(19) DANMARK

(11) **DK 177268 B1**

(12) PATENTSKRIFT

Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl.[8]: ***F 03 G 7/06 (2006.01)***

(21) Patentansøgning nr: **PA 2011 00123**

(22) Indleveringsdag: **2011-02-23**

(24) Løbedag: **2011-02-23**

(41) Alm. tilgængelig: **2012-08-24**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2012-09-10**

(73) Patenthaver: **JOLTECH ApS, Birke Alle 2, st.th., 6400 Sønderborg, Danmark**

(72) Opfinder: **Jan Olsen, Birke Alle 2, st. th, 6400 Sønderborg, Danmark**

(74) Fuldmægtig: **Danfoss A/S Intellectual Property, Nordborgvej 81, L25, 6430 Nordborg, Danmark**

(54) Benævnelse: **Et aktuatorelement til at generere en kraft eller bevægelse**

(56) Fremdragne publikationer:
EP A1 0628385
EP A1 0387375
JP A 58112809

(57) Sammendrag:

Den foreliggende opfindelse vedrører et aktuator element baseret på gummi indstøbt form hukommelse legeringer. Aktuatoren elementet er cylindrisk og er opbygget af koncentrisk strukturer bestående af, i radial rækkefølge inde fra, et cylindrisk hulrum, en spiralfjeder, et gummi lag, en form hukommelse legerings spiral og et gummi lag.

fortsættes

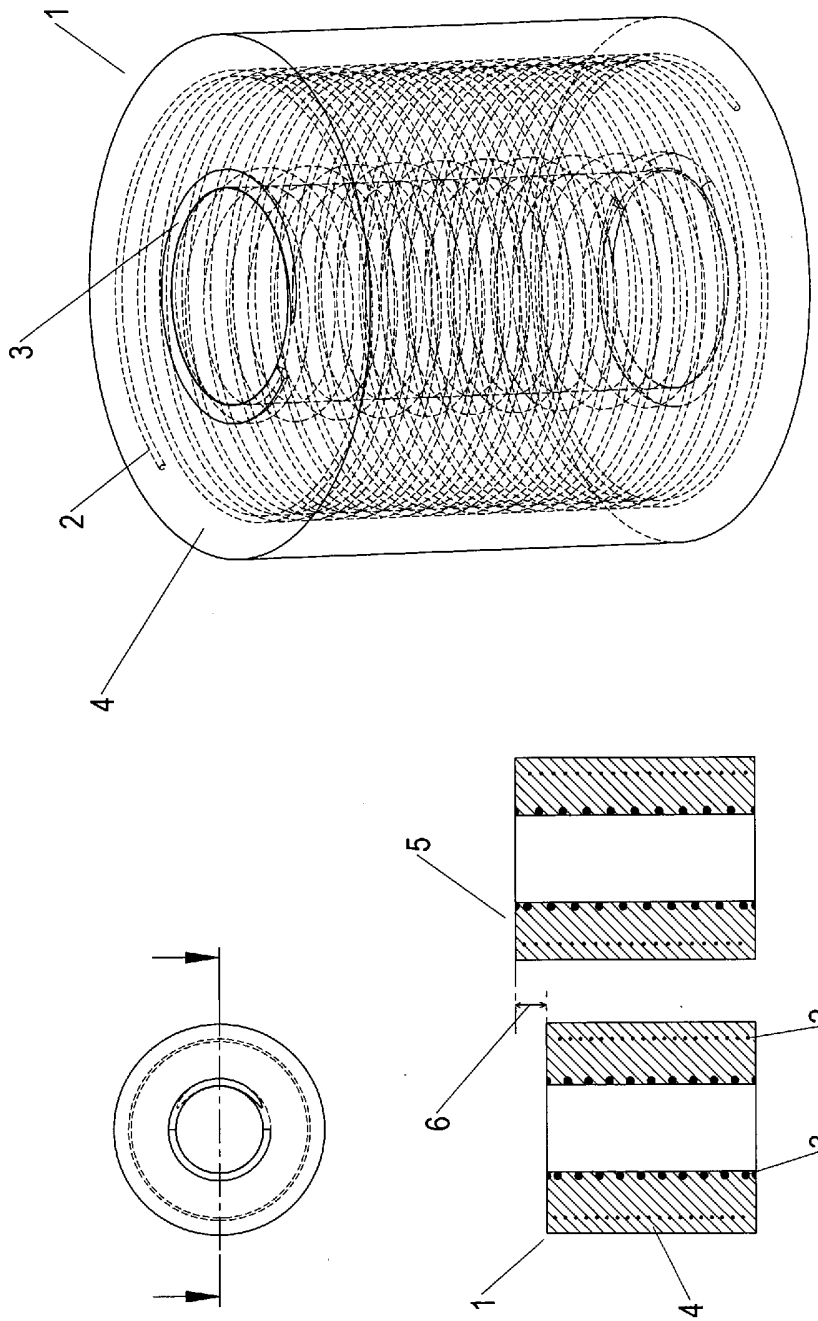


Fig. 1

Et aktuatorelement til at generere en kraft eller bevægelse

INDLEDNING

Den foreliggende opfindelse vedrører et aktuatorelement til at generere en kraft eller bevægelse, hvor elementet omfatter en cylindrisk gummidel, hvori der indgår mindst en spiralfjeder og mindst en formhukommelseslegeringstråd viklet i spiralform. Opfindelsen angår endvidere en aktuator, som indeholder mindst et aktuatorelement.

