



(12) PATENT

(19) NO

(11) 336146

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.
G01V 1/155 (2006.01)

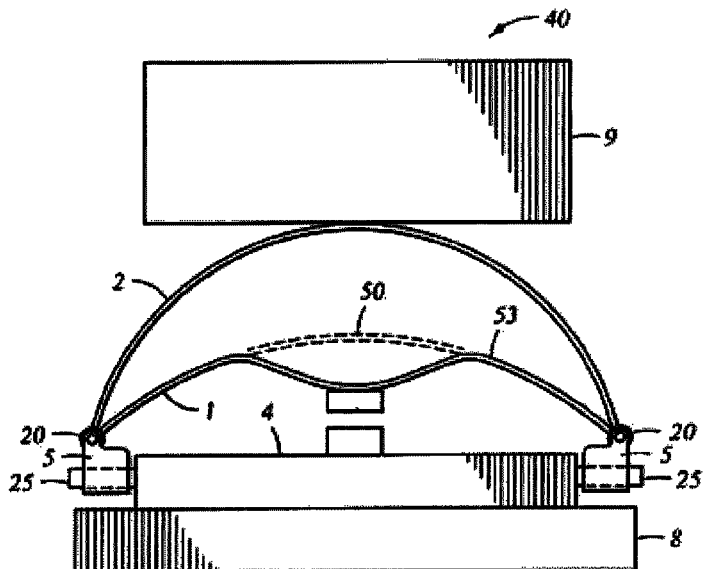
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20032273	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2003.05.20	(85)	Videreføringssdag	
(24)	Løpedag	2003.05.20	(30)	Prioritet	2002.05.31, US, 160230
(41)	Alm.tilgj	2003.12.01			
(45)	Meddelt	2015.05.26			
(73)	Innehaver	PGS Americas Inc, 16010 Barker's Point Lane, Suite 600, US-TX77079 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Stig Rune Lennart Tenghamn, 3303 Sage Terrace Drive, US-TX77450 KATY, USA			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Driversammenstilling for en seismisk vibrator med to resonansfrekvenser
(56)	Anførte publikasjoner	US 5031718 A US 5031718 A RU 2028647 C1 RU 2028647 C1 US 3578102 A US 4410062 A US 4014403 A US 4785430 A
(57)	Sammendrag	

I en utførelse av den foreliggende oppfinnelsen, er det anordnet en driversammenstilling for en seismisk landvibrator. Driversammenstillingen innbefatter i det minste et første fjærelement. Det første fjærelementet opererer med i det minste to vibrasjonsmodus i et seismisk frekvensbånd av interesse.

Driversammenstillingen innbefatter også en baseplate, en driver og en reaksjonsmasse. Driveren samvirker med reaksjonsmassen og det første fjærelementet for å overføre energi til baseplaten.



Vibroseissystemet er et konstruert system som vanligvis bruker hydraulisk opererte vibratorer for å sende kontinuerlige akustiske signaler (ment som sjokkbølger) gjennom jorden. Vibroseissignalet er normalt et frekvensavbøyd sinussignal (kalt et "sveip"). Generelt er sveipet fra 3 til 24 sekunder, men enhver lengde er mulig. Et

5 vibroseisopptak blir så konvertert til et "konvensjonelt" seismogram ved krysskorrelasjon av hver trase i vibroseisopptaket med det utsendte sveipet. Prinsippene for vibroseis er vel kjent i teknikkens stand og er presentert for eksempel i W.E. Liang, appendiks B: History and Early Development of the Vibroseis System of Seismic Exploration, VIBROSEIS, 749-765, GEOPHYSICS REPRINT SERIES NO. 11 (1989),

10 som herved er innarbeidet med referanse til den.

Når vibroseis først ble publisert, ble det betraktet som å være måten å få perfekt kontroll over spekteret til seismiske bølger. Men i dag, selv om det er blitt bevist å være meget suksessfullt, kan ikke vibroseis hevde å gi perfekt kontroll over kilden, eller selv å

15 kjenne nøyaktig hvilken effekt spekteret har i kilden. Den grunnleggende konvensjonelle kompresjonsbølgevibratoren i nåværende praksis er illustrert i figur 1. En avbøyd frekvensdriverkraft blir anvendt mellom baseplaten B og en reaksjonsmasse M fra en generator f_1 som kan være en elektrodynamisk eller hydraulisk driver. Som illustrert i figur 2 kan en nedholdsmasse M_2 bli brukt til å holde baseplaten B i kontakt

20 med grunnen.

Funksjonen og konstruksjonen av forskjellige konvensjonelle vibratorer er vel kjent i teknikkens stand. For videre diskusjoner om vibratorer og vibroseis blir leseren henvist til W.E. Lerwill, The Amplitude and Phase Response of a Seismic Vibrator,

25 GEOPHYSICAL PROSPECTING, vol. 29, 503-528 (1981); F.S. Kramer, R.A. Peterson & W.C. Walter, Seismic Energy Sources 1968 Handbook, 38th ANNUAL MEETING OF THE SEG (1968); Guido Baeten, Jacob Fokkema & Anton Zielkowski, The Marine Vibrator Source, FIRST BREAK, vol. 6, nr. 9 (september 1988); R. W. time, A.M. Young, og J.E. Blue, Transducer Needs for Low Frequency Sonar,

30 PROCEEDINGS OF THE SECOND INTERNATIONAL WORKSHOP ON POWER TRANSDUCERS FOR SONICS AND ULTRASONICS (1990), U.S. Patent nr. 5,959,939, som alle her er innarbeidet med referanse til dem.

US 5,031,718 A omhandler en driversammenstilling for seismiske vibratorer, der

35 driveren samvirker med en reaksjonsmasse og fjær for å overføre energi til en basisplate.

Videre omtaler RU 2028647 C1 en resonant seismisk vibrator som viser to fleksible fjæroppheng, der vibratoren kan justeres til å operere ved et bredt spekter av resonante frekvenser.

5

Både konvensjonell hydraulisk og elektrodynamisk vibratoroppbygning har et fundamentalt problem relatert til mekanisk impedans i systemet. Ved lave frekvenser, vil fjæren (hydraulisk væske i den hydrauliske versjonen eller fjæringsfjæren i den elektrodynamiske versjonen) ha en større verdi sammenlignet med impedansen fra reaksjonsmassen. Ved høye frekvenser vil systemet bli mer påvirket av impedansen fra reaksjonsmassen. Dette er enkelt å forstå fra ligningen nedenfor.

10

$$Z = R + 2\pi f \cdot m \cdot j - \frac{k}{2\pi f} \cdot j$$

15

R er dempingen og beskriver hvor mye energi som kan bli sendt mot bakken. f er frekvensen, m er massen og k er fjærkonstanten til systemet. Som det vil være åpenbart for en fagmann, når f er lav, vil systemet være dominert av fjæren, og når f er høy, vil systemet være dominert av massen. I praksis betyr dette at vibratoren fungerer godt når grunnbetingelsene er slik at det kan oppnås en god impedanstilpasning mellom vibratoren og grunnen. Dette er sjeldent tilfelle. Når vibratoren er dårlig tilpasset grunnen, vil systemet ha lav effektivitet for deler av frekvensspekteret – vanligvis, de lavere frekvensene. Den lave effektiviteten reduserer kontrollen over vibratoren og genererer harmonisk forstyrrelse. Dermed er det et lenge følt behov for en vibrator med økt effektivitet, forbedret kontroll over frekvensspekteret til kilden, og tilpasset impedans med jorden.

25

I en utførelse av den foreliggende oppfinnelsen blir en driversammensetning for en seismisk landvibrator anordnet. Driversammensetningen innbefatter i det minste et første fjærelement. Det første fjærelementet opererer i det minste i to vibrasjonsmodus i et seismisk frekvensbånd som er av interesse. Driversammensetningen innbefatter også en baseplate, en driver og en reaksjonsmasse. Driveren samvirker med reaksjonsmassen og det første fjærelementet for å overføre energi til baseplaten.

30

I en videre utførelse er det anordnet en vannbunnsvibrator. Vibratoren innbefatter en baseplate, et deksel og en avkobler. Bevegelsen til baseplaten er avkoblet fra bevegelsen til dekselet.

- 5 I en videre utførelse er et system for å generere et sveipefrekvenssignal anordnet. Systemet innbefatter anordning for å generere i det minste to resonansfrekvenser innenfor et seismisk frekvensbånd av interesse, og anordning for å sende ut i det minste to resonansfrekvenser innenfor et seismisk frekvensbånd av interesse.

- 10 Eksempler på utførelser av den foreliggende oppfinnelsen er mer fullstendig beskrevet i detalj med referanse til følgende tegninger:

Figur 1 viser et eksempel på en konvensjonell vibrator.

- 15 Figur 2 viser et annet eksempel på en konvensjonell vibrator.

Figur 3 viser et eksempel på flerfjærutførelse av den foreliggende oppfinnelsen sett fra siden.

- 20 Figur 4A viser aspekter av et eksempel på flerfjærutførelse av den foreliggende oppfinnelsen.

Figur 4B illustrerer en første resonansfrekvens.

