20 på figur 2;

Figur 5 illustrerer et mekanisk filter i henhold til en første utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse;

Figur 6 er et tverrsnitt gjennom vibratoren 20a for longitudinell modus som vist på figur 5;

Figur 7 er et tverrsnitt gjennom vibratoren 20b for longitudinell modus som er vist på figur 5;

fig. 8 er et diagram som skisserer frekvensresponskarakteristikkene for det mekaniske filter 50 som er vist på figur 5 og som tilfredsstiller ligningen  $L_M \approx \frac{2}{3} L_P$ ;

Figur 9 er et diagram som forklarer hvordan falske modi av tredje orden blir undertrykket;

Figur 10 er et krets-skjema som er ekvivalent med vibratoren for den longitudinelle modus;

Figur 10 er et krets-skjema som er ekvivalent med vibratoren for det longitudinelle modus;

Figur 11 er et tverrsnitt av en modifikasjon av en vibrator som vist på figur 9;

Figur 12 er en perspektivskisse av en piezoelektrisk keramisk vibrator som brukes i et mekanisk filter i henhold til en annen utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse;

Figur 13 er et tverrsnitt gjennom vibratoren 120 for longitudinelle modi som vist på figur 12;

Figur 14 er et diagram som skisserer frekvensresponskarakteristikkene for vibratoren 120 på figurene 12 og 13;

Figur 15 er et diagram som forklarer et forhold mellom  $\frac{t_M}{t_P}$  og  $\frac{L_M}{L_P}$ ;

Figur 16 er et mekanisk filter i henhold til den annen utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse;

Figur 17 er et diagram som skisserer frekvensresponskarakteristikkene til det mekaniske filteret 160 som er vist på figur 16 og som tilfredsstiller ligningen  $L_{Ma} \approx L_{Mb}$ ;

Figur 18A er en perspektivskisse av et mekanisk filter i henhold til en tredje utførelsesform av oppfinnelsen;

Figur 18B er et oppriss av det mekaniske filter sett fra pilen B på figur 18A;

Figur 19 er et diagram som skisserer frekvensresponskarakteristikkene for det mekaniske filter 180 som er vist på figurene 18A og 18B og som tilfredsstillers ligningen  $t_{pa} \approx t_{pb}$ ;

Figur 20A er en perspektivskisse av et mekanisk filter i henhold til en fjerde utførelsesform av oppfinnelsen;

Figur 20B er et oppriss av det mekaniske filteret sett fra pilen B på figur 20A; og

Figur 21 er et diagram som skisserer frekvensresponskarakteristikkene for det mekaniske filteret 200 som er vist på figurene 20A og 20B og som tilfredsstillers ligningen  $W_{pa} \approx W_{pb}$ .

Figur 1 er en perspektivskisse av en konvensjonell piezoelektrisk keramisk vibrator på hvilken en piezoelektrisk keramisk vibrator ifølge den foreliggende oppfinnelse er basert. På figur 1 representerer henvisningstallet 10 en vibrator for det longitudinelle modus med sokkelplaten eller substratet hovedsakelig fremstilt av en piezoelektrisk keramisk plate. Den keramiske platen 11 er polarisert i en retning langs dens tykkelse. Den perpendikulære polarisering er skjematisk illustrert ved hjelp av en pil A. Det er kjent at den piezoelektriske keramiske platen vanligvis først polariseres og så settes i bruk. Slik polarisering er nødvendig for å tilveiebringe lineær distorsjon med hensyn til den sykliske forandring av et elektrisk felt som påføres den keramiske platen. Metallfilmer 12 og 12' er montert separat på topp- og bunn-flatene av den keramiske platen 11, til hvilke metallfilmer 12 og 12' en vekselspanning blir påtrykket for å skape det nevnte elektriske felt. Dermed blir vibratoren 10 bragt til å vibrere i det longitudinelle modus ved å benytte den såkalte transversale vibrasjonseffekt hvor vibratoren forvris i en retning perpendikulær til en retning i hvilken det nevnte elektriske felt blir skapt. Vekselspanningen for indusering av det longitudinelle vibrasjonsmodus

blir påtrykket via ledninger 13 og 13'. I dette tilfelle er ledningene 13 og 13' festet til de enkelte metallfilmer 12 og 12' ved hjelp av en loddeteknikk. Således vibrerer vibratoren 10 alternerende i de retninger som er vist ved hjelp av de heltrukne piler og brutte piler X.

Figur 2 er en perspektivskisse av en grunnleggende piezoelektrisk keramisk vibrator som er vanlig brukt i mekaniske filtre i henhold til hver utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. De organer som er identiske med de som er vist på figur 1 har de samme henvisningstall eller bokstaver, og dette gjelder også senere figurer. En vibrator 20 for det longitudinelle modus i henhold til den foreliggende oppfinnelse, er videre forsynt med metallorganer laget av en legering med konstant modulus, f.eks. metallstrimler 21 og 21'. Disse metallstrimlene blir brukt som elektroder for tilkobling til de respektive ledninger 13 og 13'. I tillegg er to tilstøtende vibratoren forbundet ved hjelp av en bæreledning og et koblingselement (nevnt senere), via individuelle metallstrimler. På figur 1 er ledningene, bæreledningen og koblingselementet festet til vibratoren via metallfilmene 12 eller 12', eller begge direkte. Dette betyr at den således konstruerte vibrator 10 har liten mekanisk styrke. Den således konstruerte vibrator 10 lider følgelig av de ovenfor nevnte problemer vedrørende stabilitet og stillhet. Med bruk av vibratoren 20 i henhold til den foreliggende oppfinnelse kan slike problemer imidlertid overvinnes på grunn av de foreliggende metallstrimler. Videre er det viktig å legge merke til at det mekaniske filteret som er bygd med vibratorene 20 oppviser andre fordeler som nevnt detaljert nedenfor.

På figur 2 er metallstrimlene 21 og 21' av samme konstruksjon. Dvs. to identiske metallorganer som er montert separat på topp- og bunn-flatene av den piezoelektriske keramiske plate 11. Hvis metallstrimlene 21 og 21' har forskjellige konstruksjoner, kan vibratoren 20 ikke arbeide bare i et longitudinelt modus, men vil også arbeide i et uønsket bøyemodus. Metallstrimlene 21 og 21' er laget av en legering med konstant modulus, og det er kjent at frekvens/temperatur-karakteristikkene for

legeringer med konstant modulus kan reguleres etter ønske ved egnet valg av varmebehandlingstemperaturen. Antas det således at det piezoelektriske keramiske organ har en positiv frekvens/temperatur-koeffisient, blir den nevnte varmebehandlingstemperatur for legeringen med konstant modulus valgt slik at den oppviser en negativ frekvens/temperatur-koeffisient, og derved oppviser en sammensatt vibrator med både den keramiske platen og legeringene med konstant modulus en frekvens/temperatur-koeffisient som er hovedsakelig null. Følgelig kan temperaturkompensasjon bli oppnådd ved hjelp av en sammensatt vibrator bestående av metallstrimlene 21, 21' og den piezoelektriske keramiske platen 11.

Metallstrimlene 21 og 21' er anbragt på en slik måte i forhold til den piezoelektriske keramiske platen 11 at senteret for hver av disse tre organene er innrettet med hverandre. Dette gjør det mulig å undertrykke uønskede vibrerende bøyingsmodi og også uønsket vibrasjon av like orden. Hver lengde av disse metallstrimlene 21 og 21' bør fortrinnsvis være kortere enn lengden av den piezoelektriske keramiske platen 11. I dette tilfelle oppnås følgende to fordeler. For det første kan det uønskede falske vibrasjonsmodus lett fjernes fra et mekanisk filter som inneholder minst organene 11, 21 og 21'. For det andre kan inngangsimpedansen og utgangsimpedansen til det mekaniske filter lett reguleres til ønskede verdier.