BAGGRUND FOR OPFINDELSEN

Formhukommelseslegeringer bliver i engelsksproget litteratur refereret til med forkortelsen SMA, som står for "Shape Memory Alloys". I denne ansøgning vil forkortelsen SMA blive brugt for formhukommelseslegeringer. SMA er en gruppe af metallegeringer, der har den egenskab, at de kan "huske" en oprindelig form. Det vil sige, de er i stand til at gå tilbage til en forud defineret form, når de bliver opvarmet op over en fasetransformationstemperatur. Denne egenskab fremkommer, fordi der sker et skift i legeringens krystallografiske struktur mellem to faser, en lavtemperaturfase (martensitisk) og en højtemperaturfase (austenitisk). Den martensitiske og den austenitiske fase har den samme kemiske sammensætning, men de har to forskellige krystallografiske strukturer. Når en SMA bliver deformeret, når den er i sin martensitiske fase, kan deformationen fjernes igen ved at opvarme SMA'en til den skifter til den austenitiske fase. Opvarmningen fører med andre ord SMA'en tilbage til sin oprindelige form. Denne egenskab kan med fordel udnyttes i designet af aktuatorer og andre indretninger, ved at man "programmerer" SMA'en til at "huske" en bestemt form i sin austenitiske fase.

Til anvendelse i lineære aktuatorer, er SMA kommercielt tilgængeligt i form af en fortrukket martensitisk tråd, som er "programmeret" til at huske en kortere længde ved opvarmning. Med andre ord, når tråden opvarmes over overgangstemperaturen, vil tråden transformeres til sin austenitiske fase, hvorved tråden bliver kortere. Under transformationen kan tråden generere en meget stor kraft, når den møder en ekstern

modstand. Når tråden køles til under overgangstemperaturen, vil der ske en transformation tilbage til den martensitiske fase, hvorved tråden bliver blød. Når tråden under transformationen tilbage er påvirket af en forspændingskraft, vil den returnere til sin oprindelige længde. Denne forspændingskraft kan for eksempel være frembragt ved hjælp af tyngdekraften, en fjeder, en magnetisk kraft eller en anden SMA tråd.

Aktuatorer baseret på SMA har været anvendt siden 1970'erne i kommercielle produkter. En af de første beskrivelser af sådanne aktuatorer i patentlitteraturen kan ses i US-patent US-3.403.238. I US patent US-7.021.055, US-6.326.707, US-6.574.958, US-4.841.730 og US-5.172.551 ses flere eksempler på anordninger, som anvender SMA som aktuator.

Europæisk patentskrift, EP 0628385, beskriver en protese, som aktiveres ved hjælp af adskillige spiralfjedre fremstillet af et SMA materiale. Spiralfjedrene er indlejret i et massivt elastisk materiale og virker som en slags aktuator.

Der er tre grupper af SMA, som er kommercielt tilgængelige, NiTi-, CuAl- og FeMn-legeringer. NiTi- legeringerne er dominerende på det kommercielle marked på grund af deres store formhukommelseseffekt, samt deres mekaniske og kemiske egenskaber. Forskellen i længden af NiTi SMA tråd, i henholdsvis martensitisk fase og austenitisk fase, kan være op til 8 %, men er typisk 5 %. NiTi SMA tråd er kommercielt tilgængelig med fasetransformationstemperaturer i intervallet fra -100 °C til 110 °C, hvor SMA tråde med transformationstemperaturer på 36 °C, 70 °C og 90 °C er mest anvendt.

Formhukommelsen skal "programmeres" ind i SMA materialer ved hjælp af en hertil egnet termisk procedure. Proceduren består i at formgive materialet og fastholde materialet i den ønskede form ved hjælp af et fikstur. Materialet fastholdes i fiksturen i den form, det skal have, når det er i den austenitiske fase og varmebehandles så ved en bestemt temperatur og i et bestemt tidsinterval. For NiTi SMA anvendes en temperatur på 500 °C i 5 minutter. NiTi SMA tråd er forholdsvis nem at "programmere", fordi

programmeringen kan foregå kontinuert, som en delproces i en rørovn, under trækningen af tråden. Selve programmeringen af SMA tråden i sin enkle form vil derfor ikke bidrage væsentligt til prisen på tråden. Hvis formen er lidt mere kompleks, som for eksempel spiralfjeder, er omkostningerne ved den termiske procedure så store, at det i praksis ikke kan svare sig at masseproducere en sådan komponent.

Der er to metoder til at opvarme SMA for derved at aktivere formhukommelseseffekten. Den ene er termisk opvarmning igennem overfladen og den anden er joule opvarmning ved at lede en strøm igennem, for eksempel en SMA tråd.