- 25 Figur 5A viser aspekter til et eksempel på flerfjærutførelse av den foreliggende oppfinnelsen.

Figur 5B illustrerer en andre resonansfrekvens.

- 30 Figur 6 viser videre aspekter av et eksempel på utførelse av den foreliggende oppfinnelsen.

Figur 7 viser et videre eksempel på utførelse av den foreliggende oppfinnelsen.

- 35 Figur 8 viser aspekter av en enkel fjærelementutførelse av den foreliggende oppfinnelsen.

Figur 9 viser et eksempel på en elektrodynamisk driver.

Figur 10A og figur 10B viser et frontutsnitt og et sideutsnitt respektivt av et annet
5 eksempel på en elektrodynamisk driver.

Figur 11 viser et videre eksempel på flerfjærutførelse av den foreliggende oppfinnelsen i
en splittegning.

10 Figur 12 viser et videre eksempel på en enkel fjærutførelse av den foreliggende
oppfinnelsen i en splittegning.

Figur 13 viser aspekter av et annen eksempel på utførelse av den foreliggende
oppfinnelsen sett fra toppen.

15

Figur 14 viser en alternativ invertert utførelse av den foreliggende oppfinnelsen.

Figur 15 viser en alternativ vannbunnutførelse av den foreliggende oppfinnelsen.

20 Figur 16 viser et eksempel på enkel fjærvannbunnutførelse av den foreliggende
oppfinnelsen.

Figur 17 viser et eksempel på flerfjærvannbunnutførelse av den foreliggende
oppfinnelsen.

25

I et eksempel på utførelse av den foreliggende oppfinnelsen, er en driversammensetning
for en seismisk landvibrator anordnet. Som illustrert i figurene 3-8, innbefatter
driversammensetningen i det minste et første fjærelement 1, som opererer i det minste i
to vibrasjonsmodus i et seismisk frekvensbånd av interesse. I forskjellige utførelser av
30 den foreliggende oppfinnelsen, blir det første fjærelementet 1 tvunget til å operere i to
vibrasjonsmodus i både enkelfjærutførelser og i flerfjærutførelser. For å vise det brede
aspektet av den foreliggende oppfinnelsen, blir eksempler på flerfjærutførelser
beskrevet først. Etter beskrivelsen av flerfjærutførelsene, vil den generaliserte enkle
fjærutførelsen være enklere å forstå.

35

I en flerfjærutførelse, som illustrert i figur 3, innbefatter driversammensetningen 40 et første fjærelement 1, et andre fjærelement 2, en baseplate 8, en driver 10 og en reaksjonsmasse 9. Driveren 10 er i kommunikasjon med det første fjærelementet 1. Det første fjærelementet 1 er i kommunikasjon med det andre fjærelementet 2. Det andre fjærelementet 2 er i kommunikasjon med reaksjonsmassen 9.

Anordningen av det første fjærelementet 1 og det andre fjærelementet 2 innbefatter videre en mekanisk omformer. Som en mekanisk omformer, blir kraft overført og omformet fra driveren 10 til reaksjonsmassen 9 via det første fjærelementet 1 og det andre fjærelementet 2. En kraft utøvet på det første fjærelementet 1 av driveren 10 blir overført til det andre fjærelementet 2, og så til reaksjonsmassen 9. Det første fjærelementet 1 og det andre fjærelementet 2 skifter relasjonen mellom amplitude og kraft. For eksempel, en stor bevegelse av driveren 10, men med relativt liten kraft, vil forårsake en relativt liten bevegelse i endene 21 av det første fjærelementet 1 som vil overføre kraften til endene 22 i det andre fjærelementet 2, og så til reaksjonsmassen 9. Dette forårsaker at amplituden i reaksjonsmassen 9 blir liten, men kraften blir økt. Som ved å flytte en vegg, vil reaksjonsmassen 9 så returnere kraften til det første fjærelementet 1 i endene 21 i det første fjærelementet 1 via det andre fjærelementet 2. Dette skyver på baseplaten 8 og dermed på bakken. Kraften i enden 21 i det første fjærelementet 1 forårsaker det første fjærelementet 1 i å operere i det minste i to vibrasjonsmodus i det seismiske frekvensbåndet av interesse.

Som illustrert i figur 4A og 4B, under operasjon, i et eksempel på utførelse, vil i det minste det første fjærelementet 1 ha en første resonansfrekvens 52 i en første vibrasjonsmodus 50 i den lave enden 51 av et seismisk frekvensbånd av interesse 55. I figur 4A, er den første vibrasjonsmodus 50 illustrert i figuren i driversammensetningen med det første fjærelementet 1 som opererer i den første vibrasjonsmodus 50. Den første vibrasjonsmodus 50 er illustrert med en hel linje, mens den andre vibrasjonsmodus 53 er illustrert med en prikket linje. Den første resonansfrekvensen 52 samsvarer med den første vibrasjonsmodus 50 som vist i grafen i figur 4B.

Som illustrert i figur 5A og 5B, har i det minste det første fjærelementet 1 en andre resonansfrekvens 56 i en andre vibrasjonsmodus 53 i den øvre enden 54 av et seismisk frekvensbånd av interesse 55. Her er den andre vibrasjonsmodus 53 og samsvarende andre resonansfrekvens 56 illustrert med en hel linje og den første vibrasjonsmodus 50 og den første resonansfrekvensen 52 er illustrert med en prikket linje. Den andre

resonansfrekvensen 56 samsvarende med den andre vibrasjonsmodus 53 er vist i grafen i figur 5B.

Som illustrert i figur 6, ved å operere i det minste i to vibrasjonsmodus i et seismisk frekvensbånd av interesse, har vibratoren en forbedret respons i frekvensbåndet av interesse 55. Den nøyaktige lokasjonen av den første resonansfrekvensen 52 og den andre resonansfrekvensen 56 i frekvensbåndet av interesse 55 vil variere, i forskjellige utførelser, avhengig av et visst antall faktorer slik som type, form, størrelse og materiale i fjærelementene 1, 2, reaksjonsmassen 9, baseplaten 8, eller enhver annen komponent i vibratoren. Disse komponentene er lett tilgjengelige og kjent for en fagmann.

I alternative utførelser vil resonansfrekvensene 52, 56 være bestemt heller fritt for å oppnå en god impedanstilpasning for hele frekvensbåndet 55 av interesse. Den første resonansfrekvensen 52 er bestemt av massefjærsammenhengen mellom de to fjærelementene 1, 2 og reaksjonsmassen 9 når i det minste det første fjærelementet 1 er anvendt i sin første vibrasjonsmodus 50. Den andre resonansfrekvensen 56 er bestemt når det første fjærelementet 1 i kommunikasjon med driveren 10 har sin andre vibrasjonsmodus 53. I videre utførelser vil disse to resonansfrekvensene 52, 56 bli oppnådd ved å velge de korrekte materialegenskapene i fjærelementene 1, 2 i kombinasjon med reaksjonsmassen 9 og driveren 10. I enda en videre utførelse vil fjærelementene 1, 2, driveren 10, og reaksjonsmassen 9 være valgt empirisk.

I utførelsen i figur 3 er det første fjærelementet 1 og det andre fjærelementet 2 bøyd. Det vil si at det første fjærelementet 1 er festet på enten enden 21 som forårsaker en krum eller bøyd form, som også virker som et fjærelement. Tilsvarende er også det andre fjærelementet 2 festet på enten enden 22 som forårsaker at den blir bøyd og virke som et fjærelement. I alternative utførelser vil det første fjærelementet 1 og det andre fjærelementet 2 innbefatte fleksible stenger, plater, rette fjær eller ethvert annet fjærelement laget av passende materialer som kjent for en fagmann.

Videre, i noen utførelser, er komponentene 1, 2, 10, 8, 9 i kommunikasjon ved direkte kontakt, mens i andre er komponentene ikke i direkte kontakt. Som illustrert i figur 3, i noen utførelser, for å være i kommunikasjon, er det første fjærelementet 1 og det andre fjærelementet 2 i faktisk kontakt og holdt sammen med hengslene 20, festeordninger 5 eller enhver annen komponent som vil være passende for en fagmann. Imidlertid, som illustrert i figur 7, i alternative utførelser, er det første fjærelementet 1 i

kommunikasjon med det andre fjærelementet 2 gjennom hengslene 20, festeinnretningen 5 eller enhver annen komponent, eller serie av komponenter, i kontakt med det første fjærelementet 1 og det andre fjærelementet 2. Tilsvarende i alternative utførelser kan driveren 10, det første fjærelementet 1, det andre fjærelementet 2 og reaksjonsmassen 9 eller enhver annen komponent være i kommunikasjon gjennom direkte kontakt, gjennom en annen komponent, eller gjennom en serie av komponenter. Som det vil være åpenbart, ved at forskjellige komponenter er i kommunikasjon, vil bevegelsen eller energi i driveren 10 bli overført til baseplaten 8 og jorden. Som det vil være kjent for en fagmann behøver ikke de to fjærelementene 1, 2 være i faktisk kontakt for å overføre energi.

