



(12) Patentskrift

(10) SE 534 895 C2

(21) Patentansökningsnummer:	1050476-9	(51) Internationell klass:	
(45) Patent meddelat:	2012-02-07		H01L 41/053 (2006.01)
(41) Ansökan allmänt tillgänglig:	2011-11-18		B81B 3/00 (2006.01)
(22) Patentansökan inkom:	2010-05-17		F16K 29/00 (2006.01)
(24) Löpdag:	2010-05-17		F16K 31/00 (2006.01)
(83) Deposition av mikroorganism:	---		
(30) Prioritetsuppgifter:	---		

(73) Patenthavare: Mindray Medical Sweden AB, Rissneleden 136, 174 57 Sundbyberg SE

(72) Uppfinnare: Göran Cewers, Limhamn SE

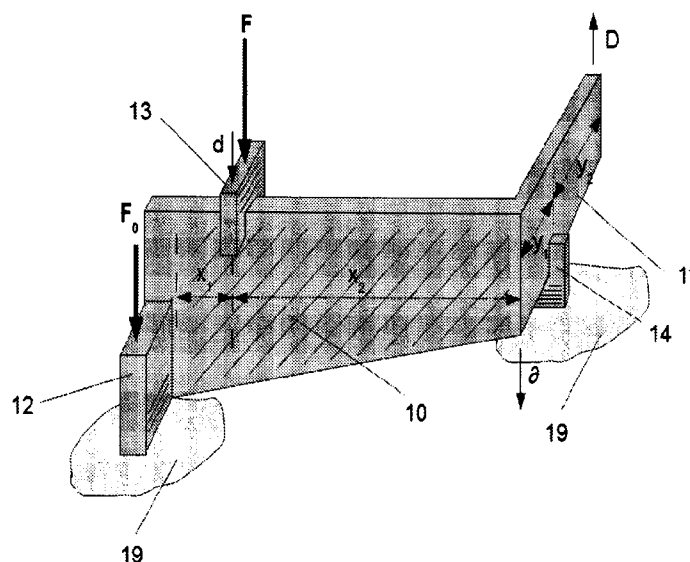
(74) Ombud: Krahbichler Intellectual Property Advisors AB (KIPA), Box 1065, 251 10 Helsingborg SE

(54) Benämning: Förfarande för tillverkning av en mekanisk rörelseförstärkare

(56) Anförda publikationer: US 6175170 B1 • WO 02092496 A2

(47) Sammandrag:

Uppfinningen avser en mekanisk förstärkare för att omvandla en liten rörelseamplitud till en större. Metoden består av att använda två eller fler sinsemellan vinkelställda balkar som seriekopplas. Genom strukturen uppkomna önskade rörelser tas upp i strukturen genom torsion. Varje balk utgör en mekanisk rörelseförstärkare, och att genom att seriekoppla dessa blir den totala förstärkningen produkten av förstärkningen på de ingående balkarna. Uppfinningen avser även en anordning bestående av två eller fler balkar som sinsemellan är sammankopplade företrädesvis i 90 graders vinkel.



SAMMANDRAG

Uppfinningen avser en mekanisk förstärkare för att omvandla en liten rörelseamplitud till en större. Metoden
5 består av att använda två eller fler sinsemellan vinkelställda balkar som seriekopplas. Genom strukturen uppkomna oönskade rörelser tas upp i strukturen genom torsion. Varje balk utgör en mekanisk rörelseförstärkare, och att genom att seriekoppla dessa blir den totala
10 förstärkningen produkten av förstärkningen på de ingående balkarna. Uppfinningen avser även en anordning bestående av två eller fler balkar som sinsemellan är sammankopplade företrädesvis i 90 graders vinkel.

15

Att publiceras med Fig. 1

UPPFINNINGENS BENÄMNING:**Förfarande för tillverkning av en mekanisk rörelseförstärkare****5 Relaterade ansökningar**

Föreliggande ansökan är relaterat till följande samtidigt inlämnade ansökningar av samma uppfinnare/sökande med respektive titel: "Ventil och förfarande att styra ett flöde medelst ventilen", "Ventil samt förfarande för att styra ett flöde", "Mekanisk finjusteringsanordning samt finjusteringsförfarande", "Mekaniskt temperaturkompenseringselement, förfarande för montering därav, samt förfarande för att mekaniskt temperaturkompensera", "Drivkrets samt förfarande för att styra ett kapacitivt element", "Koaxiellt flödesmätarelement och förfarande för att mäta ett flöde", "Flödesrestriktor samt förfarande att reducera ett flödesmotstånd", " Piezoelektriskt styrd högtrycksventil samt förfarande för styrning av en högtrycksventil", "Pneumatisk transienthanterare och transienthanteringsförfarande", " Expirationsventil och förfarande för exspirationsventilstyrning", vilka samtliga häri inkorporeras genom hänvisning i sin helhet i alla hänseenden.