I en aktuator, hvor der anvendes NiTi SMA tråd og hvor aktiveringen af formhukommelseseffekten sker ved joule opvarmning, er udformningen af den elektriske termination af trådenderne, ofte en teknisk udfordring. NiTi tråd lader sig kun meget vanskeligt svejse, andre sammenføjnings metoder som lodning, limning med elektriske ledende lim eller crimpning kan anvendes, men tråden har en tendens til over tid at arbejde sig løs på grund af den store ændring af trådlængden under fasetransformation. Når aktuatorer svigter efter et antal aktiveringer, er en af de typiske årsager hertil, at SMA tråden er knækket ved, eller har revet sig løs fra termineringen.

Ved anvendelse af SMA tråd i en aktuator, hvor opvarmningen sker ved joule opvarmning, opstår det praktiske problem, at det er nødvendigt at afskærme tråden, idet tråden kan blive meget varm, >100 °C, samtidig med at den er strømførende.

BESKRIVELSE AF OPFINDELSEN

Det er formålet med den foreliggende opfindelse at tilvejebringe et aktuatorelement, hvis funktion er baseret på en SMA tråds formhukommelseseffekt og hvor elementets enkle geometriske udformning muliggør en rentabel masseproduktion.

Det er yderligere et formål med opfindelsen at tilvejebringe en konstruktion for et aktuatorelement, hvor den elektriske terminering af SMA tråden kan foregå på en enkel og pålidelig måde.

Det er yderligere et formål med opfindelsen at tilvejebringe en aktuator, hvor SMA tråden er indkapslet, således at det ved normal anvendelse af aktuatoren ikke er muligt for en bruger at komme i termisk eller elektrisk kontakt med SMA tråden.

Dette opnås ifølge opfindelsen ved et aktuatorelement, hvor elementet omfatter en cylindrisk gummidel, hvori der indgår mindst en spiralfjeder og mindst en formhukommelseslegeringstråd viklet i spiralform, hvor den cylindriske gummidel i sin aksiale retning indeholder et cylindrisk hulrum og hvor spiralfjederen og den spiralviklede hukommelsestråd i aksial retning er placeret uden om det cylindriske hulrum. Aktuatorelementet fremstår som en færdig enhed, der på komponentniveau kan indgå i mekaniske anordninger, hvor den kan udføre en aktiveringsfunktion i form af en lineær bevægelse med en synkron og parallelt hertil genereret kraft.

Aktuatorelementet består af en koncentrisk opbygget cylindrisk struktur, hvor der inderst er et cylindrisk hulrum som er afgrænset af spiralfjederens indre diameter og længde. Uden om spiralfjederen er der støbt et blødt og fleksibelt gummilag, således at spiralfjederen er omstøbt af gummiet. Uden om gummilaget er der viklet en SMA tråd. Tråden fremstår som en tæt viklet spiral, hvor de enkelte viklinger ikke kommer i berøring med hinanden. Uden om SMA tråden er der støbt et gummilag, som fastholder og indkapsler SMA trådens spiralform. Når SMA tråden bliver opvarmet til op over sin fasetransformationstemperatur, vil den blive 5 % kortere og herved vil diameteren på SMA spiralen blive 5 % mindre. Dette bevirker, at gummilaget mellem SMA spiralen og spiralfjederen vil blive sammenpresset med stor kraft. Spiralfjederen vil modsætte sig en radial sammenpresning, men tillade en udvidelse i den aksiale retning. Dette bevirker samlet, at aktuatorelementet vil udvide sig lineært i aksial retning og samtidig vil være i stand til at generere en stor kraft i aksial retning. Ved at variere forholdet mellem

diametrene på spiralfjederen og SMA spiralen er det muligt at variere aktuatorelementets egenskaber. Det er således muligt, med de samme ydre dimensioner på aktuatorelementet, at frembringe, en aktuator med en stor udvidelse og en mindre kraft, eller en aktuator med en mindre udvidelse og en stor kraft.

Aktuatorelementet har den fordelagtige funktion, at den omformer den anvendte SMA tråds 5 % sammentrækning til en 10 % - 25 % lineær udvidelse i elementets aksiale retning.

Yderligere har aktuatorelementet den fordelagtige funktion, at kraften, den kan generere samtidig med sin lineære udvidelse i den aksiale retning, er mangedoblet i forhold til den anvendte SMA tråds maksimale trækkraft.

Yderligere er det en fordel, at aktuatorelementet, på grund af sin enkle geometri og opbygning, vil være nemt at masseproducere på for eksempel en sprøjtestøbemaskine. En sådan sprøjtestøbemaskine vil nemt kunne omstilles til at producere aktuatorelementer i forskellige størrelser og længder.

Ved at bytte om på placeringen af spiralfjederen og SMA spiralen et det muligt at konstruere et aktuatorelement, der trækker sig sammen ved opvarmningen af SMA tråden.

Gummimaterialet, der anvendes til indstøbning af spiralfjederen og SMA spiralen, kan med fordel være silikonegummi eller fluorsilikonegummi. Der findes flere forskellige, kommercielt tilgængelige gummityper med forskellige mekaniske, termiske og elektriske egenskaber. Det er således muligt at tilpasse et aktuatorelements mekaniske og dynamiske egenskaber til en specifik anvendelse ved at vælge en gummitype med de hertil optimale egenskaber.