Ved å betrakte en annen utførelse, som illustrert i figur 8, vil en enkel fjærdriversammensetning 41 også være anordnet. Det første fjærelementet 1 er forårsaket til å operere i det minste to vibrasjonsmodus 50, 53 i et seismisk frekvensbånd av interesse uten bruken av et andre fjærelement 2. I stedet for å bruke et mangfold av fjærelementer 1, 2, har driveren 10 direkte kraftpåvirkning på en ende 21 til det første fjærelementet 1. I en utførelse vil driveren 10 være horisontalt posisjonert for å tvinge enden 21 i det første fjærelementet 1. Som ved tidligere utførelser, blir kraften returnert ved reaksjonsmassen 9 til baseplaten 8 og jorden. I alternative utførelser, er enkle eller multiple drivere 10 brukt til å tvinge det første fjærelementet 1 i virksomhet i det minste i to vibrasjonsmodus 50, 53 i et seismisk frekvensbånd av interesse.

I forskjellige alternative utførelser er driveren 10 en hydraulisk stempelsylindersammensetning, som vist i figur 8, en piezokeramisk driver, en magnetrestriktiv driver, eller en annen driver som vil være kjent for en fagmann. Som illustrert i figur 9, i en utførelse, innbefatter driveren 10 to driverdeler 3, 6. Den første driverdelen 3 er festet til rammen 4 og innbefatter et permanent magnetisk materiale. Den andre driverdelen 6 er festet til et fjærelement 1 og innbefatter en spole 12. Når en strøm blir sendt gjennom spolen 12, blir et magnetisk felt skapt. Det magnetiske feltet vil samvirke med feltet fra den permanente magneten i den første driverdelen 3 og gi relativ bevegelse av delene. Den resulterende kraften er uttrykt som:

$$F = I \cdot l \cdot B$$

35

I er strømmen i spolen. l er lengden til lederen og B er den magnetiske flukstettheten.

Figur 10A og 10B viser en alternativ elektromagnetisk driver fra både front og siden. Driveren 10 innbefatter en første driverdel 13 og en andre driverdel 16. I driveren 10, er en spole 15 posisjonert i den første driverdelen 13, som er koblet til rammen 4. Den andre driverdelen 16 i driveren 10 er det passive magnetiske elementet, som er koblet til det første fjærelementet 1. I alternative utførelser er den første driverdelen 13 og den andre driverdelen 16 laget av jern eller andre materialer som har tilsvarende kvaliteter som vil være kjent for en fagmann. Spolen 15 omkranser en kjerne av magnetisk materiale. Det magnetiske feltet er ledet ut mot den andre magnetiske driverdelen 16. Den resulterende kraften F er uttrykt som:

$$F = \frac{N^2 I^2}{r_{tot}^2 \mu_{gap} \mu_0 A}$$

N er antallet av vindinger. I er strømmen. r_{tot} er reluktansen. μ_{gap} er permeabilitetstallet. μ_0 er permeabiliteten i vakuum og A er arealet.

Med referanse til figur 11, figur 12 og figur 13, i videre utførelser, innbefatter driversammensetningen i serie av fjærelementer 1. Som illustrert i figur 11, innbefatter driversammensetningen 40 en serie av første fjærelementer 1 og en serie av andre fjærelementer 2. Serien av fjærelementer 1, 2 er perpendikulære til aksene 7 i driversammensetningen 40 med en eller flere drivere 10 på hvert første fjærelement 1. Det første fjærelementet 1 og det andre fjærelementet 2 er hver koblet til en festeanordning 5 med hengsler 20. Hver festeinnretning 5 er glidbar på stenger 25, som strekker seg frem fra rammen 4, som er festet til baseplaten 8. Reaksjonsmassen 9 er festet på det andre fjærelementet 2. Utførelsen i figur 11 bruker driveren i figur 9. I alternative utførelser, avhengig av ønsket kraft, vil enten størrelsen til driveren 10 eller antallet av drivere 10 blir variert.

Figur 12 illustrerer en videre utførelse av driversammensetningen 41, med en serie av enkle fjærelementer 1, uten andre fjærelementer 2. I den illustrerte utførelsen, vil en serie av første fjærelementer 1 være i kommunikasjon med reaksjonsmassen 9. Det første fjærelementet 1 er koblet til festeanordningen 5 med hengsler 20. Hver festeanordning 5 er festet til stenger 25 som strekker ut fra rammen 4. Rammen 4 er så festet til baseplaten 8. En serie av drivere 10 er horisontalt posisjonert ved hvert første

fjærelement 1 for å tvinge endene 21 i de første fjærelementene 1 til å operere i det minste i to vibrasjonsmodus i frekvensbåndet av interesse.

Figur 13 illustrerer symmetrien i utførelsen i figur 11 sett fra toppen. Det er fordelaktig for summen av kreftene på hver side av rammen 4 å være symmetriske relativt til rammens akse 7 for å minimalisere stress i konstruksjonen. Det er også en fordel dersom summen av kreftene resulterer i en vektor som er perpendikulær til hovedaksen i baseplaten 8. I alternative utførelser vil formen, størrelsen eller dimensjonene til komponentene bli forandret slik som det er kjent for en fagmann.

10

Figur 14 illustrerer en videre utførelse av en driversammensetning med en invertert konstruksjon. Driveren 10 er over det første fjærelementet 1. Fordi driveren 10 og rammen 4 ofte er tunge, bruker denne konstruksjonen massen i driveren 10 og rammen 4 i samband med reaksjonsmassen 9. Her vil det andre fjærelementet 2 tvinge baseplaten 8. I alternative utførelser, vil både enkeltfjærutførelser slik som de illustrert i figur 8 og figur 12, og flerfjærutførelser slik som de illustrert i figur 3, figur 7 og figur 11 bli invertert. Mekanikken i den inverterte konstruksjonen er den samme som de beskrevet ovenfor, men hvor massen i rammen 4 og driveren 10 også blir brukt som tilleggsreaksjonsmasse 9.

20

I enda en videre utførelse, er en vannbunnsvibrator anordnet. I konvensjonelle undervannsvibroseissystemer, blir bølger skapt av hele overflaten til vibratoren. Dette er fordi vibratoren er senket i vannet. Dermed vil bevegelsen av baseplaten bevege hele vibratoren som forårsaker at alle flater i vibratoren beveger seg, som derved forårsaker bølger i alle retninger. Bølgene fra toppen av vibratoren er uønsket fordi de ofte forårsaker et spøkelsesproblem. Som illustrert i figur 15, er en retningsvannvibrator 100 anordnet. Vibratoren 100 innbefatter en baseplate 8, et deksel 17 og en avkobler 18. Avkobleren 18 avkobler bevegelsen til baseplaten 8 fra bevegelsen til dekselet 17. Ved avkobling av bevegelsen til baseplaten 8 fra det av baseplaten 17, vil vannbunnsvibratoren 100 sende ut et vesentlig sterkere signal fra baseplaten 8 enn dekselet 17, og dermed, er den en rettet vannbunnsvibrator 100. I alternative utførelser, innbefatter avkobleren 18 fjærer, hengsler, puter eller enhver annen avkobler 18 som vil avkoble bevegelsen til baseplaten 8 fra bevegelsen til dekselet 17 som det vil være kjent for en fagmann. I en videre utførelse, er vibratoren vanntett inne i dekselet. Andre utførelser og konstruksjoner av vibratoren 100 vil være kjent for en fagmann. Figur 15

35

illustrerer en generalisert driversammensetning 30 med en generalisert driver 10, mellom reaksjonsmassen 9 og baseplaten 8.

I enda en videre utførelse, som illustrert i figur 16, innbefatter vannbunnsvibratoren 100
 5 en driver 10, en baseplate 8, en reaksjonsmasse 9, i det minste et første fjærelement 1. Driveren 10 tvinger enden 21 i det første fjærelementet 1. I enda en videre utførelse opererer det første fjærelementet 1 med i det minste to vibrasjonsmodus 50, 53 i et seismisk frekvensbånd av interesse. Den første vibrasjonsmodus 50 er illustrert med en hel linje og den andre vibrasjonsmodus 53 er illustrert med en prikket linje.

10

I enda en videre utførelse, som illustrert i figur 17, innbefatter vannbunnsvibratoren et første fjærelement 1 og et andre fjærelement 2. Driveren 10 er festet til rammen 4 og er i kommunikasjon med det første fjærelementet 1. Det første fjærelementet 1 er i kommunikasjon med det andre fjærelementet 2. Det andre fjærelementet 2 er i
 15 kommunikasjon med reaksjonsmassen 9. I det minste det første fjærelementet 1 har en første resonansfrekvens i en første vibrasjonsmodus i det seismiske frekvensbåndet av interesse. Og i det minste det første fjærelementet 1 har en andre resonansfrekvens i andre vibrasjonsmodus i det seismiske frekvensbåndet av interesse.