Den således konstruerte vibrator 20 vibrerer derfor i det longitudinelle modus ved en forutbestemt frekvens når en vekselspanning blir påtrykket via ledningene 13 og 13'. I virkeligheten vibrerer vibratoren 20 i dette tilfelle også i det longitudinelle modus av en høyere orden som er forskjellig fra det første ordens modus. De longitudinelle vibrasjoner av høyere modi med oddetalls orden er imidlertid uønskede.

Figur 3 er et diagram som skisserer frekvens-responskarakteristikkene for den vibratoren 20 som er vist på figur 2. Abscissen indikerer en frekvens ( $f$ ) og ordinaten indikerer et spenningsdempnings-tap ( $\text{tap}$ ). På diagrammet representerer  $L_1$ ,  $L_3$  og  $L_5$  responsbølgeformene til de longitudinelle modi av første,



tredje og femte orden. Som vist på diagrammet tilveiebringes ikke uønskede modi av en like orden. Dette er fordi metallstrimlene 21 og 21' har samme form og at strimlene 21, 21' og den keramiske platen 11 i tillegg er anordnet på en slik måte at deres enkelte sentre er innrettet med hverandre. Detaljene ved det ovennevnte vil bli klargjort nedenfor under henvisning til en figur. Figurene 4A og 4B er skjematisk illustrasjoner som forklarer hvordan uønskede modi av like orden kan undertrykkes i vibratoren 20 som er vist på figur 2. På figurene 4A og 4B betegner heltrukne kurver 41 og 41' forskyvning av vibratoren 20, og heltrukne kurvelinjer 42 og 42' betegner distorsjoner. Distorsjonen (D) induserer positiv (+) og negative ( $\div$ ) ladninger i den piezoelektriske keramiske platen 11. Når organene 21, 21' og 11 er innrettet ved hjelp av deres enkelte sentre på den måte som er vist på figur 4A, blir den samme mengde med + og  $\div$  ladninger indusert, og følgelig kan det uønskede modus av annen orden undertrykkes. Dette er også tilfelle for andre uønskede modi av liketalls orden. Hvis imidlertid organene 21, 21' og 11 ikke er innrettet med sine enkelte sentre på den måte som er vist på figur 4B, har de induserte + og  $\div$  ladninger forskjellige størrelser. I dette tilfelle kan det ikke forventes noen undertrykking av liketalls modi. Dvs. at et symmetrisk arrangement nødvendigvis undertrykker de uønskede modi av liketalls orden.

Figur 5 illustrerer et mekanisk filter i henhold til den første utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Det mekaniske filter 50 er sammensatt ved å bruke vibratorer som hver er identiske med vibratoren 20 som er vist på figur 2. I den første utførelsesform blir f.eks. to vibratorer for det longitudinelle modus anvendt i det mekaniske filter, og disse to er adskilt fra hverandre ved hjelp av a og b. Referansetallet 51 representerer en bæretråd som blir brukt til mekanisk å understøtte vibratorene 20a og 20b som ett legeme. Organene 20a og 20b virker som en inngangsside-vibrator og en utgangsside-vibrator, respektive. Bæretråden 51 er festet til de enkelte vibratorer 20a og 20b ved deres knutepunkter. Knutepunktene eksisterer i dette eksempelet ved sentrene av de enkelte metall-

strimler 21'a og 21'b ved bunnflatene. Referansetallet 52 representerer et koblingselement. Det kan imidlertid brukes flere koblingselementer om nødvendig. Koblingselementet 52 kobler mekanisk sammen vibratorene 20a og 20b. I dette tilfelle må koblingselementet eller elementene ikke være koblet mellom metallstrimlene (21a, 21b) på toppflaten og bunnstrimlene (21'a, 21'b), ettersom dette ville forårsake elektrisk kortslutning av inngangen og utgangen til det mekaniske filteret. Koblingselementet 52 er ved begge ender koblet til metallstrimlene 21'a og 21'b ved andre punkter enn knutepunktene. Koblingselementet 52 vibrerer i et bøyningsmodus. Det således fremstilte mekaniske filter 50 mottar et inngangssignal ved sin inngang INN og frembringer så et filtrert utgangssignal fra sin utgang UT.

Det er viktig å legge merke til at i det mekaniske filteret 50 kan det største uønskede modus, dvs. det tredje ordens uønskede modus, lett undertrykkes. Undertrykkelsen oppnås spesielt lett ved egnet valg av forholdet mellom lengden av metallstrimlen og lengden av den keramiske platen, som eksemplifisert på figur 7.

Figur 6 er et tverrsnitt gjennom vibratoren 20a for det longitudinelle modus som er vist på figur 5. Figur 7 er et tverrsnitt gjennom vibratoren 20b som er vist på figur 5. På figur 7 er det anordnet slisser i vibratoren. Betegnelsene  $L_p$  og  $L_M$  betegner lengden av den piezoelektriske keramiske platen 11b og lengden av hver metallstrimmel 21b, 21'b. Det nevnte forhold mellom lengdene blir bestemt slik at det tilfredsstiller følgende ligning,  $L_M \approx \frac{2}{3}L_p$ . I praksis er det ikke nødvendig å danne slissene F i inngangsside-vibratoren 20a samtidig.

Figur 8 er et diagram som skisserer frekvensresponskarakteristikker for det mekaniske filter 50 som er vist på figur 5 og som tilfredsstiller forholdet  $L_M \approx \frac{2}{3}L_p$ . Abscissen og ordinaten indikerer det samme som på figur 3. Som det fremgår klart av diagrammet på figur 8, kan det uønskede tredje ordens modus undertrykkes i bemerkelsesverdig grad, bare ved å oppfylle det foran nevnte forhold. Det neste mindre uønskede modus av femte orden kan også undertrykkes ved hjelp av det mekaniske filter 50 som inneholder vibratoren vist på figur 7.

Hvis det er nødvendig å undertrykke det uønskede femte ordens modus fullstendig, er det mulig å anbringe koblingselementet 52 ved det femte ordens knutepunkt for hver vibrator.

Figur 9 er et diagram som forklarer hvordan det uønskede tredje ordens modus blir undertrykket. Abscissen ( $\frac{x}{L}$ ) indikerer en normalisert lengde  $x$  ved hjelp av den hele lengden  $L$  av den piezoelektriske keramiske platen 11a, 11b, hvor  $x$  er en mellomliggende vilkårlig lengde langs hele lengden  $L$ . Ordinaten indikerer en distorsjon ( $D$ ).

Et piezoelektrisk keramisk organ oppviser vanligvis en transformasjon fra en mekanisk distorsjon til en vekselspanning og omvendt, hvor positive og negative ladninger blir indusert på grunn av den mekaniske distorsjon. Fra dette synspunkt blir positive ladninger og negative ladninger indusert ved positiv distorsjon (+) og negative distorsjon ( $\neq$ ). Den positive ladningsmengde er ekvivalent med det skraverete område som er omgitt av den heltrukne kurven 91, mens den negative ladningsmengden er ekvivalent med de skraverete områder som omgis av hver del av de heltrukne kurvene 92 og 93. Som det fremgår av diagrammet vil de positive og negative ladninger kansellere hverandre, slik at verken positive ladninger eller negative ladninger blir etterlatt på vibratoren 20b (figur 7), med det resultat at ingen filtrert utgang vedrørende det tredje ordens vibrasjonsmodus blir frembragt fra utgangen UT. Følgelig kan ødeleggende uønskede modus av tredje orden undertrykkes.