Såfremt aktuatorelementet skal aktiveres ved joule opvarmning, det vil sige, at SMA spiralen bliver opvarmet ved, at der løber en strøm igennem tråden, vil det være en for-

del at anvende to typer af gummi. En blød, elektrisk isolerende gummi til at udføre den mekaniske funktion i aktuatorelementet og en elektrisk ledende gummi til at skabe termineringen til SMA tråden. Den elektrisk ledende gummi indgår i den koncentriske struktur af elementet i form af et tyndvægget rør, hvori SMA spiralen er indstøbt og et tyndvægget rør, hvori spiralfjederen er indstøbt.

Aktuatorelementer, hvor der indgår en blød elektrisk isolerende gummi og en elektrisk ledende gummi, omfatter en koncentrisk cylindrisk struktur, hvor der inderst er et cylindrisk hulrum, som er afgrænset af spiralfjederens indre diameter og længde. Uden om spiralfjederen er der støbt et elektrisk ledende gummilag, således at spiralfjederen er omstøbt af gummiet. Uden om det elektrisk ledende gummilag med spiralfjederen er der støbt et blødt, elektrisk isolerende gummilag. Uden om det bløde, elektriske isolerende gummilag er der støbt et elektrisk ledende gummilag, hvori en SMA spiral er indstøbt, således at SMA spiralen er omstøbt af gummiet. Uden om det elektriske ledende gummilag med SMA spiralen er der støbt et blødt, elektrisk isolerende gummilag.

En af fordelene ved at indstøbe SMA spiralen i et elektrisk ledende gummilag er, at hvis der i aktuatorelementets levetid skulle ske et brud på SMA tråden, vil dette kun have minimal indflydelse på aktuatorelementets funktion.

Termineringen til enderne af aktuatorelementet kan med fordel ske ved hjælp af to skiver, hvorimellem aktuatorelementet er indspændt. Den ene skive består af et elektrisk isolerende materiale, hvor der på den ene side er fastgjort to koncentriske kontaktflader af et elektrisk ledende materiale, som for eksempel kobber. De to kontaktflader, er udformet og placeret således, at den inderste flade kun kommer i kontakt med det elektrisk ledende gummilag, hvori spiralfjederen er indstøbt, og den yderste flade kun kommer i kontakt med det elektrisk ledende gummilag, hvori SMA spiralen er indstøbt, når en af enderne på aktuatorelementet presses mod skiven. Den anden skive består af et elektrisk isolerende materiale, hvor der på den ene side er fastgjort en kontakt-

flade, som er udformet og placeret således, at de to elektrisk ledende gummilag kommer i elektrisk forbindelse med hinanden, når en af enderne på aktuatorelementet presses mod skiven. Når et således indspændt aktuatorelement skal bringes til aktivering, kan dette ske ved, at der påtrykkes en elektrisk spænding over kontaktfladerne på den første skive. Herved vil der løbe en strøm igennem det elektrisk ledende gummilag, hvori SMA spiralen er indstøbt. SMA tråden vil derved blive opvarmet og gennemgå en fasetransformation. Strømmen vil løbe retur til den første skive via kontaktfladen på den anden skive og det elektrisk ledende gummilag med spiralfjederen.

For at få en fordelagtig funktion fra det elektrisk ledende gummilag, skal gummimaterialets elektriske ledningsevne ligge i intervallet 0.1 S/m til 100 S/m, hvor området omkring 1 S/m vil være mest fordelagtig.

Det er en praktisk fordel, at termineringen til aktuatorelementet kan ske fra den ene ende af elementet.

Yderligere har termineringsmetoden den fordelagtige funktion, at den muliggør sammensætning af en aktuator ved at stakke to eller flere aktuatorelementer i serie mellem to termineringsskiver og derved opnå en samlet, længere lineær bevægelse.

Opfindelsen vedrører endvidere en aktuator omfattende mindst et aktuatorelement ifølge opfindelsen, hvor elementet er indspændt mellem to skiver, hvorpå der er anbragt elektriske kontaktflader.

Den foreliggende opfindelse kan med fordel anvendes på komponentniveau i forskellige anordninger, som for eksempel:

- Som aktuatorelement i en termostat.
- Som aktuatorelement i en lineær aktuator, hvor en aktuator, der er sammensat af en eller flere elementer, kan erstatte elektriske spindelaktuatorer, pneumati-

ske cylindre eller hydrauliske cylindre. Den typiske anvendelse vil være der, hvor der er behov for en stor kraft og en lineær bevægelse på 5% - 25% samt at aktiveringsfrekvensen er mindre end 1 Hz.

- Som aktuator i konsumprodukter, hvor den lave fremstillingspris og nemme implementering er en fordel.
- Som aktuator i håndværktøj, hvor der er behov en stor kraft og den samlede vægt af værktøjet er af betydning. Det kunne være håndværktøj med en klippe-/klemmefunktion eller en trækkefunktion, som for eksempel popnitteværktøjer eller sømpistoler.
- I aktuatorer inden for transportområdet, i for eksempel biler, fly og skibe, hvor den lave vægt i forhold til størrelsen af den kraft, aktuatorelementet kan yde, er en fordel.
- I aktuatorer inden for robotteknologi.
- Som aktuatorelement til forskellige typer af ventiler.