25 Uppfinningens område

Uppfinningen avser en mekanisk förstärkare. Närmare bestämt hänför sig uppfinningen till en mekanisk förstärkare för att förstärka rörelse från en aktuatorenhet, såsom en piezoaktuator.

Bakgrund till uppfinning

I takt med nya tekniska landvinningar, främst inom piezokeramik har behovet av mekaniska förstärkare ökat. Piezokeramiken används alltmer i aktuatorapplikationer där de ersätter elektromagnetiska lösningar. Anledningen till detta är att kraft i förhållande till intrinsisk massa är cirka tio gånger större med piezokeramikteknik jämfört med elektromagnetisk teknik. Ett exempel där elektromagneter

bytts ut mot piezoaktuatorer är bränsleinsprutningsventiler inom bilindustrin. Detta har lett till en ny generation bilmotorer med lägre bränsleförbrukning och mindre utsläpp. Detta har möjliggjorts eftersom det med

5 piezoaktuatortekniken är möjligt att styra bränsleinsprutningen på millisekunder när för varje kolvslag. Dessvärre är det inte helt enkelt att byta en elektromagnet till en piezoaktuator eftersom den rörelse som genereras från en sådan är mycket liten, om än kraften

10 är stor. Därför måste piezoaktuatorns genererade rörelse förstärkas. Detta kan åstadkommas på flera sätt, t.ex. hydrauliskt, som är vanligt inom bränsleinsprutning, genom mekanisk deformation som bl.a. beskrivs i patenten US 6,749,176 och US 6,003,836, eller hävstänger som bl.a.

15 beskrivs i patent US 5,328,149.

Hydrauliska mekaniska förstärkare är relativt enkelt att realisera eftersom de följer en enkel princip, dock ger en sådan här design ett antal tekniska frågor att lösa, t.ex. viskositet i hydraulvätskan, massa, gasinnehåll,

20 giftighet, temperaturbeständighet samt hydraulsystemets täthet. Dessa omständigheterna fördyrar en sådan här design, och den är ej heller lämplig i exempelvis medicinska applikationer.

Mekaniska förstärkare som arbetar med hjälp av deformation är en annan princip. Dagens lösningar har dock ofta en del begränsningar, t.ex. komplicerade ventilsäten, stora dimensioner eller begränsad förstärkning. Det är dessutom svårt att göra kaskadkopplingar med den här principen

30 Principen med hävstänger är enkel, den kan lätt kaskadkopplas, men en del designtekniska problem gör det svårt att hitta en kombinerad lösning med leder utan friktion men styrka, låg utmattning, låg vikt, hög resonansfrekvens, hög förstärkning, små dimensioner och

35 lågt tillverkningspris.

Ett syftet med uppfinningen är att åstadkomma en förbättrad eller alternativ rörelseförstärkanordning och

metod. Ett annat syfte med uppfinningen är att åstadkomma en anordning som är utan friktion men styrka, och är helst kompakt men slitstark, och samtidigt helst lätt att tillverka, och som uppvisar företrädesvis låg utmattning, 5 och/eller har låg vikt, och/eller har hög resonansfrekvens, och/eller har hög förstärkning, och/eller små dimensioner, och/eller har ett lågt tillverkningspris.

Dessa syften, och andra, åstadkommes vart och ett för sig eller i kombination med hjälp av anordningen och 10 förfarandet enligt de bifogade oberoende kraven, varvid särskilda utföringsformer behandlas i de beroende kraven.

Sammanfattning av uppfinning

Den nuvarande uppfinningen söker således framför allt 15 motverka, förbättra eller eliminera en eller flera av ovan identifierade tillkortakommanden och nackdelar inom konventionell teknik, individuellt eller i någon kombination, och löser åtminstone delvis de ovan nämnda problem genom att tillhandahålla en utrustning enligt de 20 vidlagda patentkraven.