I en videre utførelse, er det anordnet et system for å generere et avbøyd frekvenssignal i bakken. Systemet innbefatter anordninger for å generere i det minste to resonansfrekvenser i et seismisk frekvensbånd av interesse, og anordninger for å sende ut de i det minste to resonansfrekvensene. I alternative utførelser, innbefatter anordningene for å generere de i det minste to resonansfrekvensene forskjellige
 25 kombinasjoner av komponenter slik som fjærelementer 1, 2, reaksjonsmasser 9, drivere 10, hengsler 20, rammer 4, festeinnretninger 5, transmisjonselementer, fleksible materialer, stive materialer, eller enhver annen form for generering som vil være kjent for en fagmann. I den videre utførelse, vil anordninger for å generere innbefatte digital eller elektroniske resonansfrekvensgeneratorer. I alternative utførelser, vil
 30 anordningene for å sende ut de i det minste to resonansfrekvensene innbefatte baseplaten 8, høyttalere, lydutsendende overflater eller enhver annen anordning for utsendelse som vil være kjent for en fagmann.

Oppfinnelsen har blitt beskrevet med en viss grad av bestemthet, imidlertid kan mange
 35 forandringer bli gjort i detaljene uten å fjerne seg fra rekkevidden av oppfinnelsen. Det er å forstå at oppfinnelsen ikke er begrenset til de utførelsene som er beskrevet her, men

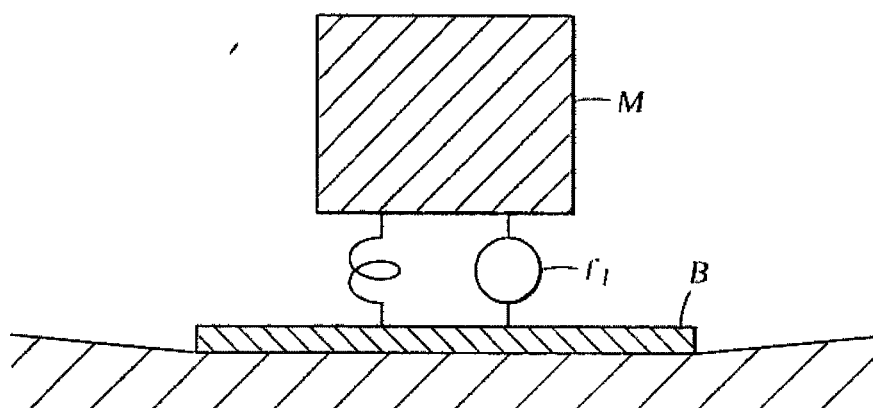
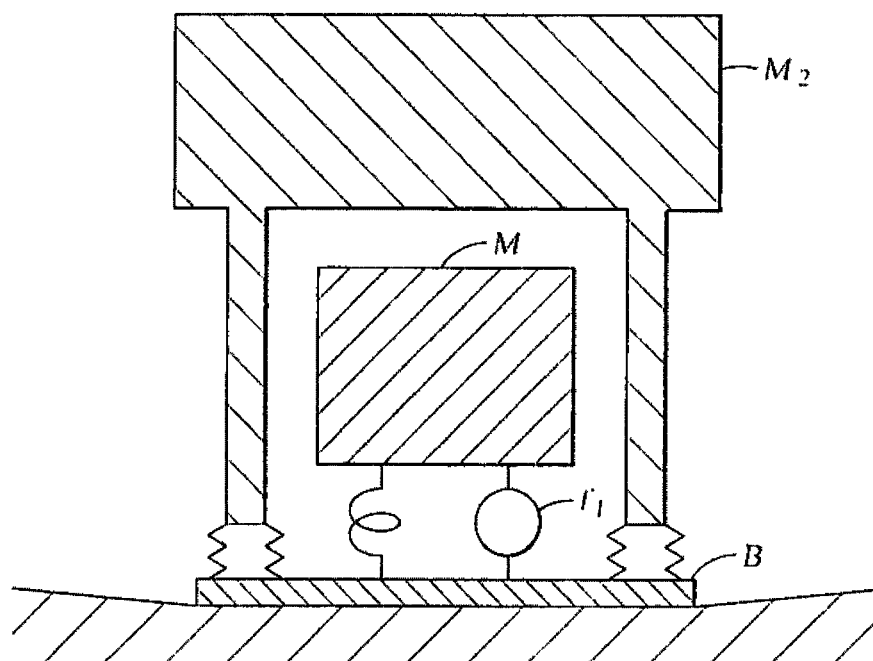
er begrenset bare av rekkevidden av de vedlagte krav som også inkluderer den fulle rekkevidden av ekvivalente utførelser av de elementer som her er lagt frem.

P a t e n t k r a v

1. Driversammensetning (40; 41) for å overføre akustisk energi til jordens overflate, hvor driversammensetningen er k a r a k t e r i s e r t v e d å
5 innbefatte:
en baseplate (8),
en reaksjonsmasse (9),
en driver (10) for å overføre kraft til baseplaten, derved å sende akustisk energi til
jorden, hvor driveren (10) er forbundet mellom baseplaten (8) og reaksjonsmassen (9)
10 med en fjær, og
hvor fjæren har en iboende første resonansfrekvens i en første vibrasjonsmodus og en
andre resonansfrekvens i en andre vibrasjonsmodus, hvor første og andre
resonansfrekvens er innen et frekvensbånd av interesse.
- 15 2. Driversammensetning i henhold til krav 1, hvor fjæren omfatter et første fjærelement
(1).
3. Driversammensetning (40; 41) i henhold til krav 1, hvor fjæren omfatter et første
fjærelement (1) og et andre fjærelement (2), hvor det andre fjærelement (2) er i
20 kommunikasjon med et første fjærelementet (1).
4. Driversammensetning (40; 41) i henhold til krav 3, hvor det andre fjærelementet (2)
er i kommunikasjon med reaksjonsmassen (9).
- 25 5. Driversammensetning (40; 41) i henhold til krav 4, hvor det første fjærelementet (1)
er i kommunikasjon med driveren (10).
6. Driversammensetning (40; 41) i henhold til krav 5, hvor det første fjærelementet (1)
er bøyd.
30
7. Driversammensetning (40; 41) i henhold til krav 1, hvor det første fjærelementet (1)
er bøyd.
8. Driversammensetning (40; 41) i henhold til krav 7, hvor driveren (10) er i kontakt
35 med i det minste en ende av det første fjærelementet (1).