Som nevnt tidligere oppviser foreliggende oppfinnelse en annen fordel bortsett fra undertrykkelsen av det uønskede tredje ordens modus, ved at inngangsimpedansen og utgangsimpedansen til det mekaniske filter lett kan reguleres til en ønsket verdi. Med de senere års utvikling av storskala-integrerte kretser (LSI) er det ofte nødvendig å skjelve mellom verdiene av inngangsimpedansen  $Z_{in}$  og utgangsimpedansen  $Z_{out}$  til det mekaniske filter 50, spesielt f.eks.  $Z_{in} < Z_{out}$ . En slik forskjell mellom inngangs- og utgangs-impedansene er f.eks. ofte nødvendig ved

konstruksjon av et mekanisk filter som ved sin inngang og utgang skal forsynes med en C-MOS LSI-krets for å redusere et spenningsdempnings-tap gjennom det mekaniske filter til en så liten verdi som mulig.

Det forannevnte forholdet  $Z_{in} < Z_{out}$  og spesielt den større utgangsimpedansen  $Z_{out}$  kan også tilveiebringes ved hjelp av slissene S i utgangssiden av vibratoren 20b for longitudinelle modus. Ingen slik sliss S er dannet i inngangsside-vibratoren 20a (figur 5). Hver sliss S kan frembringes ved f.eks. å bruke en laserstråle som faller på metallfilmen 12b, 12'b. De metallfilmene som er vist på figur 7 er elektrisk adskilte i inngangsside- og utgangsside-metallfilmer på grunn av forekomsten av slissene S mellom dem. Derfor er hele lengden  $L_m$  av hver elektrode, dvs. metallfilmen 12b, 12'b ved utgangssiden, meget kortere sammenlignet med hele lengden  $L_p$  av hver elektrode, dvs. metallfilmen 12a, 12'a ved inngangssiden, dvs. at uttrykket  $L_p > L_m$  er tilveiebragt. Forholdet  $L_p > L_m$  vedrører hovedsakelig forholdet mellom verdiene  $Z_{in}$  og  $Z_{out}$ .

Figur 10 er et kretsskjema ekvivalent med vibratoren for longitudinelle modi. Legg merke til at ekvivalent-kretsen som er vist på figur 10 er felles for hver vibrator som er vist på figur 5 og figur 7. På figur 10 betegner symbolet L en ekvivalent induktans, C en ekvivalent kapasitans,  $C_d$  en dempningskondensator og R en ekvivalent resistans. I ekvivalentkretsen blir en resonansfrekvens  $f_r$  bestemt ved ligningen:

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Den således bestemte responsfrekvens  $f_r$  er den samme uansett slissen S i både inngangsside- og utgangsside-vibratorene 20a og 20b fordi vibrasjonsfrekvensen til vibratoren blir bestemt bare av dens lengde. Siden de piezoelektriske keramiske platene 11a og 11b har den samme lengde, sammenfaller følgelig hver

resonansfrekvens til vibratorene 20a og 20b med hverandre. Antas det at de fysiske forhold ved inngangsside- og utgangssidevibratorene er hovedsakelig de samme bortsett fra at den sistnevnte har slissene S, er det nedenunder foretatt en sammenligning mellom verdiene av de ekvivalente induktansene L for disse. Inngangsside-vibratoren 20a som har et tverrsnitt identisk med den på figur 6, har elektroder med forholdsvis store dimensjoner, dvs. metallfilmer 12a og 12'a, siden ingen slisser er dannet i disse. Dette betyr at en høy grad av elektrisk-mekanisk omformingseffekt er tilgjengelig, og at det derved er etablert en lav induktans L. Mens utgangsside-vibratoren 20b (figur 7) med slissene S har elektroder med forholdsvis små dimensjoner, dvs. metallfilmene 21b og 21'b. I motsetning til det ovenstående betyr dette at en lav grad av elektrisk-mekanisk omformingseffekt er oppnåelig, og at det derved etableres en høy induktans L. De lave og høye induktansene L er proporsjonale med verdiene av impedansene  $Z_{in}$  og  $Z_{out}$ , og følgelig oppstår det ovenfor siterte uttrykk  $Z_{in} < Z_{out}$ . I dette tilfelle skal det bemerkes at forholdet  $Z_{in} < Z_{out}$  blir tilfredsstillt bare ved dannelsen av slissene S. I dette henseendet kan det også være mulig å ikke lage utside-elektroder, som vist på figur 11. Figur 11 er et tverrsnitt gjennom en modifikasjon av en vibrator som er vist på figur 7. Som man ser på figur 11 finnes det ingen utside-elektroder, men bare innside-elektroder, dvs. at de brukte metallfilmene 12b og 12'b er anbragt umiddelbart under metallstrimlene 21b og 21'b.

Figur 12 er en perspektivskisse av en piezoelektrisk keramisk vibrator som brukes i et mekanisk filter i henhold til en annen utførelsesform av foreliggende oppfinnelse. En piezoelektrisk keramisk vibrator 120 for longitudinelle modi er sammensatt med metallplater (ikke metallstrimler) 121 og 121'. En hovedforskjell mellom vibratorene 20 (figur 2) og 120 (figur 12) består i deres tykkelser. Dvs. at hver metallplate 121, 121' er forholdsvis tykk, mens de foran nevnte metallstrimler 21, 21' er forholdsvis tynne.

Figur 13 er et tverrsnitt gjennom vibratoren 120 som er vist på figur 12. På figur 13 betegner symbolene  $t_M$  og  $t_p$  de enkelte tykkelser av den piezoelektriske keramiske platen 11 og metallplaten 121 på toppflaten. Metallplaten 121' på bunnflaten har den samme tykkelse  $t_M$ . Alle andre forhold for metallplaten

121, 121' er identiske til de for metallstrimlene 21 og 21'. Dvs. at metallplatene 121 og 121' er laget av legeringer med konstant modulus, har de samme former som hverandre, tjener som elektroder, fortrinnsvis tilfredsstillende forholdet  $L_M < L_P$  og er anbragt på en slik måte at de enkelte sentre er innrettet med senteret til den keramiske platen 11. Den eneste forskjell består i deres tykkelse, som nevnt ovenfor. Disse metallplatene 121 og 121' er festet til de enkelte metallfilmer 12 og 12' ved hjelp av loddemedier 123 og 123'. Således er metallplaten 121, 121' forholdsvis tykkere enn metallstrimlen 21, 21', og kan defineres absolutt som nedenfor. Antas det at forholdet  $t_M/t_P$  er omkring 0,05 for metallstrimlen 21, 21', er forholdet  $t_M/t_P$  omkring 0,5 for metallplaten 121, 121'. Med andre ord blir summen av tykkelsene av metallplatene 121 og 121', dvs.  $2 \times t_M$ , bestemt til å være omkring lik tykkelsen  $t_P$  av den piezoelektriske keramiske platen 11, dvs.  $2 t_M \approx t_P$ .

Ifølge den annen utførelsesform kan de uønskede modi undertrykkes ved å anvende tykke legeringsorganer med konstant modulus, dvs. metallplatene 121 og 121'. Figur 14 er et diagram som skisserer frekvensrespons-karakteristikkene for vibratoren 120 for longitudinelle modus som vist på figurene 12 og 13. Indikasjonene på abscissen og ordinaten er de samme som de på figur 3 og 8 og symbolene  $L_1$ ,  $L_3$  ( $L'_3$ ) og  $L_5$  ( $L'_5$ ) representerer de samme elementer som de på figurene 3 og 8. På figur 14 representerer en heltrukken kurve "120a" en karakteristikk ved en inngangssidevibrator 120a (illustrert senere), hvis lengdeforhold  $L_M/L_P$  er satt lik 0,817, og en kurve "120b" med brutte linjer representerer en karakteristikk ved en utgangssidevibrator 120b (illustrert senere), hvis lengdeforhold  $L_M/L_P$  er satt lik 0,667. Det gjøres oppmerksom på at frekvensrespons-karakteristikkene på figur 14 varierer i henhold til variasjonene av forholdet  $L_M/L_P$ . Dette kommer av tilnærmelsen av tykkelsen  $t_M$  av metallplaten 121, 121' til tykkelsen  $t_P$  av den keramiske platen 11, og det kan ved hjelp av eksperimenter bevises at det ovenfor nevnte faktum som er avdekket på figur 14, ikke oppstår hvis tykkelsen  $t_M$  er meget liten, slik som  $t_M/t_P = 0,05$ . Hvis ikke danner de tykke metallplatene 121 og 121' sammen med den keramiske platen 11 en sammensatt vibrator. Detaljer ved denne vil bli klarlagt nedenfor under henvisning til figur 15.