Uppfinningen utgör enligt en aspekt en mekanisk rörelseförstärkare, för förstärkning av en rörelses amplitud från en aktuatorenhet. Rörelseförstärkaren innefattar minst två i vinkel seriekopplade balkar, där 25 varje balk har en tjocklek som är väsentligen mindre än dess ortogonala utbredning, varvid varje balk har i sin tur minst ett stöd runt vilken balken kan vridas. När den seriella kopplingen utsätts för en tryckande eller dragande rörelse med en första amplitud, från minst en 30 aktuatorenheter, förstärks och genereras, en i samma plan parallellt, tryckande eller dragande andra rörelse med större amplitud än den första amplituden. Den förstärkta amplituden samt dess riktning fås från konstruktionens utväxling vilken beror på hur balkarna, stöden och minst en 35 aktuatorenhet är placerade relativt varandra.

Denna konstruktion i kombination med att balkarna även kan beskrivas med att de har egenskaper som förutom tunna innefattar låg vridstyrka, liten vikt och små

dimensioner leder till att man uppnår viktiga egenskaper såsom att den seriella balkkonstruktionen har en liten tröghet och därmed en snabb förstärkarrespons.

Vidare kan uppfinningen i vissa utföringsformer
5 beskrivas med att utväxlingen sker genom att en tryckande eller dragande rörelse appliceras på en första balk, antingen från en eller flera aktuatorenheter eller från en andra till den första anliggande balk, på en position som befinner sig en sträcka X_1 från den första balkens stöd
10 vilken i sin tur är placerad en sträcka X_2 från där första balken angörs med en tredje balk eller för den sista balken i serien där den slutliga amplifierade rörelsen ska appliceras. Optionalt kan konstruktionen vara sådan att sträckorna $X_1 \leq X_2$ för varje serielltkopplad balk.

15 För att uppnå en förstärkt amplitud på den slutliga rörelsen så måste det ovan nämnde relationen uppfyllas för varje i serien kopplad enskild balk.

I vissa utföranden av den mekanisk rörelseförstärkare är varje balks stöds position anpassad för att den, från
20 balken, vidareförda förstärkta rörelseamplituden är dragande eller tryckande.

Genom att anpassa vart stöden för varje enskild, seriekopplad, balk placeras, blir den slutliga förstärkta rörelsen tryckande eller dragande. Som ett exempel kan en
25 från en aktuatorenhet tryckande rörelse bli en förstärkt tryckande rörelse men om man ändrar stödets position kan samma tryckande rörelse leda till en förstärkt rörelse fast dragande.

I vissa utföranden är den mekaniska
30 rörelseförstärkarens balkar gjorda av en folie.

Genom att tillverka balkarna i folie kan de tillverkas med egenskaper såsom tunna, ha låg vridstyrka, liten vikt och ha små dimensioner.

I ytterligare ett utförande är den mekaniska
35 rörelseförstärkarens seriekopplade balkarna gjorda i ett integralt stycke av ett sammanhängande stycke folie.

I ytterligare ett utförande av den mekaniska rörelseförstärkaren kan uppstående vridande rörelser och sidorörelser mot en första balk, orsakad av rörelser från en andra anliggande balk tas upp av den första genom
5 böjning i sidled samt torsion.

I den seriekopplade balkkonstruktionen uppkomna vridande rörelse tas företrädesvis, tack vare vinkeln mellan balkarna, upp av första balken genom torsion.

I en annan aspekt av den mekanisk rörelseförstärkare
10 kan en balk utan förstärkande rörelseverkan förbinda två anliggande balkar med förstärkande rörelseverkan.

I vissa utföranden av den mekaniska rörelseförstärkaren utgörs aktuatorenheten av minst en piezoaktuator.

15 Vidare så kan de i serie kopplade balkarna ingå i ett system av ett flertal mekaniska rörelseförstärkare, där konstruktionen möjliggör att minst två enheter av, i serie kopplade balkar, kan kopplas samman för att, på ett kompakt sätt, fördela de tryckande och/eller dragande rörelserna
20 från en eller flera aktuatorenheter, placerade vertikalt mot de minst två enheterna av serielltkopplade balkar, och generera vid minst två områden parallella dragande och/eller tryckande rörelser med förstärkt amplitud.

Denna typ av system med fler än två enheter av
25 seriekopplade balkar gör att man på ett effektivt sätt kan få en förstärkt rörelseamplitud som är antingen tryckande eller dragande att ske parallellt men även nästintill samtidigt. Man kan även från samma system få en kombination av tryckande och dragande rörelse.