9. Driversammensetning (40; 41) i henhold til krav 1, hvor driveren videre innbefatter en elektrodynamisk driver.

1/11

*Fig. 1**Fig. 2*

2/11

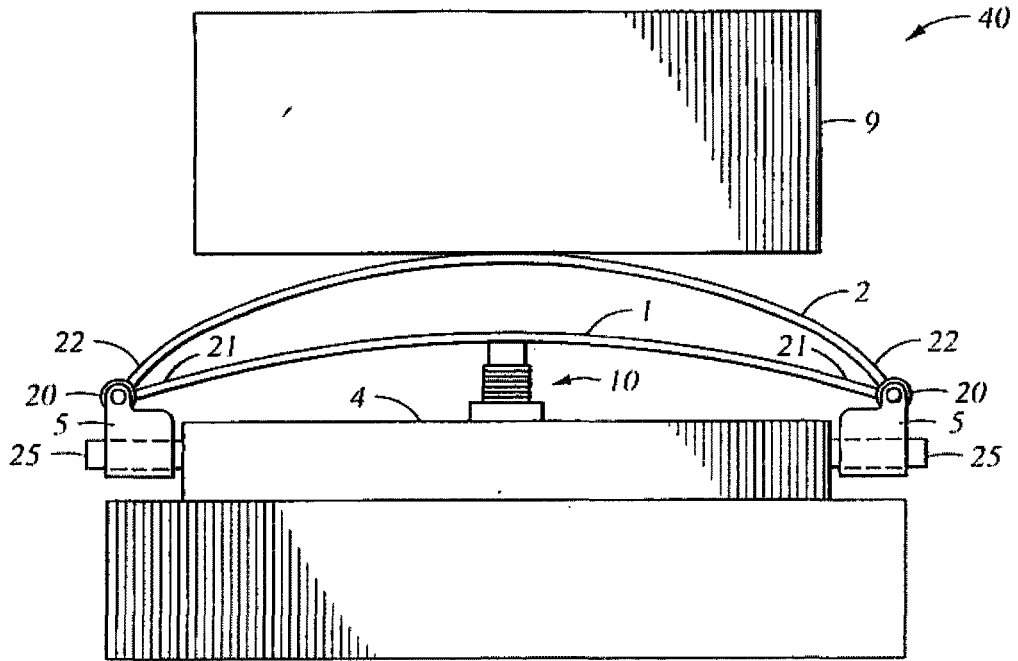


Fig. 3

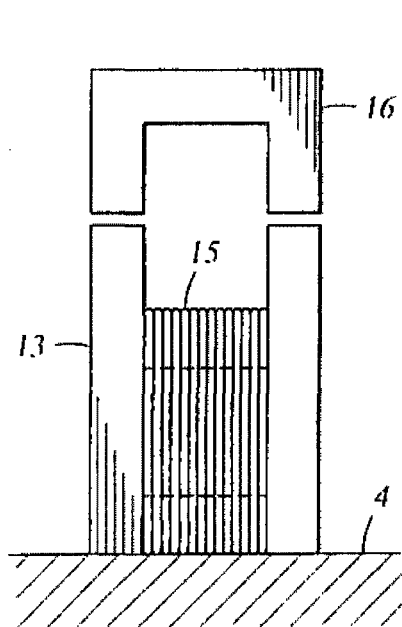


Fig. 10A

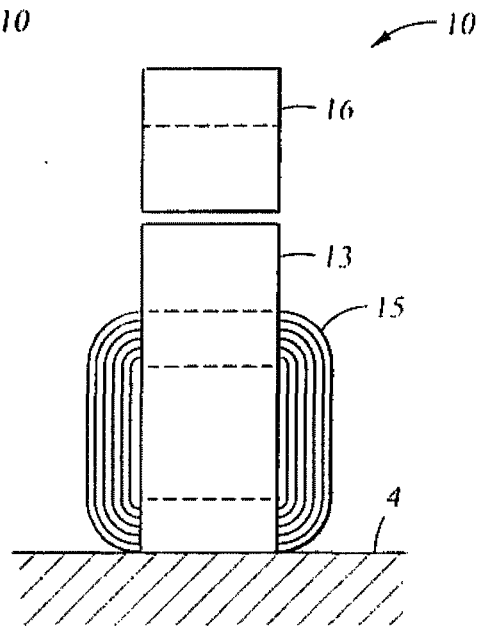


Fig. 10B