Figur 15 er et diagram som forklarer et forhold mellom  $t_M/t_P$  og  $L_M/L_P$ . Abscissen indikerer forholdet  $L_M/L_P$  og ordinaten indikerer et forhold  $f_n/f_1$ . Symbolet  $f_n$  betegner hver frekvens av et longitudinelt vibrasjonsmodus av n'te orden ( $n = 1, 3, 5$ ). Det er viktig å legge merke til at på figur 15 er frekvenskarakteristikkene til vibratoren for longitudinelle modus ikke avhengig av forholdet  $L_M/L_P$  hvis forholdet  $t_M/t_P$  er så lite som 0,05, som i vibratoren 20 som er vist på figur 2, men er inverst og bemerkelsesverdig avhengig av dette hvis forholdet  $t_M/t_P$  er så stor som 0,5, som i vibratoren 120 som er vist på figur 12. I den annen utførelsesform er karakteristikken for de uønskede modi forbedret ved å ta i betraktning det ovenfor nevnte faktum på figur 15.

Figur 16 er et mekanisk filter i henhold til den annen utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Et mekanisk filter 160 av den annen utførelsesform er sammensatt ved å bruke vibratoren 120 for longitudinelle modus som er vist på figurene 12 og 13. Lengdene ( $L_P$ ) av hver av inngangsside-vibratoren 120a og utgangsside-vibratoren 120b er hovedsakelig de samme, imidlertid er lengden ( $L_M$ ) av inngangsside-metallplaten 121a (også 121'a), dvs.  $L_{Ma}$ , forskjellig fra lengden, dvs.  $L_{Mb}$ , av inngangsside-metallplaten 121b (også 121'b). Forskjellen i lengden  $L_M$  mellom 121a og 121b avspeiles i forskjellen i karakteristikkene mellom kurvene "120a" og "120b" som er vist på figur 14. I det således sammensatte mekaniske filter 160 er de uønskede modi sterkt undertrykket. Dette vil bli klargjort under henvisning til figur 17.

Figur 17 er et diagram som skisserer frekvens-respons-karakteristikker for det mekaniske filter 160 som er vist på figur 16, og som tilfredsstiller forholdet  $L_{Ma} \neq L_{Mb}$ . Indikasjonene på abscissen og ordinaten er identisk med de på figurene 3, 8 og 14. I diagrammet på figur 17 svarer en heltrukken kurve til det mekaniske filteret 160 hvor forholdet  $L_{Ma}/L_P$  for inngangsside-vibratoren 120a er forskjellig fra forholdet  $L_{Mb}/L_P$  for utgangsside-vibratoren 120b, som det fremgår av figur 16. På den annen side representerer en kurve med brutte linjer en identisk karakteristikk-kurve som ville bli oppnådd hvis et mekanisk filter blir brukt hvor forholdet  $L_{Ma}/L_P$  sammenfaller med forholdet  $L_{Mb}/L_P$ . Følgelig kan det tredje ordens og femte ordens uønskede modus ( $L_3, L_5$ ) sterkt undertrykkes ved å bruke minst to vibra-

torer for longitudinelle modi som har et forskjellig forhold  $L_M/L_P$  fra hverandre. Hvis forholdene  $L_M/L_P$  for vibratorene sammenfaller med hverandre, er resonansfrekvensene i hver høyere ordens vibrasjonsmodus også sammenfallende med hverandre, og derfor blir dempningstapet for én vibrator addert til det for den andre vibratoren ved hver resonans-frekvens, slik at kurven med brutte linjer på figur 17 ville bli oppnådd. Det er klart at den brutte kurven ikke bidrar til en forbedring av undertrykkelsen av uønskede modi, noe den heltrukne kurven gjør.

Det vises til figurene 12, 13 og 16 hvor slisser som er identiske med de foran nevnte slisser S (figur 7) også kan innføres i det minste i utgangsside-vibratoren 120b hvis det er ønskelig for å regulere impedansen. I stedet for å danne slike slisser, kan det i dette tilfelle også være mulig å fjerne de tilsvarende metallfilmer 12 og 12' (figur 13) som er anbragt på overflatene bortsett fra ved partier umiddelbart under metallplatene 121 og 121'. Siden de tykke metallorganene, dvs. metallplatene 121a og 121b, blir brukt, kan det videre også være mulig å danne et koblingselement eller koblingselementer (se metalltrådorganet 52 på figur 16) som en konstruksjon i ett stykke med metallplaten 121a og 121b, som i den konstruksjon som vises senere på figurene 20A og 20B. I dette tilfelle kan det også være mulig å eliminere bæretråden 51 (figur 16) som skal kobles mellom to knutepunkter, som i den konstruksjon som vises senere på figurene 18A og 18B.

Figur 18A er en perspektivskisse av et mekanisk filter i henhold til en tredje utførelsesform av foreliggende oppfinnelse. Figur 18B er et oppriss av det mekaniske filteret sett fra pilen B på figur 18A. I den tredje utførelsesform er det mekaniske filter 180 hovedsakelig sammensatt av en inngangssidevibrator 181a for longitudinelle modi og en utgangssidevibrator 181b for longitudinelle modi, som er forbundet ved hjelp av koblingselementer 184 og 184'. Koblingselementene 184 og 184' er fortrinnsvis dannet som en konstruksjon i ett stykke med metallplatene 182a og 182b som er laget av en legering med konstant modulus. Metallplatene 182'a og 182'b som er laget av en legering med konstant modulus, ligger på hver side av de enkelte piezoelektriske keramiske plater 183a og 183b sammen med de enkelte metallplater 182a og 182b. Inngangsside-metallplatene



har inngangsterminaler 185a og 185'a. Utgangsside-metallplatene har utgangsterminaler 185b og 185'b. Siden koblings-elementene 184 og 184' kobler sammen og understøtter vibratorene 181a og 181b, er det ikke nødvendig med noen bæreanordning slik som bæretråden 51.

Det gjøres oppmerksom på at på figurene 18A og 18B er tykkelsen av den keramiske platen 183a forskjellig fra tykkelsen av den keramiske platen 183b. En slik forskjell i tykkelsen mellom de keramiske platene er effektiv når det gjelder å undertrykke uønskede modi av høyere orden. Dette vil bli kort klarlagt under henvisning til figur 19.

Figur 19 er et diagram som skisserer frekvensresponskarakteristikkene til det mekaniske filter 180 som er vist på figurene 18A og 18B. Indikasjonene på abscissen og ordinaten er identisk med de på tidligere figurer av samme type. I diagrammet som er vist på figur 19 svarer en heltrukken kurve til det mekaniske filter 180. Som det fremgår av diagrammet er undertrykkelsen av uønskede modi av høyere orden bemerkelsesverdig. Dette vil bli kort forklart nedenfor.

Når bare vibratoren 181a for longitudinelle modi blir målt, vil de uønskede vibrasjonsmodi i tykkelsesretningen bli som skissert ved den prikkede kurven 181a. Når likeledes bare den longitudinelle vibratoren 181b blir målt, vil de uønskede vibrasjonsmodi i tykkelsesretningen bli som skissert ved den brutte kurvelinje 181b. Når derfor disse to vibratorene 181a og 181b blir koblet sammen for å danne filtere, vil de enkelte forskjellige uønskede vibrasjoner kansellere hverandre slik at de uønskede vibrasjonene blir svekket, som skissert.