30 Vidare beskriver uppfinningen enligt en andra aspekt ett förfarande för mekanisk rörelseförstärkning. Förfarandet innefattar användning av minst två i serie kopplade balkar där varje balk är konstruerad att ha låg vridstyrka, liten vikt och små dimensioner. Enligt
35 förfarandet får den, från minst en aktuatorenhet, tryckande eller dragande rörelsen med en första amplitud på, en av de seriekopplade balkarna, en förstärkt amplitud genom att de

seriekopplade balkarna samverkar så att den totala förstärkningen av den första dragande eller tryckande rörelsens amplitud blir en produkt av de samverkande balkarnas, på rörelseamplituden, förstärkande effekt.

5 Således sker den slutliga förstärkta dragande eller tryckande rörelsen parallellt relativt den första tryckande eller dragande rörelsen.

Några viktiga mekaniska omständigheter har beaktats
10 vid framtagningen av uppfinningen och nämns nedan. Uppfinningens utföringsformer har således fördelar och särskilt positiva effekter, utöver dessa som nämns ovan.

Styvheten i en balk med fyrkantigt tvärsnitt ökar med kubiken på balkens tvärsnittsbredd i arbetsriktningen som
15 hävstång. Därför har balkens tvärsnittsbredd i arbetsriktningen gjorts stor i förhållande till den ortogonala bredden. Detta ger en även en minskning av massan och en hög resonansfrekvens.

Metall med en yta som har hög ytjämnhet har högre
20 utmattningsuthållighet än en bearbetad yta. Därför har designen gjorts så enligt vissa av uppfinningens utföringsformer. Till exempel bockas inte en skärningsyta av folien, utan bara själva folie ortogonalt därtill.

En tunn balk har en låg vridstyvhet. Detta kan
25 utnyttjas för att ta upp rörelser i anordningen. Tjockleken på folien är här i spannet 0,1-1 mm, företrädevis är tjockleken ca 0,5 mm.

Rörelser av två balkar i rad som på ett oönskat sätt arbetar mot varandra i ett plan kan genom att en av
30 balkarna böjs i en vinkel i förhållande till den andra tas upp så att rörelserna omvandlas till en vridning av den första balken.

Genom att göra balkarna tunna kan dessa tillverkas i folie, och med en design enligt uppfinningen kan
35 tredimensionella strukturer lätt åstadkommas genom att folierna böjs till önskad struktur.

För att arbeta med stora krafter kan strukturer bestående av flera parallella balksystem göras.

Enligt en tredje aspekt av uppfinningen
5 tillhandahålles ett förfarande för tillverkning av en mekanisk rörelseförstärkare. Tillverkningsförfarandet innefattar att skära två seriekopplade balkar ur ett sammanhängande stycke folie, och bocka folien för att
10 erhålla två i vinkel seriekopplade balkar varvid varje balk har en tjocklek som är väsentligen mindre än dess ortogonala utbredning, bocka folien ortogonalt tjockleken för att erhålla två vinklade balkar, och optionalt anordna en piezoaktuator parallellt med en av de två balkarnas tjocklek vid en av dem två balkarna för att skapa en
15 rörelse som kan förstärkas av de två vinklade sammanhängande balkarna.

Översiktlig beskrivning av ritningarna

20 Dessa och andra aspekter, särdrag och fördelar som uppfinningen åtminstone delvis innehar blir tydligare och specificerade genom följande beskrivning av utförandeformer av föreliggande uppfinning, där referens görs till de vidliggande figurerna, i vilka

25 Figur 1 visar i en schematisk vy ett utförandeexempel på en mekanisk förstärkare med vinkelställda hävstänger enligt en princip av uppfinningen;

Figur 2 visar i en schematisk vy ett utförandeexempel på en folieprofil som kan vikas till en tredimensionell
30 struktur enligt en princip av uppfinningen. Ingående delar i strukturen har sin motsvarighet i figur 1 och figur 3. Motsvarande delar är: 20,10,30, 21,11,31, 22,12,32 samt 23,13,33;

Figur 3 visar i en schematisk vy ett utförandeexempel
35 hur fyra stycken folieprofiler enligt figur 2 kan böjas och sammanfogas till en komplex struktur enligt en princip av uppfinningen. Hela strukturen byggs upp av en komponent enligt Fig. 2;

Figur 4 visar i en schematisk vy ytterligare ett utförandeexempel på en mekanisk förstärkare med vinkelställda hävstänger enligt en princip av uppfinningen; och

5 Figur 5 visar i en schematisk vy ett utförandeexempel hur ett flertal, här sex stycken sammanhängande foliestrukturer enligt figur 4 kan sammanfogas till en komplex struktur. Hela strukturen byggs upp av tre foliekomponenter.