3/11

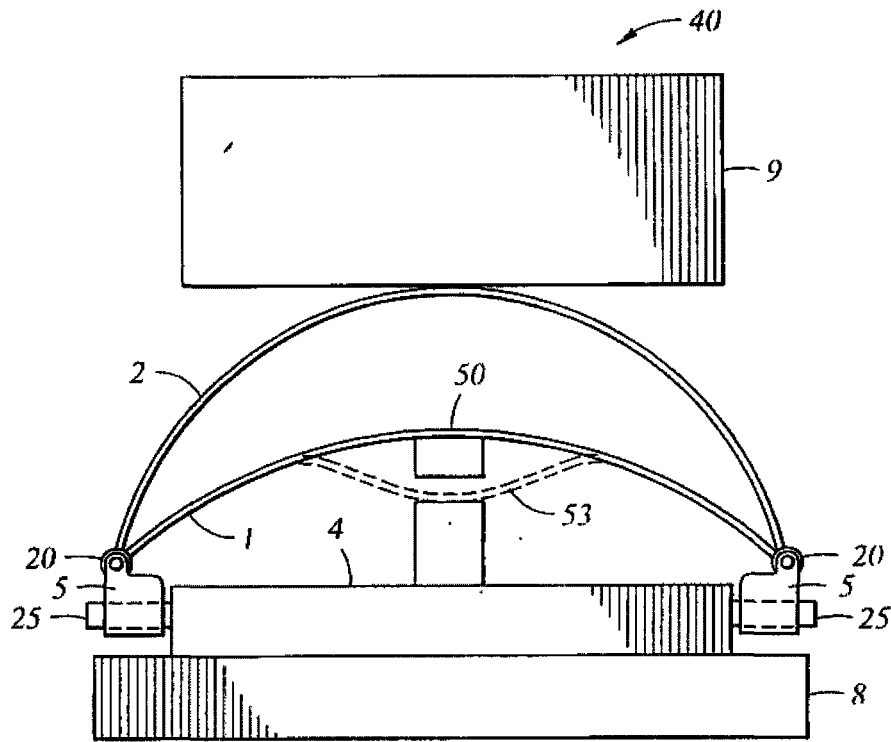


Fig. 4A

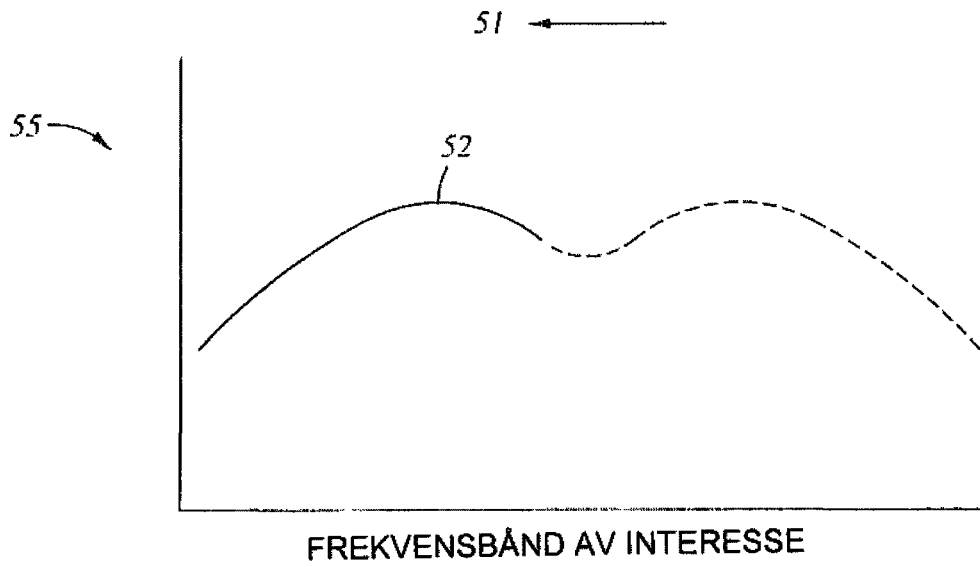


Fig. 4B

4/11

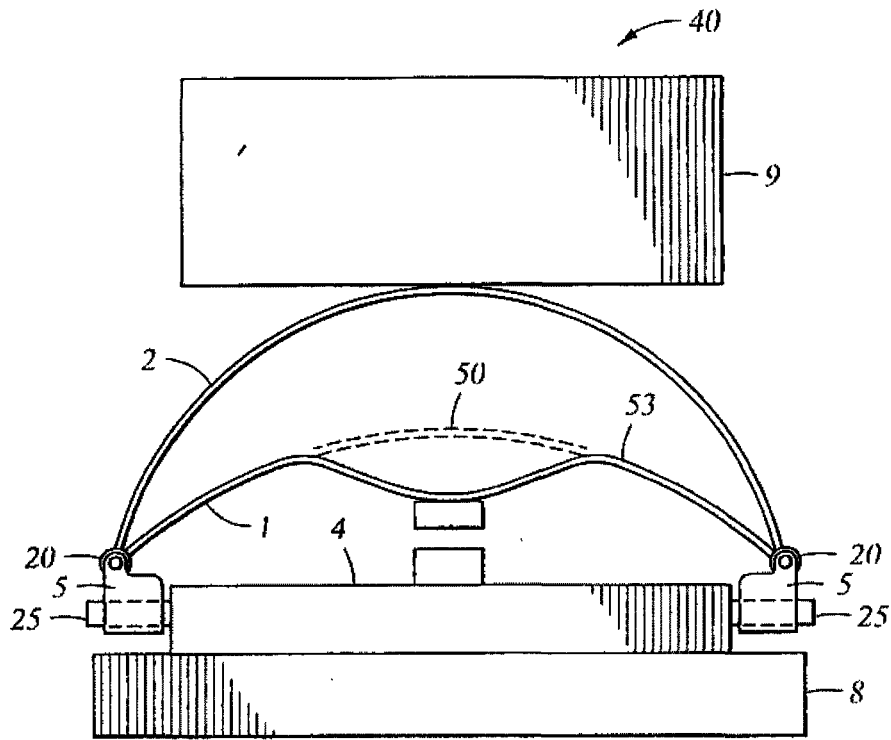


Fig. 5A

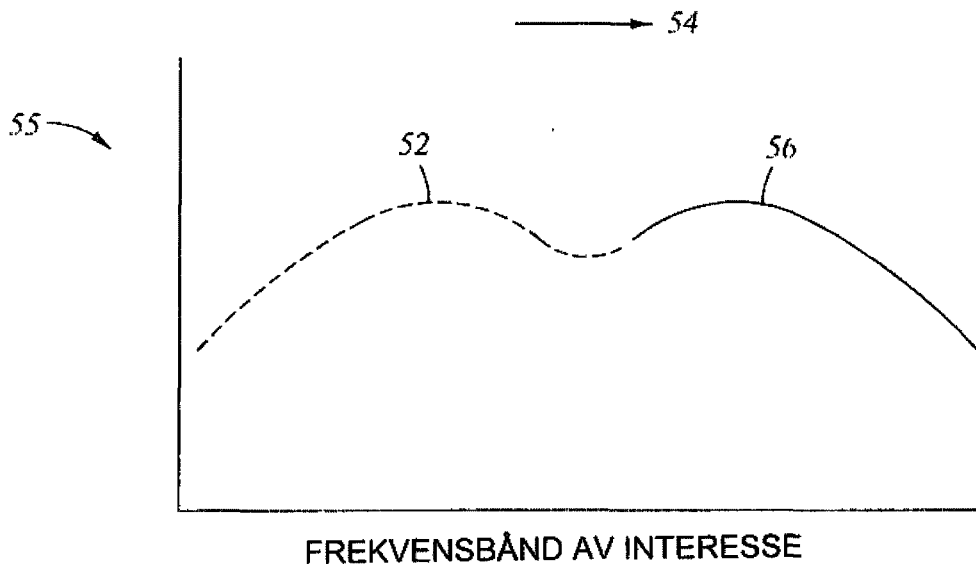
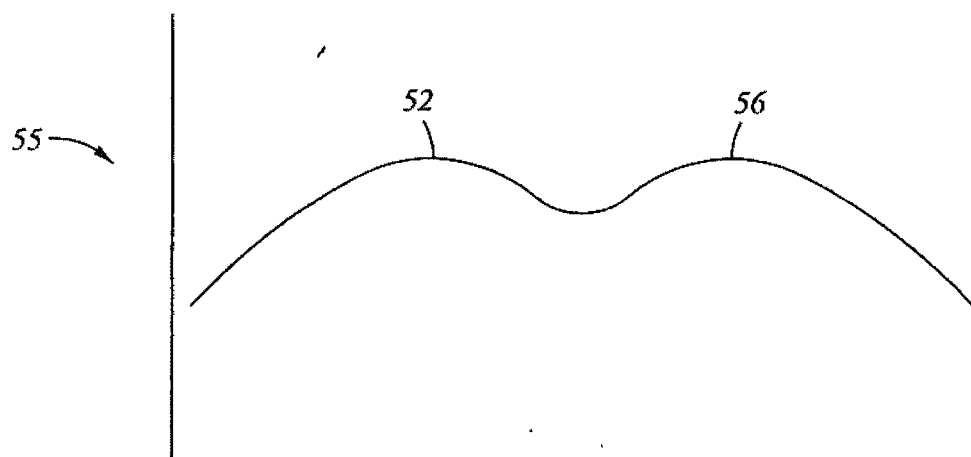
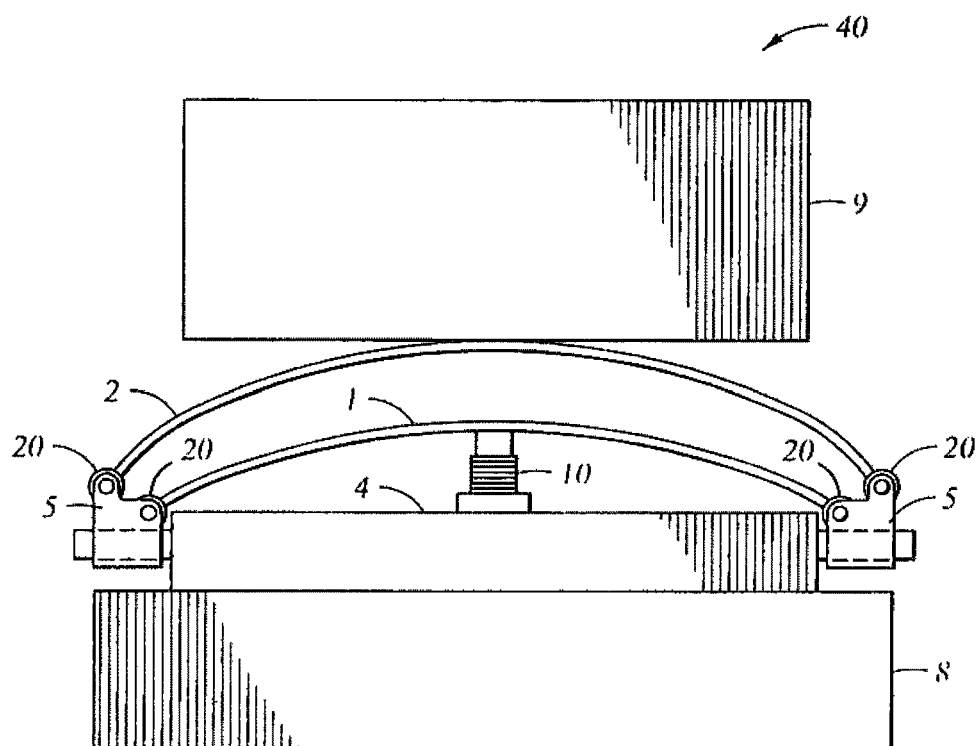