UDFØRLIG BESKRIVELSE AF OPFINDELSEN

Opfindelsen forklares nærmere i det følgende under henvisning til tegninger, som viser

Fig. 1 et eksempel på et aktuatorelement i den enkleste udførelse, og hvor der på tegningen er et tværsnit af aktuatorelementet i henholdsvis inaktiveret og aktiveret tilstand;

Fig. 2 et eksempel på et aktuatorelement, hvor SMA tråden er termineret ved hjælp af en elektrisk ledende gummi, og hvor der på tegningen er et tværsnit af aktuatorelementet, samt et tværsnit af to aktuatorelementer, der er stakket og termineret mellem to skiver.

Fig. 3 et eksempel på en aktuator, hvori der indgår et aktuatorelement;

I fig. 1 ses et aktuatorelement (1), som består af en rørformet gummidel (4), hvori der er indstøbt en SMA tråd (2) i form af en spiral og en spiralfjeder (3). Når SMA tråden (2) undergår en fasetransformation til austenitisk struktur, vil SMA tråden (2) blive forkortet, hvorved SMA spiralens diameter bliver mindre, hvorved den rørformede gummidel (4) bliver sammenpresset radialt. Dette bevirker, at aktuatorelementet (1) overgår til aktiveret tilstand (5), hvor der sker en tilvækst (6) i den rørformede gummidels (4) længde.

I fig. 2 ses et aktuatorelement (1), som består af fire rørformede gummidele (9, 7, 27, 8), som er samlet i en koncentrisk struktur. Den koncentriske struktur er opbygget i radial rækkefølge indefra, af en spiralfjeder (3) indstøbt i en elektrisk ledende gummi (8), en rørformet gummidel (27) støbt i en blød gummi, en SMA tråd (2) i spiralform indstøbt i en elektrisk ledende gummi (7) og en rørformet gummidel (9) støbt i en blød gummi. På figuren ses yderligere to aktuatorelementer (1) af den beskrevne type stakket mellem to skiver (10, 11). På bundskiven (11), som består af et elektrisk isolerende materiale, er der på den ene side fastgjort to koncentriske kontaktflader (13, 14) af kobber. På topskiven (10), som består af et elektrisk isolerende materiale, er der på den ene side fastgjort en koncentrisk kontaktflade (12) af kobber. Når der påtrykkes en elektrisk spænding over kontaktfladerne (13,14), vil der løbe en strøm fra den yderste kontaktflade (13), igennem SMA tråden (2) og den elektrisk ledende gummi i de to rørformede gummidele (7), til den koncentriske kontaktflade (12) på topskiven (10), og herfra igennem de to spiralfjedre (3) og den elektrisk ledende gummi, hvori de er indstøbt, og herfra retur til den inderste kontaktflade (14) på bundskiven (11).

På fig. 3 ses et eksempel på en aktuator, hvori der indgår et aktuatorelement. Aktuatorelement (1) har en diameter på 50 mm og længde på 100 mm. Elementet (1) indeholder 9,7 m Ø 0,5 mm SMA tråd (2) indstøbt i en elektrisk ledende gummi (7), en spiralfjeder (3) fremstillet af Ø2 mm tråd, i en hård kobberlegering, indstøbt i en elektrisk ledende

gummi (8) og to rørformede gummidele (27, 9) støbt i blød gummi. Et aktuatorelement (1) af denne størrelse og udførelse, er i stand til at generere en lineær bevægelse på 15 mm i aksial retning, og synkront og parallelt hermed en kraft på 2000 N. Aktuatorelementet er indspændt mellem en bundskive (11) og en topskive (10), som er fremstillet i glasfiberkompositmaterialet FR4. På den ene side af topskiven (10) er der anbragt en koncentrisk kontaktflade (12) i 0,1 mm kobber, der skaber elektrisk kontakt mellem de to rørformede gummidele (7, 8). På den ene side af bundskiven (11) er der anbragt en ydre koncentrisk kontaktflade (14) og en indre koncentrisk kontaktflade (13) i 0,1 mm kobber, som henholdsvis skaber elektrisk kontakt til den rørformede gummidel (7), hvori SMA tråden (2) er indstøbt og den rørformede gummidel (8), hvori spiralfjederen (3) er indstøbt. De to koncentriske kontaktflader (14, 13) på bundskiven (11) er elektrisk forbundet til et forbindelseskabel (24).

Kraften og bevægelsen, aktuatorelementet genererer, bliver via bundskiven (11) og topskiven (10), overført til bundpladen (15) og toppladen (16). I midten af bundpladen (15) er der fastgjort et centerrør(17), som næsten rækker hele vejen igennem aktuatorelementet (1), og som har en ydre diameter, der er lidt mindre end den indre diameter på aktuatorelementet (1). I enden af centerrøret (17) er der indvendigt fastgjort et glideleje (23), hvori centerstangen (18), der ved hjælp af en bolt (19) er fastgjort til toppladen (16), kan glide frem og tilbage, når aktuatorelementet (1) aktiveres. I enden af centerstangen (18) er der, ved hjælp af en bolt (20), fastspændt et glideleje (21), der kan glide frem og tilbage på indersiden af centerrøret (17), når aktuatorelementet (1) aktiveres. Mellem de to glidelejer (21, 23) er der indspændt en forspændingsfjeder (22), der har til opgave at trække aktuatorelementet (1) sammen igen, når det har været aktiveret uden en modkraft. I bundpladen (15) og toppladen (16) er der anbragt et antal huller (25, 26) til montageformål.