10

Beskrivning av utföranden

Ett exempel på en anordning i enlighet med en utföringsform av uppfinningen erhålles enligt figur 1 genom en första balk 10 som vid vinkeln 12 ligger an mot ett
15 underlag 19 i linje ortogonalt mot hävstången.

Kraften F_0 håller balken tryckt mot underlaget 19. Genom en, mot balken ortogonal folie 13, utsätts balken 10 för en nedåtriktad rörelse d . Balkens 10 utbredning X_1+X_2 bildar då en hävstång med förstärkningen X_1+X_2/X_1 .

20 Första balkens 10 rörelse θ övergår då direkt som ingångsrörelse till en andra balk 11. Denna balk 11 kommer vid belastning att i längdriktningen vridas runt stödet 14. Denna vridande rörelse tas, tack vare vinkeln mellan hävstångerna, fördelaktigt upp av första balken 10 genom
25 torsion. Det snedstreckade området på första balken 10 antyder detta. Den andra balkens förstärkning blir $-Y_2/Y_1$, och hela anordningens förstärkning D/d blir produkten av hävstångernas förstärkning.

Alla delarna som ingår i figur 1 kan göras i ett
30 sammanhängande stycke i folie enligt figur 2.

Genom att böja nämnda foliestycke på enligt figurerna lämpliga ställen kan en struktur enligt figur 3 åstadkommas med hjälp av fyra identiska foliebitar. Krafterna fördelas då i fyra grupper, medan rörelserna blir parallella.

35 Kraften F_0 förmedlas i detta fall från balken 31. Länkarna 34 som förmedlar utgångsrörelsen är vinkelställda för att ta upp skjuvrörelser.

Med denna struktur kan ett rörelseförstärkarelement tillhandahållas med ca. 50 gångers förstärkning, en volym mindre än $0,5 \text{ cm}^3$, en vikt mindre än ett gram och en hantering av aktuatorkrafter i storleksordningen 200 N tillverkas. Än högre förstärkning kan uppnås genom att tillföra en tredje balk i var och en de fyra ingående balkanordningarna. Den låga vikten och de små dimensionerna kommer att leda till en liten tröghet i systemet, och därav en snabb respons av en förstärkt aktuatorrörelse.

Eftersom en balk fungerande som hävstång har en rörelseförstärkning betyder det att den första balken skall hantera krafter förstärkningsfaktorn större än påföljande balk. Detta kan hanteras genom att balken görs högre i lastriktningen. Ett exempel visas i Fig. 1 för den första balken 10 som har en ökande höjd mot aktuatorpunkten vid folie 13. Detta är dock möjligt bara till en viss gräns då balkgeometrin kan äventyras. Istället är det bättre att som komplettering öka balkens tjocklek ortogonalt mot lastriktningen. En sådan design kan dock under vissa omständigheter vara mindre fördelaktig. Exempelvis skulle detta kunna leda till variationer i folietjockleken i en design som har mer än en balk i samma foliestycke. Dessutom kan en större folietjocklek leda till svårighet att böja densamma till önskvärda strukturer.

Av denna anledning kan det vara mera fördelaktigt att istället dubblera första balken i anordningen. Exempel på en sådan design kan ses i figur 4. Figuren 4 beskriver ett av sex segment ur figur 5. Den första balken 41 består av två balkar som sammanstrålar i en tvärbalk 48. Denna tvärbalk 48 går via en flexibel del (flexibla områden är markerade som en samling tvärställda streck i figuren) ner i nästa balk 42. Denna förbindelse 44 görs företrädesvis stum för att undvika nötning i förbindelsen.

Förbindelsen kan med fördel åstadkommas med snäppfästen ingående i foliens struktur (ej visat i figuren).

Ingångsrörelsen till första balken 41 sker via
 segmentet 45 från aktuatoren (ej visad i figuren). Segmentet
 45 har flexibla områden för att ta upp rörelser orsakade av
 balkens vridning runt underlaget 19. De från första
 5 balkarna 41 utvikta vinklarna tjänar som flexibel
 stödpunkter mot underlaget 19. Vinklarna 47 behöver inte
 nödvändigtvis vara fixerade i underlaget 19, utan kan rida
 på vinkelns kant mot underlaget. Vinkeln behöver inte flexa
 i detta fallet. Den andra balken 42 som är enkel trycks
 10 nedåt av första balken 41. Den från andra balkens 42
 utvikta vinkeln 43 tjänar som flexibel stödpunkt mot
 underlaget 19. Den utvikta vinkeln 46 förmedlar strukturens
 utgångsrörelse via en flexibel länk markerat som streckat
 område. Strukturens förstärkning D/d blir
 15 $[(X_1+X_2)/X_1] * [(Y_1+Y_2)/Y_1]$.