Fig. 5B

5/11

*Fig. 6**Fig. 7*

6/11

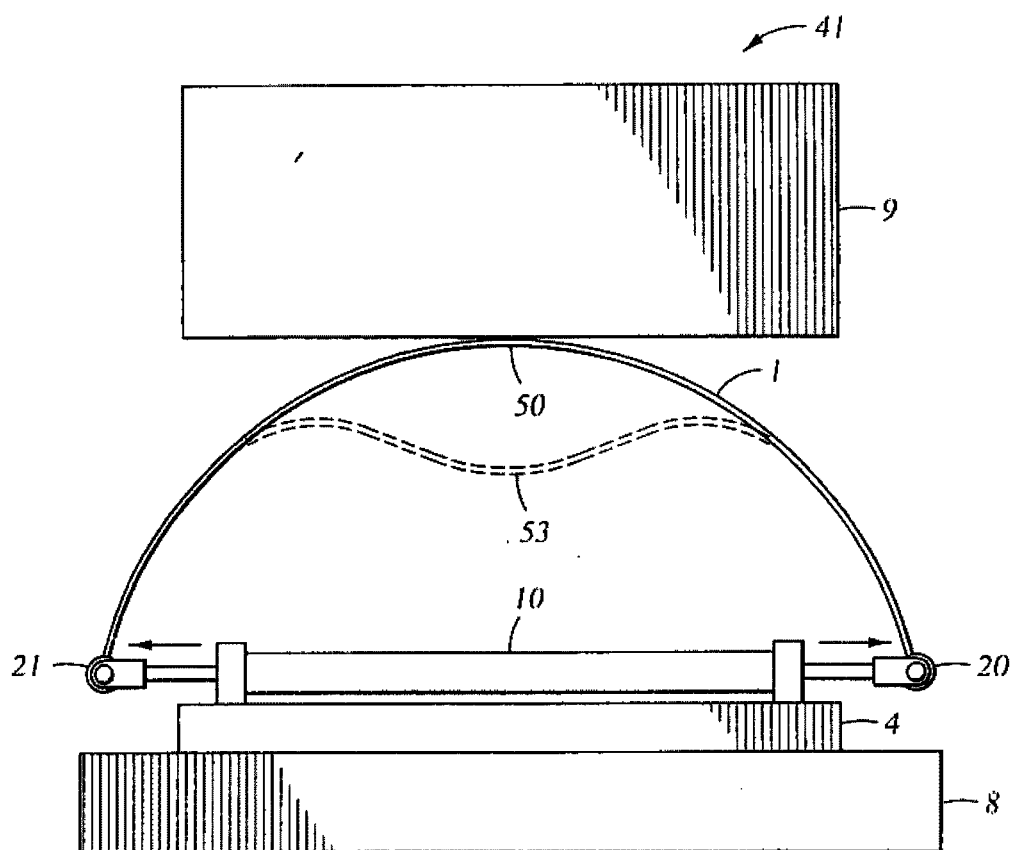


Fig. 8

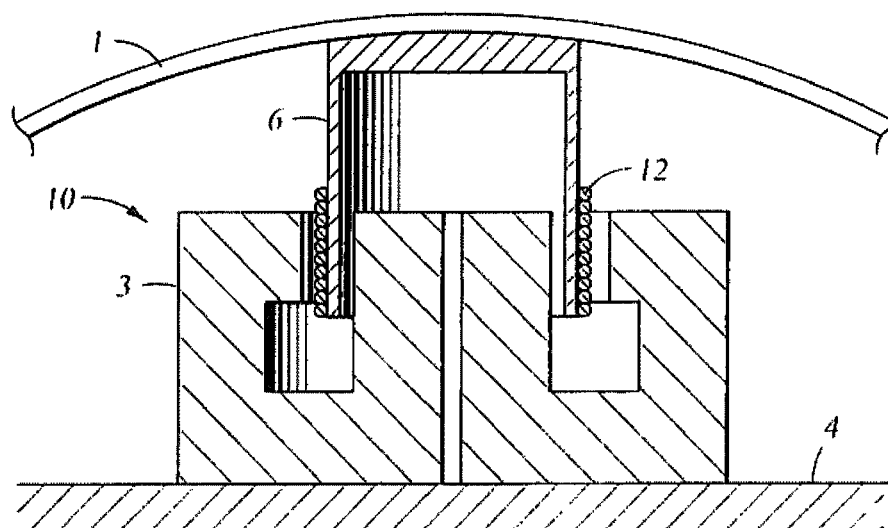


Fig. 9

7/11

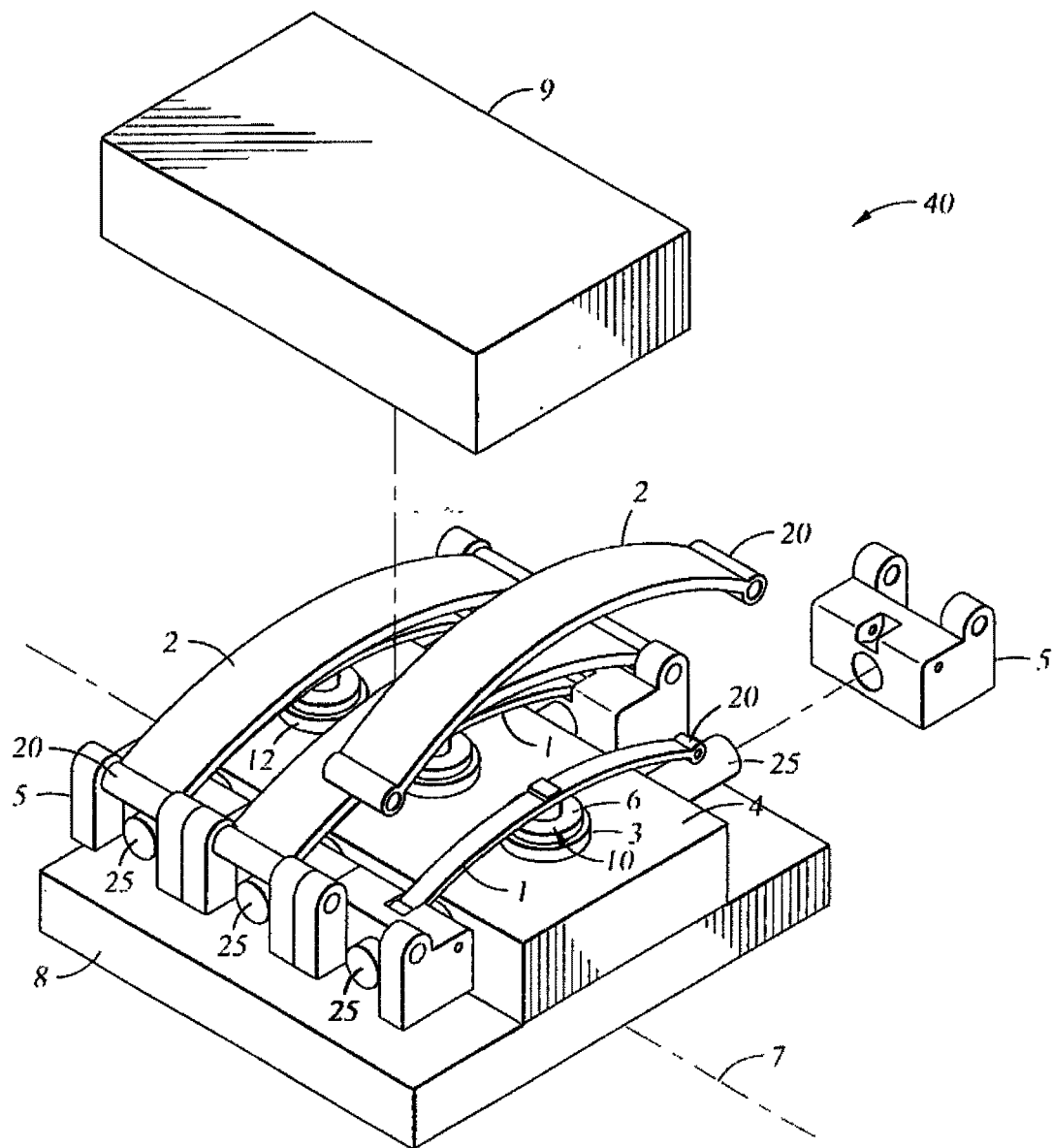
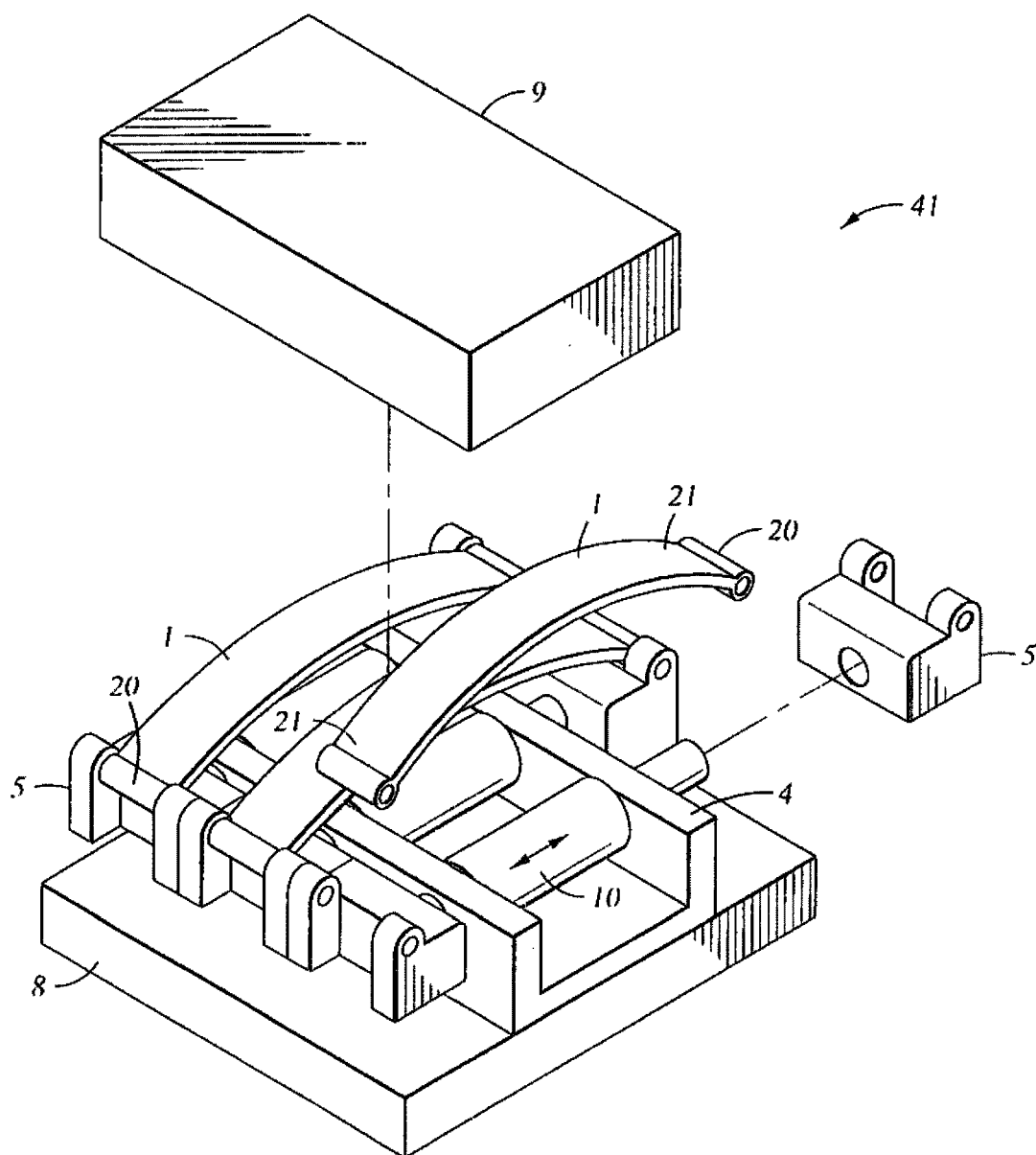