Det vises igjen til figurene 18A og 18B hvor, selv om det ikke er vist, kan dannes slisser identiske med de nevnte slisser S (figur 7) i det minste i utgangsside-vibratoren 181b om det er nødvendig for impedanseregulering. Istedenfor å danne slike slisser, kan det i dette tilfelle også være mulig å fjerne de tilsvarende metallfilmer 12b som befinner seg på overflatene bortsett fra på partier umiddelbart under metallplatene 182b og 182'b.

Figur 20A er en perspektivskisse av et mekanisk filter i henhold til en fjerde utførelsesform av foreliggende oppfinnelse. Figur 20B er et oppriss av det mekaniske filter sett fra pilen

B på figur 20A. I den fjerde utførelsesform består det mekaniske filter 200 hovedsakelig av en inngangsside-vibrator 201a for longitudinelle modi og en utgangsside-vibrator 201b for longitudinelle modi, som er forbundet ved hjelp av et koblings-element 204 og en bærebjelke 204'. Koblingselementet 204 og bærebjelken 204' er fortrinnsvis dannet i ett stykke med metallplatene 202a og 202b som er laget av en legering med konstant modulus. Metallplatene 202'a og 202'b som er laget av en legering med konstant modulus ligger på hver side av de enkelte piezoelektriske keramiske platene 203a og 203b sammen med de enkelte metallplatene 202a og 202b. Inngangsside-metallplatene har inngangsterminaler 205a og 205'a. Utgangsside-metallplatene har utgangsterminaler 205b og 205'b. Legg merke til at et annet koblingselement kan innføres i stedet for bærebjelken 204'.

Det gjøres oppmerksom på at på figurene 20A og 20B er bredden av den keramiske platen 203a (også metallplatene 202a, 202'a) forskjellig fra bredden av den keramiske platen 203b, (også metallplatene 202b, 202'b). En slik forskjell i bredde mellom platene er effektiv når det gjelder å undertrykke uønskede vibrasjonsmodi i bredderetningen. Dette skal kort klargjøres nedenfor under henvisning til figur 21.

Figur 21 er et diagram som skisserer frekvensresponskarakteristikkene for det mekaniske filter 200 vist på figurene 20a og 20b. Indikasjonene på at abscissen og ordinaten er identiske med de på tidligere tegninger av samme type. I diagrammet på figur 21 svarer en heltrukken kurve til det mekaniske filter 200. Som det fremgår av diagrammet er undertrykkelsen av uønskede vibrasjonsmodi i bredderetningen bemerkelsesverdig. Dette skal kort forklares nedenfor. Hvis bare vibratoren 201a for longitudinelle modi måles, ville de uønskede vibrasjonsmodi i bredderetningen være som skissert ved den brutte linjekurven 201a. Hvis likeledes vibratoren 201b for longitudinelle modi ble målt, ville de uønskede vibrasjonsmodi i bredderetningen være som skissert ved den strek-prikkede kurven 201b. Når derfor disse to vibratorene 201a og 201b blir koblet sammen for å danne filtere, kansellerer de enkelte forskjellige uønskede vibrasjoner fra disse hverandre slik at de uønskede vibrasjoner blir svekket, som skissert.

Det vises igjen til figurene 20A og 20B hvor selv om det

ikke er vist, kan dannes slisser identiske med de nevnte slisser S (figur 7) i det minste i utgangsside-vibratoren 181b, om det er ønskelig for impedansregulering. I stedet for å danne slike slisser, kan det i dette tilfelle også være mulig å fjerne de tilsvarende metallfilmer 12b som befinner seg på overflatene bortsett fra partier umiddelbart under metallplatene 202b og 202'b.

Som forklart detaljert ovenfor tilveiebringer det mekaniske filter i henhold til foreliggende oppfinnelse for det første fordelene ved høy stabilitet med hensyn til temperaturvariasjoner og elding, for det annet sterk motstand mot ytre mekaniske støt, og for det tredje krever det ikke noe ytre elektrisk båndpassfilter for undertrykkelse av de uønskede modi.

## P A T E N T K R A V

1. Mekanisk filter omfattende minst ett piezoelektrisk keramisk inngangsside-organ og et piezo-elektrisk keramisk utgangsside-organ, legeringsorganer med konstant modulus som er hvert for seg montert på topp- og bunnflatene av hvert av de piezoelektriske keramiske organer, og minst ett koblingsselement forbundet mellom inngangsside- og utgangsside-organene ved legeringsorganene med konstant modulus montert på enten topp- eller bunn-flatene, hvor hvert av de piezoelektriske keramiske organer er polarisert i en retning langs dets tykkelse og vibrerer i en longitudinell modus, idet hvert av legeringsorganene på toppflaten og hvert av legeringsorganene på bunnflaten har den samme form, og idet hvert av legeringsorganene har en frekvens/temperatur-karakteristikk som er motsatt den for hvert av de piezoelektriske keramiske organer, og ved at organene på topp- og bunn-flatene og tilsvarende piezoelektriske keramiske organ er anordnet på en slik måte at de enkelte sentre er innrettet med hverandre, k a r a k t e r i s e r t v e d at topp- og bunnflatene av hvert av de piezoelektriske keramiske organer er dekket med metallfilmer til hvilke legeringsorganene med konstant modulus er festet, og at hvert av legeringsorganene med konstant modulus har en kortere lengde enn lengden av det tilsvarende piezoelektriske keramiske organ.

2. Mekanisk filter ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at hvert av legeringsorganene med konstant modulus er dannet i form av en strimmel.

3. Mekanisk filter ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at lengden  $L_p$  av minst ett av de piezoelektriske keramiske organer og lengden  $L_M$  av metallstrimlene på både topp- og bunnflatene er bestemt slik at de tilfredsstillter forholdet  $L_M \approx 2L_p/3$  og ved at det er dannet slisser i metallfilmene langs begge sidene av metallstrimlene på topp- og bunnflatene slik at en uønsket tredje ordens modus blir undertrykket.

165619

20

4. Mekanisk filter ifølge krav 3,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det mekaniske filter  
videre er forsynt med en bæretråd som ved begge ender er  
forbundet til metallstrimlene ved enten topp- eller bunnflatene  
ved de respektive sentre, dvs. de respektive knutepunkter av de  
piezoelektriske keramiske inngangside- og utgangsside-organer,  
mens koblingselementet er koblet mellom dem ved respektive  
punkter andre enn knutepunktene.

5. Mekanisk filter ifølge krav 4,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at forholdet  $L_M \approx 2L_P/3$  blir  
etablert ved det piezoelektriske keramiske organs utgangsside.

6. Mekanisk filter ifølge krav 5.  
k a r a k t e r i s e r t v e d at de deler av metall-  
filmene som ligger utenfor slissene er fjernet.

7. Mekanisk filter ifølge krav 6,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at forholdet mellom  
tykkelsen  $t_p$  av hvert av de piezoelektriske keramiske organer  
og tykkelsen  $t_M$  av hver av metallstrimlene er omkring 0.05, dvs.

$$\frac{t_M}{t_p} \approx 0,05$$

8. Mekanisk filter ifølge krav 1,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at hvert organ av legering  
med konstant modulus har form av en plate.

9. Mekanisk filter ifølge krav 8,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at tykkelsen  $t_p$  av hvert av  
de piezoelektriske keramiske organer er omkring to ganger  
tykkelsen  $t_M$  av hver av metallplatene.

10. Mekanisk filter ifølge krav 9,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at lengdene  $L_p$  av de  
piezoelektriske keramiske organer er hovedsakelig like, og ved  
at lengden  $L_{Ma}$  av inngangsside-metallplaten er forskjellig fra

lengden  $L_{Mb}$  av utgangsside-metallplaten, slik at uønskede vibrasjonsmodi av høyere orden blir undertrykket.