Anordningen enligt figur 4 kan betraktas som ett
 segment ingående i en struktur enligt figur 5.

De ur figur 4 ingående delarna 47, 41 och 48
 sexfaldigas till en sammanhängande folie som viks och sluts
 20 i ändarna och får en struktur enligt 51 i figur 5. Delarna
 43, 42 och 46 sexfaldigas på samma sätt till en struktur
 enligt 52 i figur 5. Aktuatorlänken 47 sexfaldigas den
 också, och får strukturen 53 i figur 5. Genom detta
 förfarande fås en mekanisk förstärkare enligt figur 4 och
 25 figur 5 med en kraftfördelning från aktuatoren till tolv
 anliggningspunkter och en utväxlad rörelse från sex länkar.

Ovan beskrivna principer är fördelaktiga i
 kombination med aktuatorer med en liten rörelse, och
 förutom med piezoaktuatorer kan kombinationer göras med
 30 andra aktuatorer såsom elektrostriktiva, termiska eller
 kemiska.

Som framgår av figurerna är det möjligt att
 åstadkomma såväl en tryckande som dragande förstärkt
 rörelse.

PATENTKRAV

1. Förfarande för tillverkning av en mekanisk
5 rörelseförstärkare som innefattar att
skära två seriekopplade balkar ur ett stycke folie,
och bocka folien för att erhålla två i vinkel seriekopplade
balkar varvid varje balk har en tjocklek som är väsentligen
mindre än dess ortogonala utbredning,
10 varvid folien bockas ortogonalt tjockleken för att
erhålla de två vinklade balkar.
2. Förfarande enligt krav 1, som vidare innefattar
att anordna en piezoaktuator parallellt med en av de två
15 balkarnas tjocklek vid en av de två balkarna för att
tillhandahålla den mekaniska rörelseförstärkaren som
uppvisar en rörelse som kan förstärkas av de två vinklade
sammanhängande balkarna.
- 20 3. Förfarande enligt krav 1 eller 2, varvid ingen
bearbetad yta av balkarna utsätts för bockning eller
böjning.
4. Förfarande enligt något föregående krav, vidare
25 innefattande att för varje balk tillhandahålla minst ett
stöd runt vilken balken kan vridas.
5. Förfarande enligt krav 1, som vidare innefattar
att anordna en aktuatorenhet vid en första balk för en
30 tryckande eller dragande rörelse på den första balken.
6. Förfarande enligt krav 5, varvid aktuatorenheten
anordnas på en position som befinner sig en sträcka X_1 från
ett stöd för den första balken.
35
7. Förfarande enligt något föregående krav, varvid de
seriekopplade balkarna utgörs av ett sammanhängande stycke
folie.

8. Förfarande enligt något föregående krav, varvid en första balk anordnas i förhållande till en andra balk på så sätt att vridande rörelser och sidorörelser mot den första balken, orsakad av rörelser från den andra mot den första anliggande balken tas upp av den första balken genom böjning i sidled samt torsion.

9. Förfarande enligt något föregående krav, vidare innefattande att anordna en balk utan förstärkande rörelseverkan så att den förbinder två anliggande balkar med förstärkande rörelseverkan.

10. Förfarande enligt krav 1, vidare innefattande att tillhandahålla minst två enheter av de seriekopplade balkarna, och placera en eller flera aktuatorenheter vertikalt mot de minst två enheterna av seriellt kopplade balkarna.

11. Förfarande enligt krav 1, varvid balken är högre i lastriktningen och/eller balkens tjocklek ökar ortogonalt mot lastriktningen.