Fig. 11

8/11

*Fig. 12*

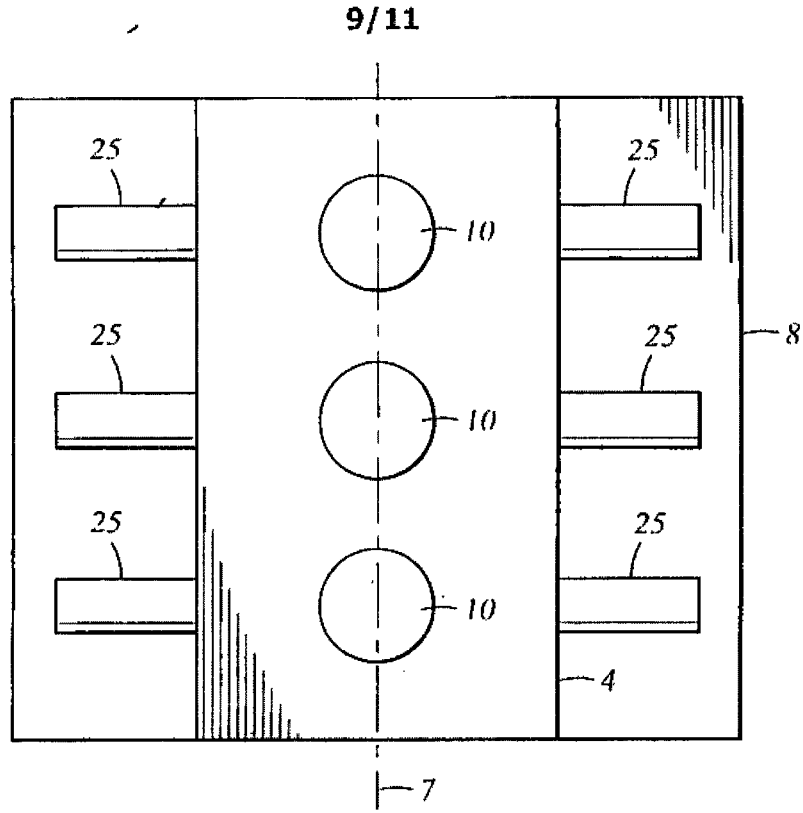


Fig. 13

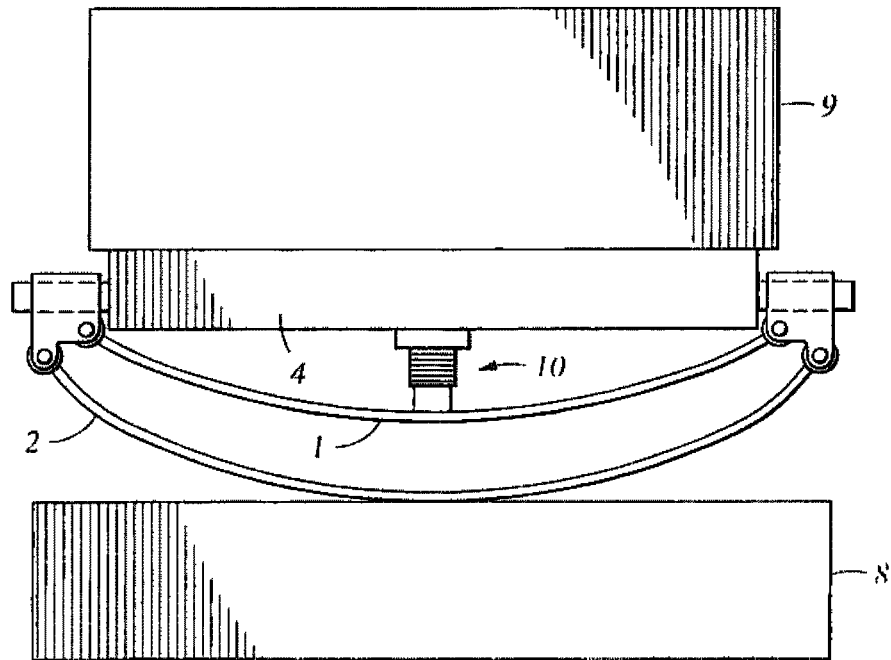


Fig. 14

10/11

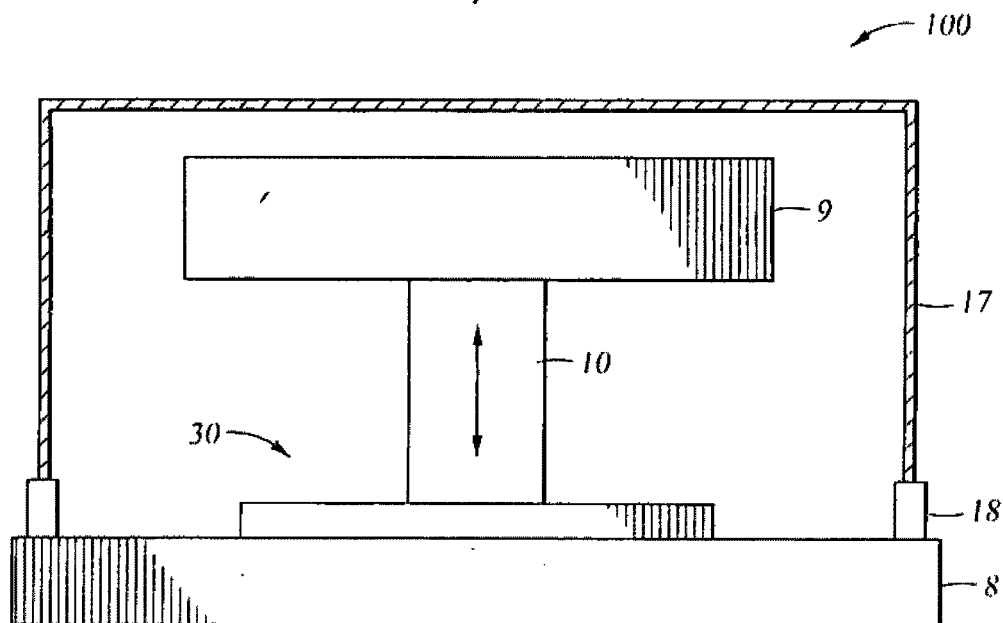


Fig. 15

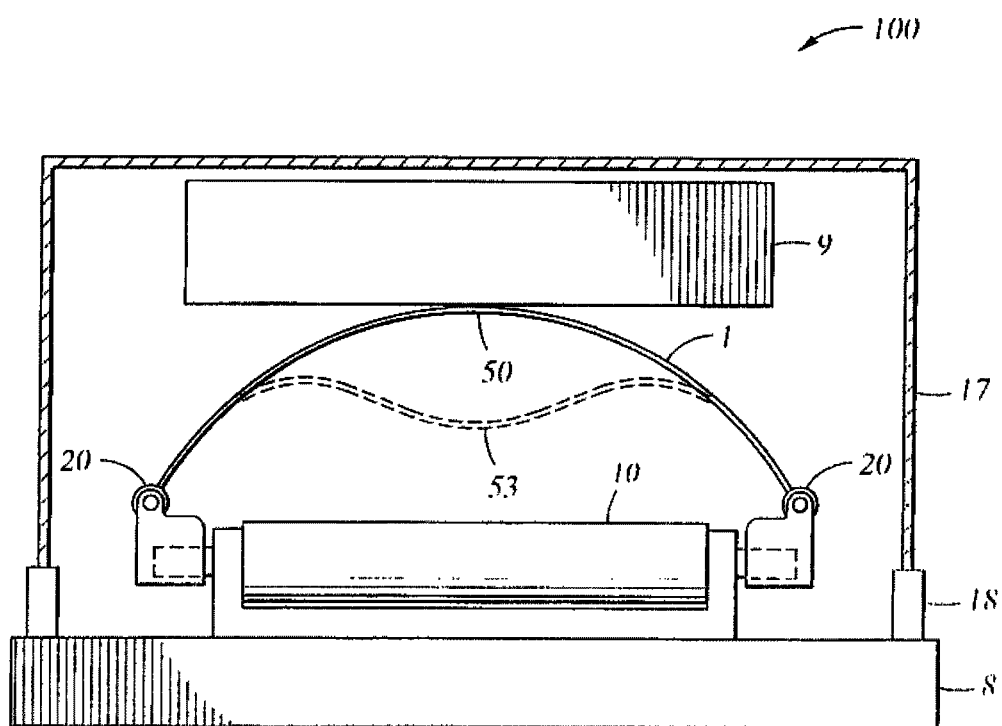
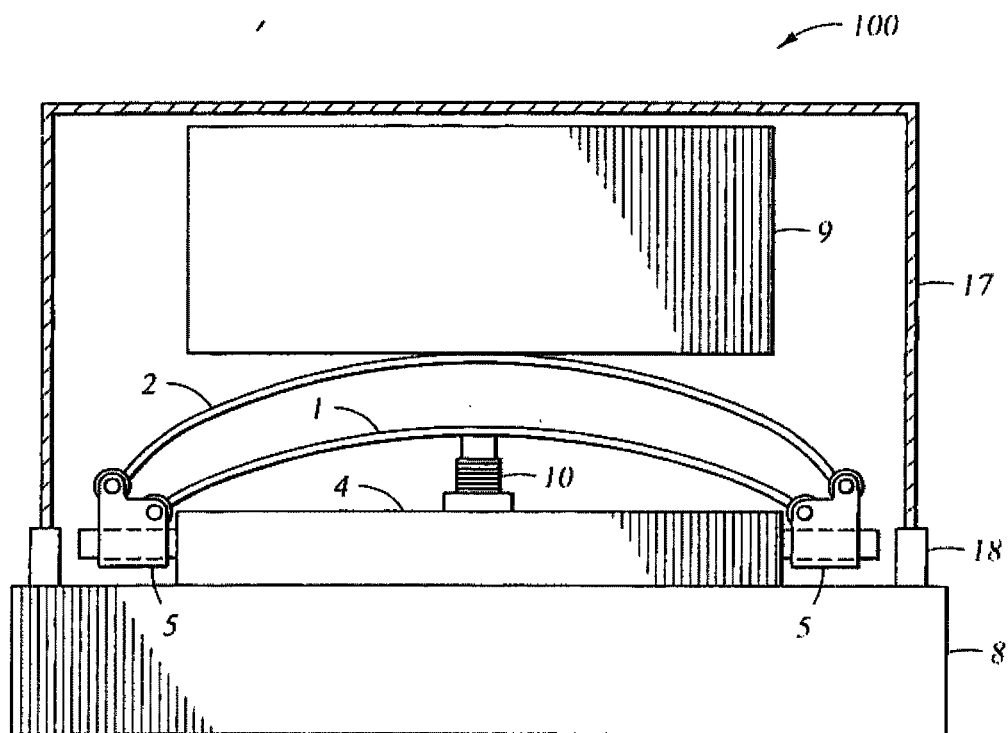


Fig. 16

11/11

*Fig. 17*