11. Mekanisk filter ifølge krav 10,

k a r a k t e r i s e r t v e d at det mekaniske filter videre er utstyrt med en bæretråd som ved begge ender er forbundet til enten topp- eller bunn-metallplatene ved deres respektive sentre, dvs. respektive knutepunkter, for de piezoelektriske keramiske inngangsside- og utgangsside-organer, mens koblingsselementet er koblet mellom disse ved respektive punkter som er forskjellige fra knutepunktene.

12. Mekanisk filter ifølge krav 10,

k a r a k t e r i s e r t v e d at det mekaniske filter videre er forsynt med koblingsselementer som hvert ved begge ender er forbundet med enten topp- eller bunn-metallplatene ved respektive punkter som er andre enn de individuelle knutepunkter, hvilke koblingsselementer er formet som plater og utgjør en konstruksjon i ett stykke sammen med de nevnte metallplater.

13. Mekanisk filter ifølge krav 10,

k a r a k t e r i s e r t v e d at det mekaniske filter videre er utstyrt med et bæreorgan som ved begge ender er forbundet til enten topp- eller bunn-metallplatene ved deres respektive sentre, dvs. respektive knutepunkter, av inngangsside- og utgangsside-organene, mens koblingsselementet er koblet mellom disse ved respektive punkter andre enn knutepunktene, idet bæreorganene og koblingsselementene er formet som plater og dannet i ett stykke sammen med metallplatene.

14. Mekanisk filter ifølge krav 11,

k a r a k t e r i s e r t v e d at det er dannet slisser i metallfilmene langs begge sider av toppside- og bunnside-metallplatene på utgangssiden.

165619

22

15. Mekanisk filter ifølge krav 12,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det er dannet slisser i  
metallfilmene langs begge sider av toppside- og bunnside-  
metallplatene på utgangssiden.

16. Mekanisk filter ifølge krav 13,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det videre er dannet  
slisser i metallfilmene langs begge sider av toppside- og  
bunnside-metallplatene på utgangssiden.

17. Mekanisk filter ifølge krav 14,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at metallfilmene som  
befinner seg utenfor slissene, er fjernet.

18. Mekanisk filter ifølge krav 15,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at metallfilmene som  
befinner seg utenfor slissene, er fjernet.

19. Mekanisk filter ifølge krav 16,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at metallfilmene som  
befinner seg utenfor slissene, er fjernet.

20. Mekanisk filter ifølge krav 9,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at tykkelsen av det  
piezoelektriske keramiske inngangsside-organet er forskjellig  
fra tykkelsen av det piezoelektriske keramiske utgangsside-  
organet, slik at uønskede vibrasjonsmodi i tykkelsesretningen  
blir undertrykket.

21. Mekanisk filter ifølge krav 20,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det mekaniske filter  
videre er forsynt med koblingselementer som ved begge ender er  
forbundet med enten toppside- eller bunnside-metallplatene ved  
respektive punkter andre enn de enkelte knutepunkter, idet  
koblingselementene er formet som plater og dannet i ett stykke  
med metallplatene.

22. Mekanisk filter ifølge krav 20,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det mekaniske filter videre er forsynt med et bæreorgan som ved begge ender er forbundet til enten toppside- eller bunnside-metallplater ved deres respektive sentre, dvs. respektive knutepunkter, for inngangsside- og utgangsside-organene av piezoelektrisk keramisk materiale, mens koblingselementet er koblet mellom disse ved respektive andre punkter enn knutepunktene, idet bæreorganene og koblingselementene er formet som plater og dannet i ett stykke med metallplatene.
23. Mekanisk filter ifølge krav 21,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at slisser videre er dannet i metallfilmene langs begge sider av toppside- og bunnside-metallplatene på utgangssiden.
24. Mekanisk filter ifølge krav 22,  
k a r a k t e r i s e r t v e d ved at det videre er dannet slisser i metallfilmene langs begge sider av toppside- og bunnside-metallplatene på utgangssiden.
25. Mekanisk filter ifølge krav 23,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at metallfilmene som befinner seg utenfor slissene, er fjernet.
26. Mekanisk filter ifølge krav 24,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at metallfilmene som befinner seg utenfor slissene, er fjernet.
27. Mekanisk filter ifølge krav 9,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at bredden av det piezo-  
elektriske keramiske inngangsside-organet og også dets topp- og bunnside av metallplater er forskjellige fra bredden av det piezoelektriske keramiske utgangsside-organet og også dets toppside- og bunnside-metallplater, slik at uønskede vibrasjons-  
modi i bredderetningen blir undertrykket.



165619

24

28. Mekanisk filter ifølge krav 27,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det mekaniske filteret  
videre er utstyrt med koblingselementer som ved begge ender er  
forbundet til enten toppside- eller bunnside-metallplatene ved  
andre respektive punkter enn de enkelte knutepunkter, idet  
koblingselementene er formet som plater og dannet i ett stykke  
med metallplatene.

29. Mekanisk filter ifølge krav 27,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det mekaniske filter  
videre er utstyrt med et bæreorgan som i begge ender er  
forbundet med enten toppside- eller bunnside-metallplater ved  
deres respektive sentre, dvs. respektive knutepunkter, for de  
piezoelektriske keramiske inngangsside- eller utgangsside-  
organer, mens koblingselementet er koblet mellom disse ved  
respektive andre punkter enn knutepunktene hvilke bæreorgan og  
koblingselementer er formet som plater og dannet i ett stykke  
med metallplatene.

30. Mekanisk filter ifølge krav 28,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det er dannet slisser i  
metallfilmene langs begge sider av toppside- og bunnside-  
metallplatene til utgangssiden.

31. Mekanisk filter ifølge krav 29,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at det videre er dannet  
slisser i metallfilmene langs begge sider av toppside- og  
bunnside-metallplatene til utgangssiden.

32. Mekanisk filter ifølge krav 30,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at metallfilmene som  
befinner seg utenfor slissene, er fjernet.

33. Mekanisk filter ifølge krav 31,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at metallfilmene som  
befinner seg utenfor slissene, er fjernet.