2 / 4

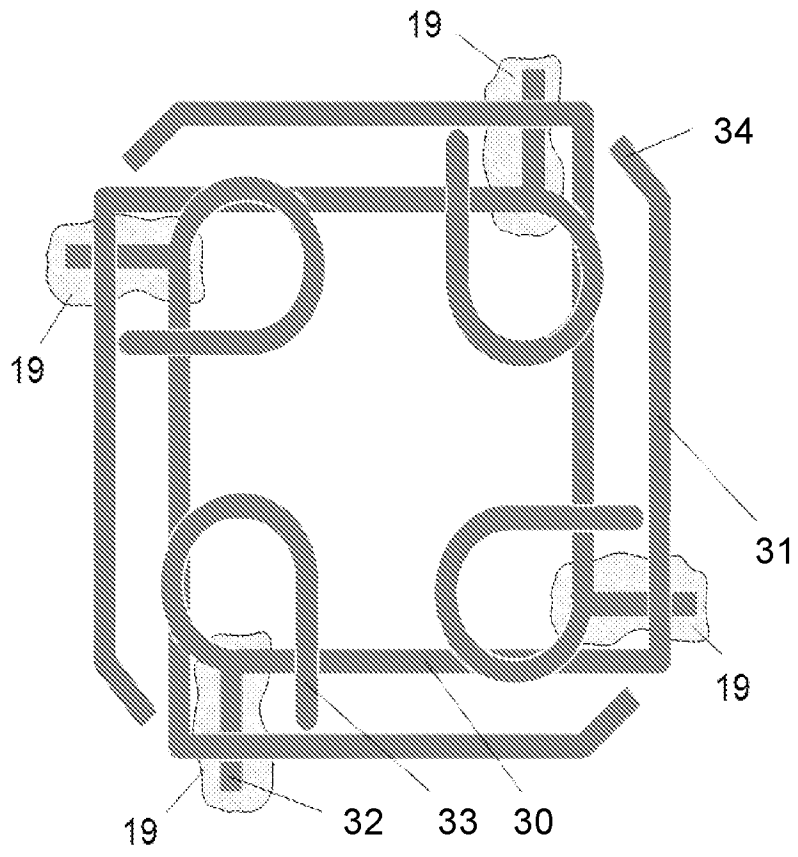


Fig. 3

3 / 4