KRAV

1. Et aktuatorelement (1) til at generere en kraft eller bevægelse, hvor elementet (1) omfatter en cylindrisk gummidel (4), hvori der indgår mindst en spiralfjeder (3) og mindst en formhukommelseslegeringstråd (2) viklet i spiralform, kendetegnet ved, at den cylindriske gummidel (4) i sin aksiale retning indeholder et cylindrisk hulrum, og hvor spiralfjederen (3) og den spiralviklede hukommelsestråd (2) i den aksiale retning er placeret uden om det cylindriske hulrum.

2. Et aktuatorelement (1) i henhold til krav 1, kendetegnet ved, at gummidelen (4) er opbygget af koncentriske strukturer omfattende, i radial rækkefølge indefra, et cylindrisk hulrum, en spiralfjeder (3) indstøbt i gummi (8), et gummilag (27), mindst en formhukommelseslegeringstråd (2) i spiralform indstøbt i gummi (7) og et gummilag (9).

3. Et aktuatorelement (1) i henhold til krav 1, kendetegnet ved, at gummidelen (4) er opbygget af koncentriske strukturer omfattende, i radial rækkefølge indefra, et cylindrisk hulrum, mindst en formhukommelseslegeringstråd(2) i spiralform indstøbt i gummi (7), et gummilag (27), en spiralfjeder (3) indstøbt i gummi (8) og et gummilag (9).

4. Et aktuatorelement (1) i henhold til krav 1, kendetegnet ved, at gummidelen (4) er opbygget af koncentriske strukturer omfattende, i radial rækkefølge indefra, et cylindrisk hulrum, mindst en formhukommelseslegeringstråd (2) i spiralform indstøbt i gummi (7), et gummilag (27), en spiralfjeder (3) indstøbt i gummi (8), et yderligere gummilag, mindst en yderligere formhukommelseslegeringstråd (2) i spiralform indstøbt i gummi og et gummilag (9).

5. Et aktuatorelement (1) i henhold til krav 2, 3 eller 4, kendetegnet ved, at det gummilag (7), som formhukommelseslegeringstråden (2) er indstøbt i, er fremstillet af en elektrisk ledende gummi.

6. Et aktuatorelement (1) i henhold til krav 2, 3, 4 eller 5, kendetegnet ved, at det gummilag (8), som spiralfjederen (3) er indstøbt i, er fremstillet af en elektrisk ledende gummi.

7. Et aktuatorelement (1) i henhold til krav 5 eller 6, kendetegnet ved, at den elektrisk ledende gummi har en elektrisk ledningsevne, der ligger i intervallet fra 0,1 S/m til 100 S/m.

8. Et aktuatorelement (1) i henhold til krav 1, 2, 3, 4, 5, 6 eller 7, kendetegnet ved, at formhukommelseslegeringen er en nikkel-titanium (NiTi) legering.

9. En aktuator, kendetegnet ved, at denne omfatter mindst et aktuatorelement (1) i henhold krav 5 eller 6, der er indspændt mellem to skiver (10, 11), hvorpå der er anbragt elektriske kontaktflader (12, 13, 15).