Fig. 1

TEKNIKKENS STAND

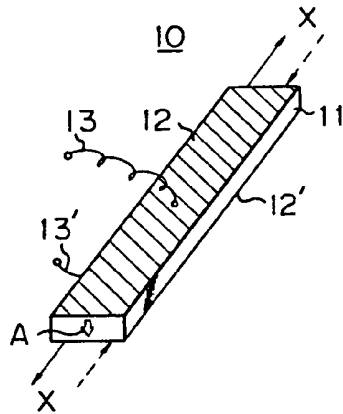


Fig. 2

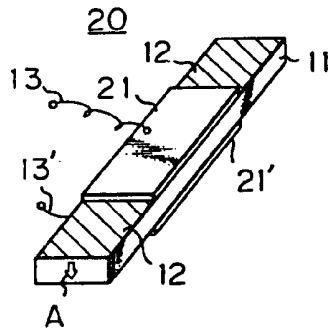


Fig. 3

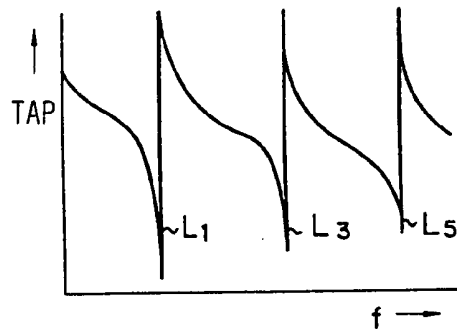


Fig. 4 A

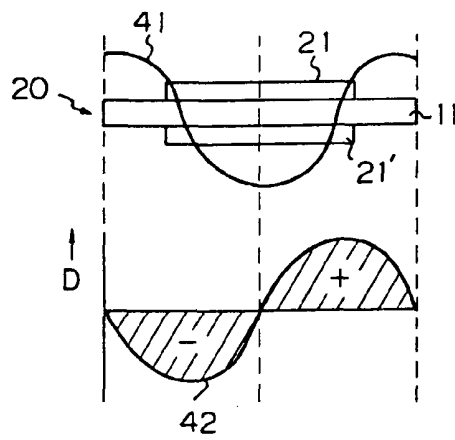


Fig. 4 B

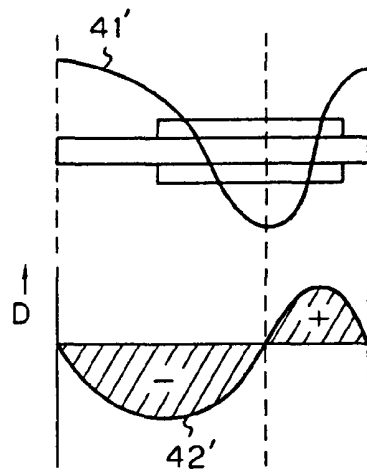


Fig. 5

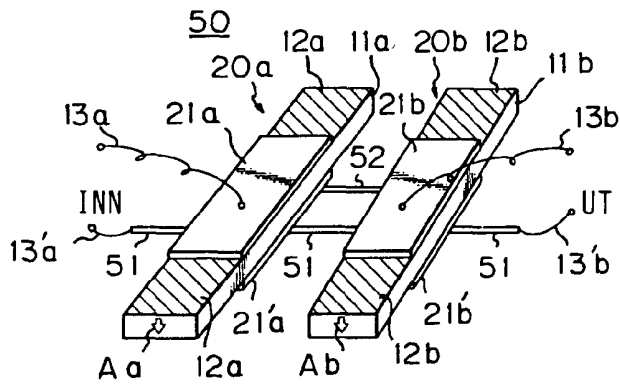


Fig. 6

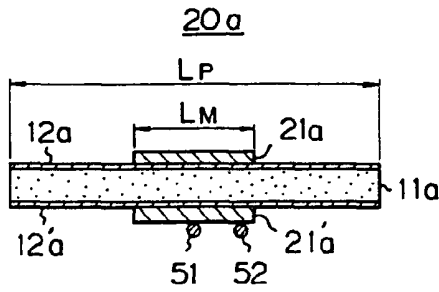


Fig. 7

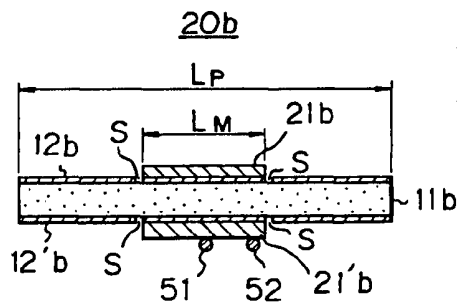


Fig. 8

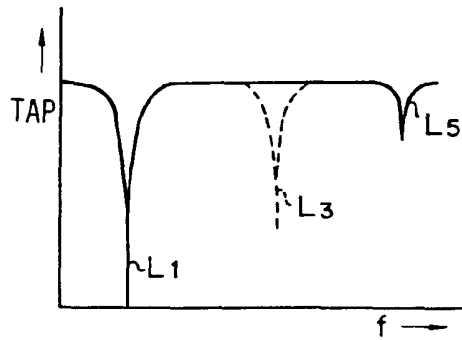


Fig. 9

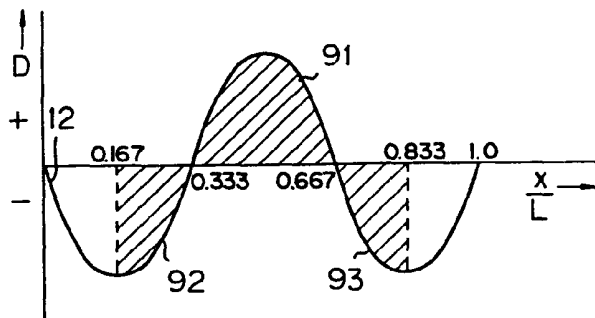


Fig. 10

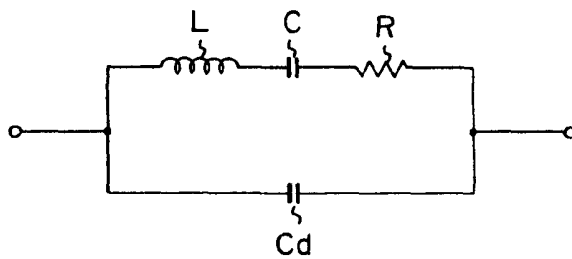


Fig. 11