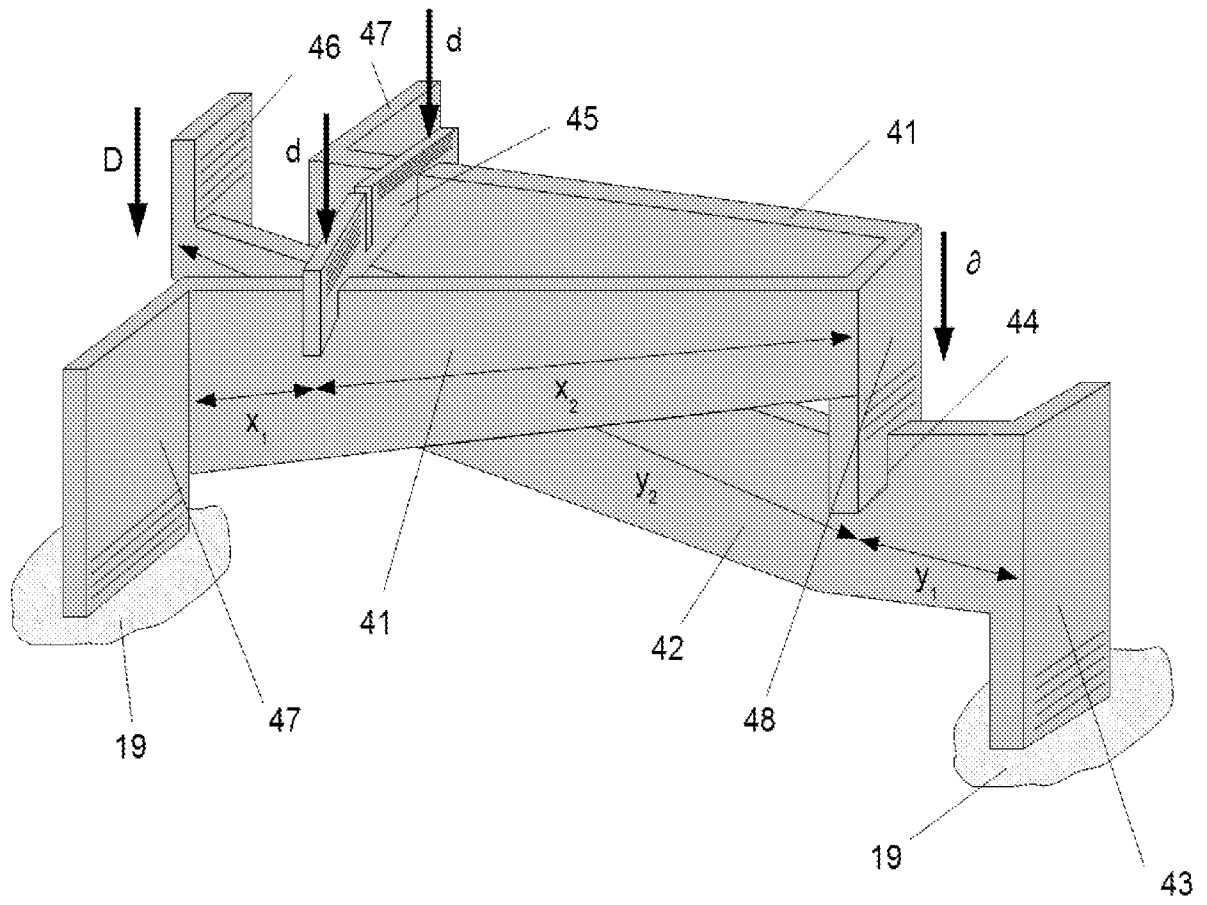


Fig. 4

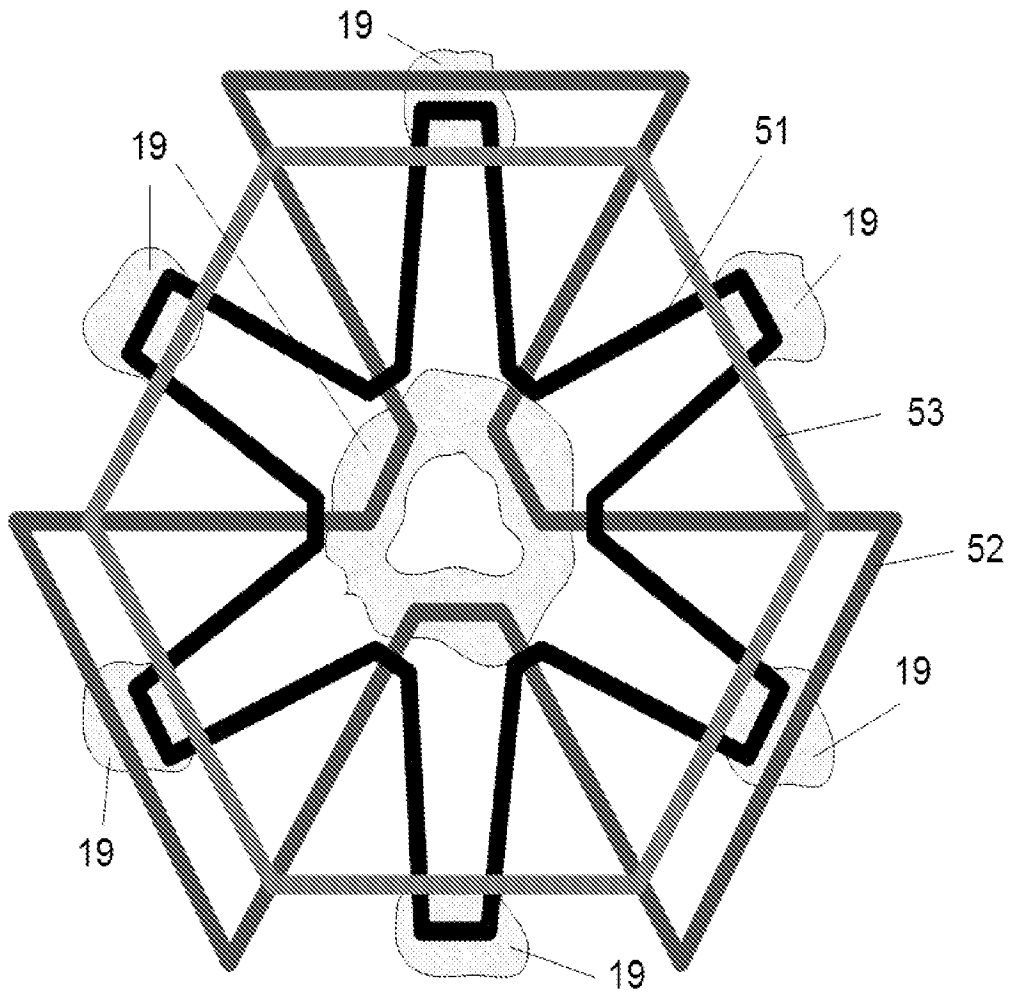


Fig. 5