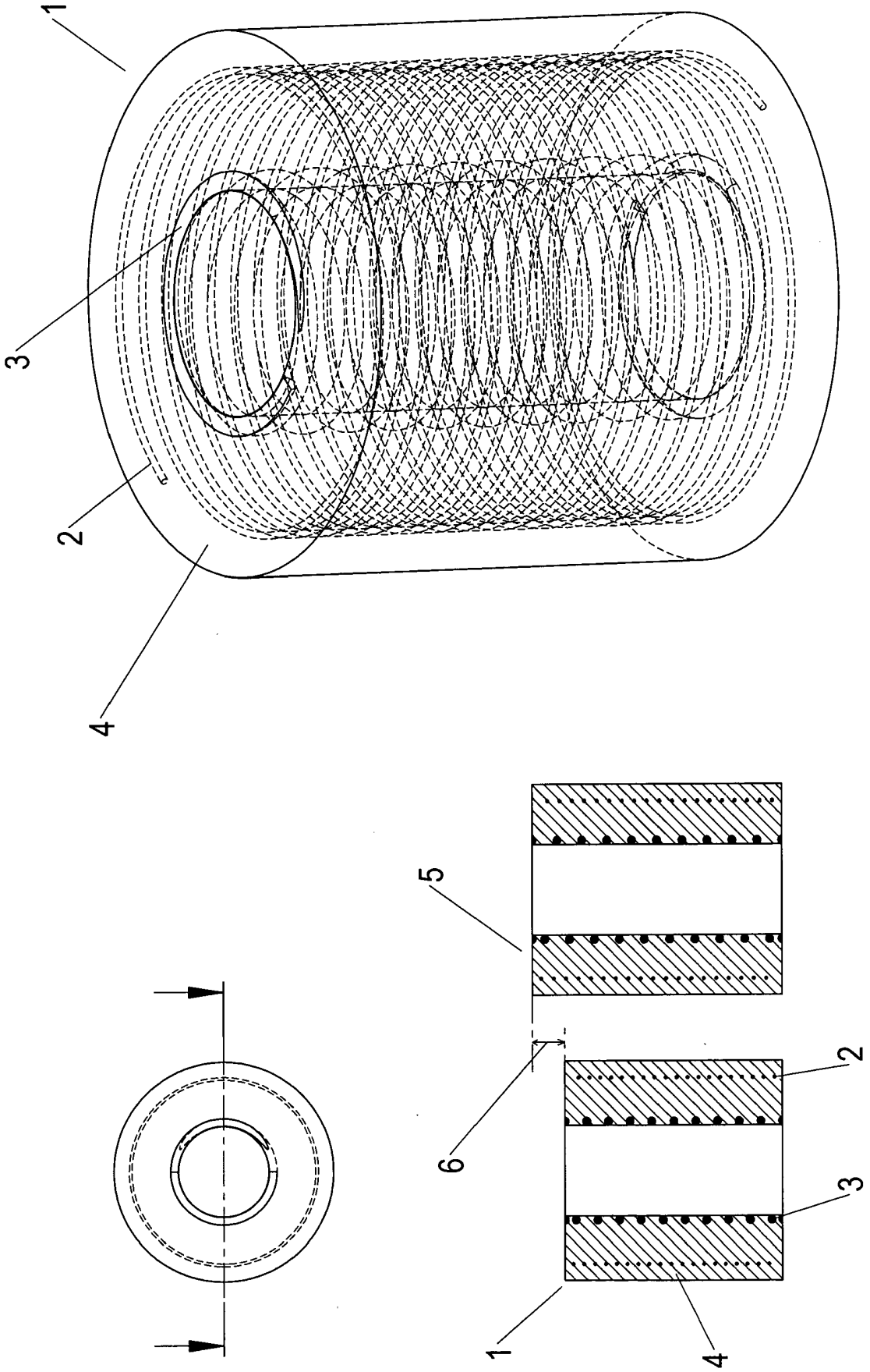
10. En aktuator i henhold til krav 9, kendetegnet ved, at aktuatoren har en central føring omfattende et centerrør (17) og en centerstang (18).

11. En aktuator i henhold til krav 10, kendetegnet ved, at der er fastgjort mindst et glideleje (23) til centerrøret (17).

12. En aktuator i henhold til krav 10, kendetegnet ved, at der er fastgjort mindst et glideleje (21) til centerstangen (18).