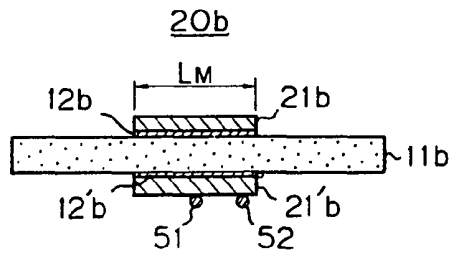


Fig. 12

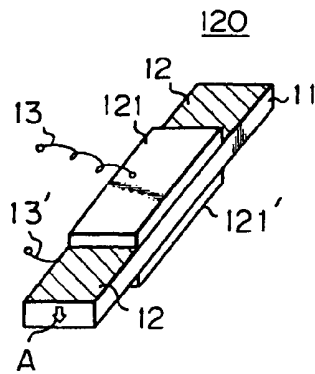


Fig. 13

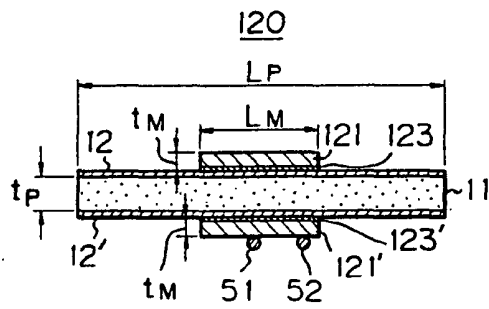


Fig. 14

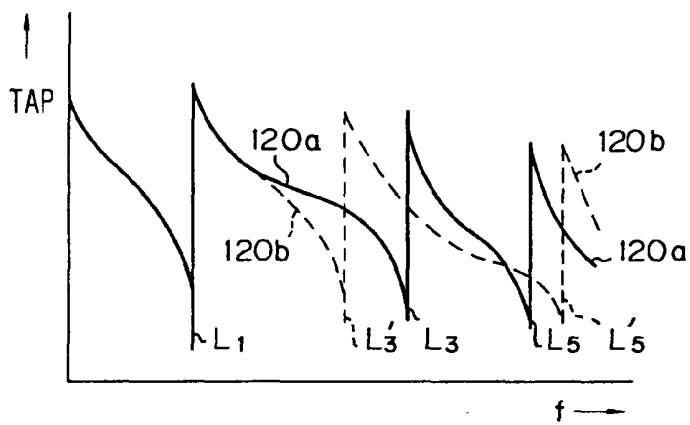


Fig. 16

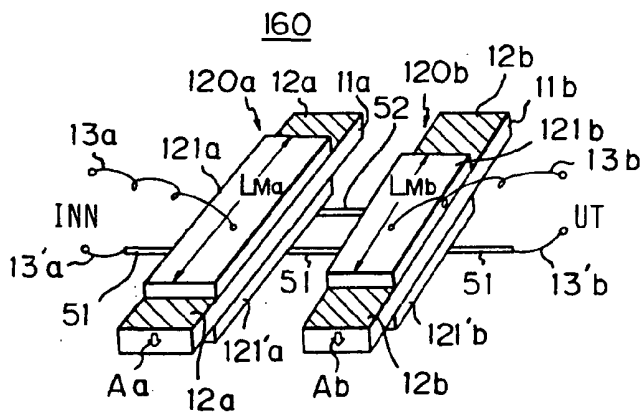


Fig. 15

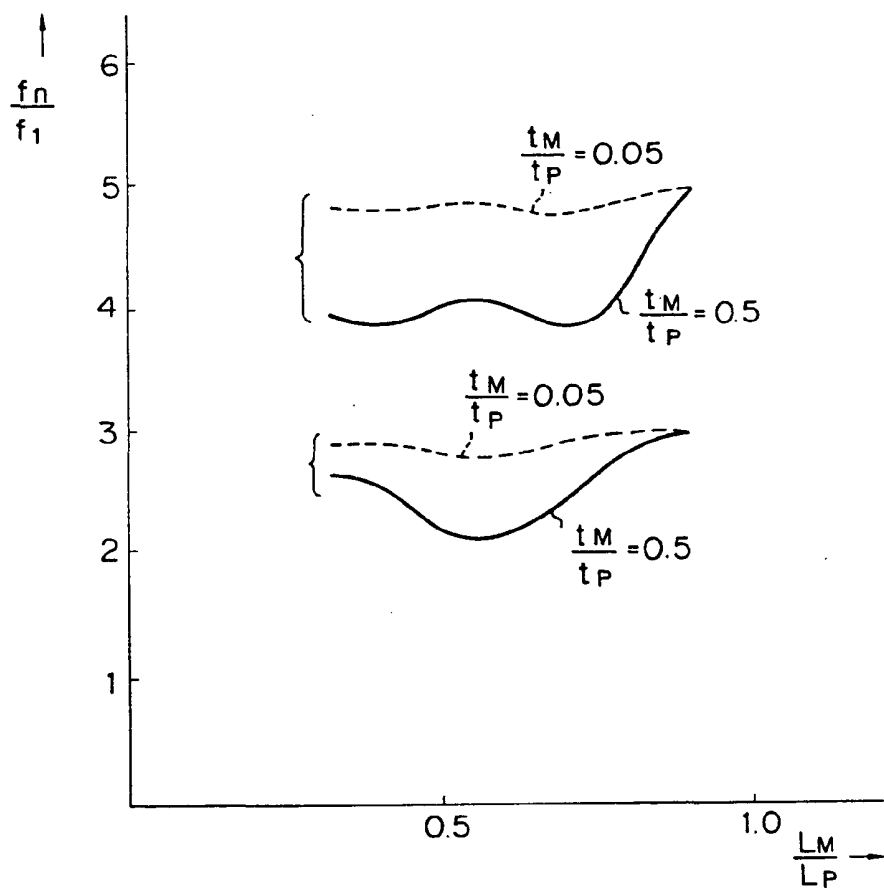




Fig. 17

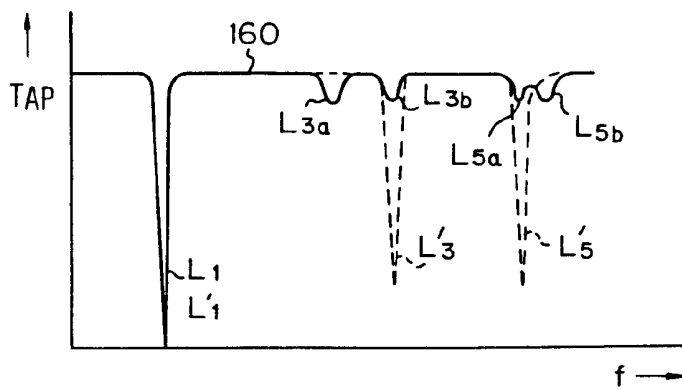


Fig. 18 A

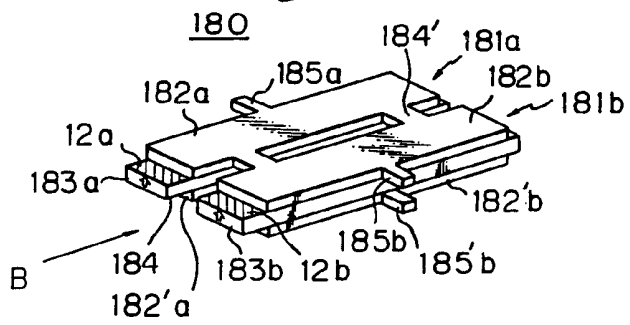
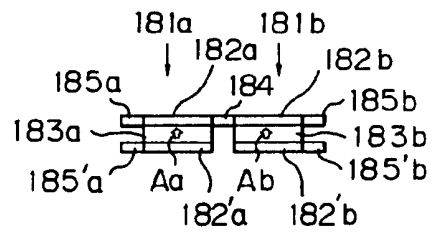
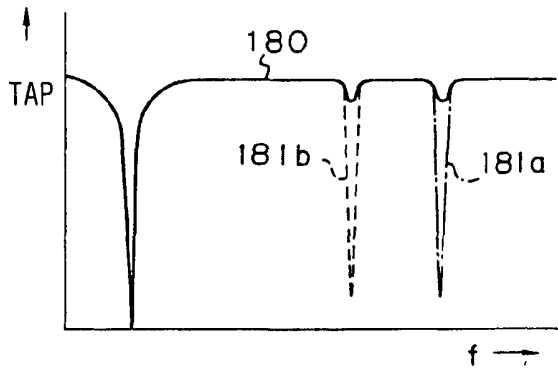


Fig. 18 B



*Fig. 19*



*Fig. 21*

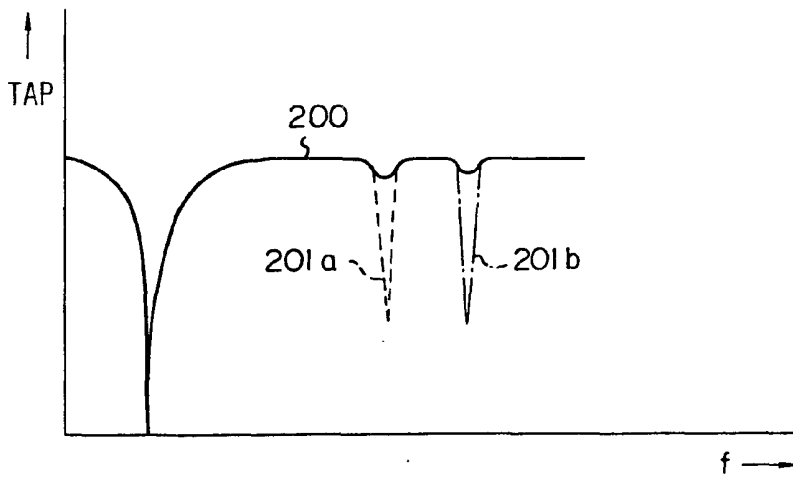


Fig. 20A

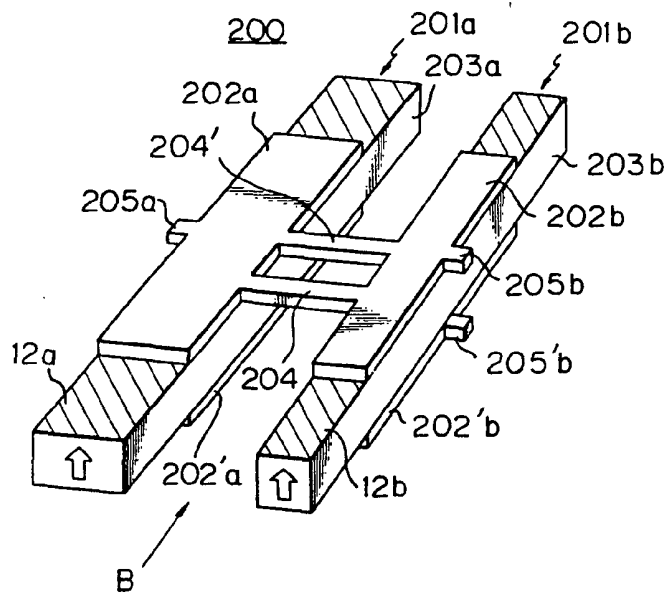


Fig. 20B