13. En aktuator i henhold til krav 10, kendetegnet ved, at den centrale føring indeholder mindst en fjeder (22).

Fig. 1



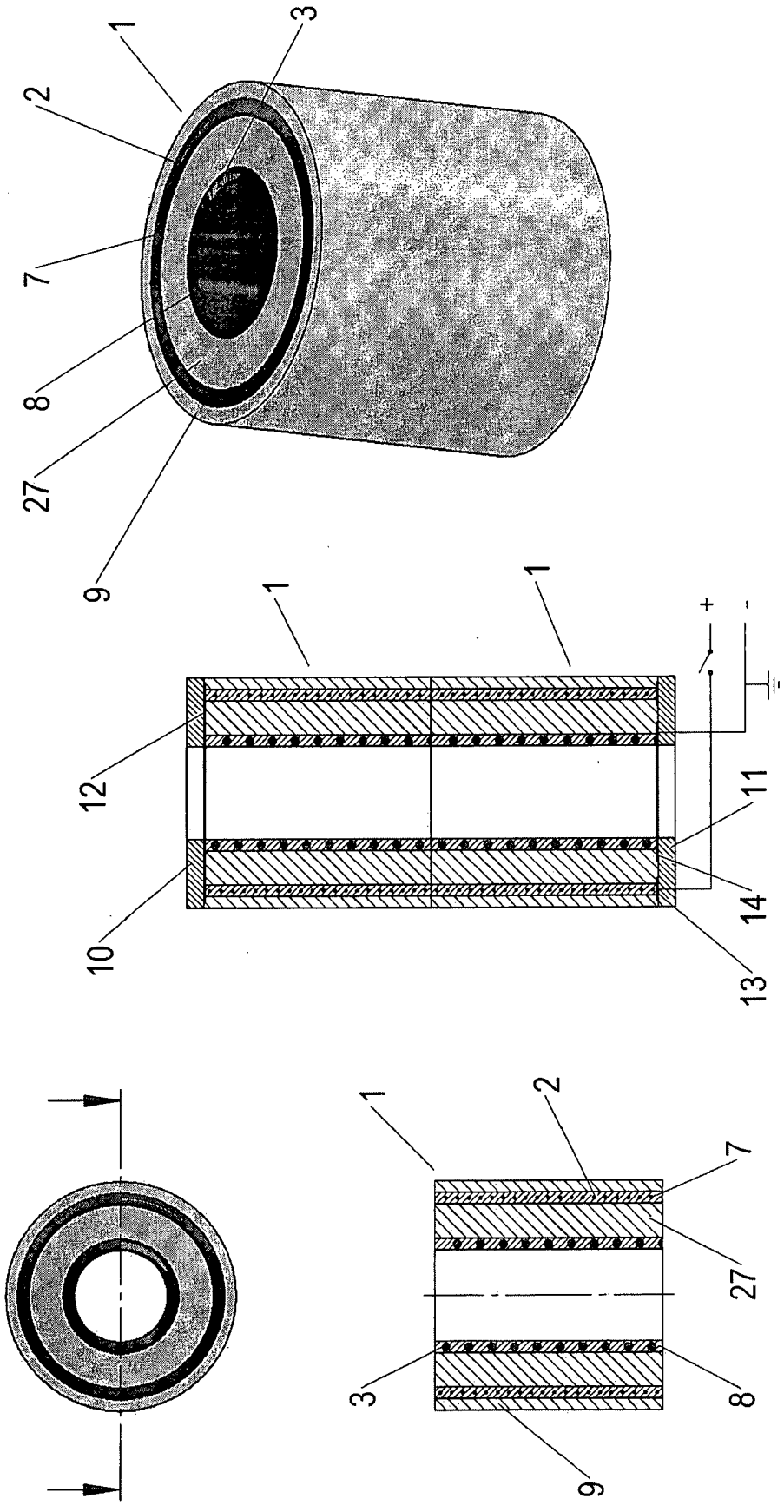


Fig. 2

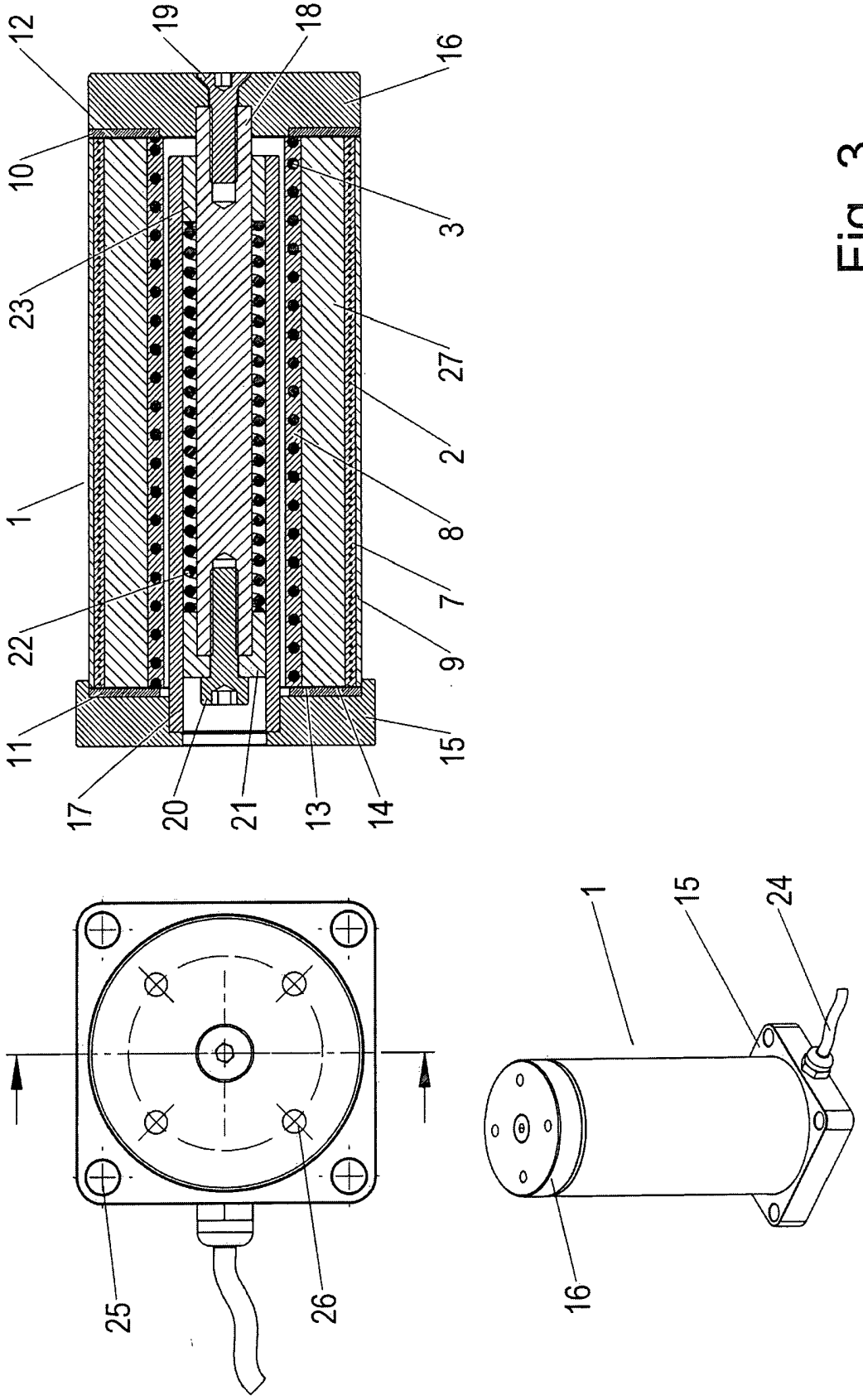


Fig. 3