



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLÄGGNINGSSKRIFT 75110

C (45) Patentti hakemusta
Patent - ansökan 19 03 1988

(51) Kv.Ik.4/Int.Cl.4 B 25 J 17/00

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21)	Patentihakemus - Patentansökning	800774
(22)	Hakemispäivä - Ansökningsdag	13.03.80
(23)	Alkupäivä - Giltighetsdag	13.03.80
(41)	Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	17.09.80
(44)	Nähtäväksipanon ja kuuljulkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	29.01.88
(86)	Kv hakemus - Int. ansökan	
(32) (33) (31)	Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet	16.03.79
Ruotsi-Sverige(SE)		7902366-9

(71) Komatsu Ltd., Komatsu Building, 2-3-6, Akasaka, Minato-ku, Tokyo,
Japani-Japan(JP)

(72) Ove Larson, Göteborg, Charles Davidson, Askim, Ruotsi-Sverige(SE)

(74) Antti Impola

(54) Taipuisa varsi, erityisesti robottivarsi -
Böjlig arm, i synnerhet robotarm

Taipuisa varsi, erityisesti robottivarsi
Böjlig arm, i synnerhet robotarm

Keksinnön kohteena on taipuisa varsi, erityisesti robottivarsi työkalujen ja sen kaltaisten kannattamiseksi ja/tai ohjaamiseksi, jossa varressa on joukko sarjaksi ja toisiinsa painautuviksi sovitettuja elementtejä, jolloin voimaa kehittävät ja/tai voimaa siirtävät ohjauseli-
5 met on sovitettu vaikuttamaan elementtien välissä vast. elementteihin, jolloin jokaisessa on vähintään yksi kupera kaareva kosketuspinta, joka on sovitettu suorittamaan vierintäliikettä ja tällöin voimansiirtoa viereisen ele-
10 mentin kosketuspinnassa olevaan kuperaan kaarevaan kosketuspintaan, kun elementteihin vaikuttavat mainitut ohjauselimet.

Tunnetaan ennestään rakenteeltaan erilaisia teollisuusrobotteja, jotka tavallisesti ovat koneita, jotka ilman käsin suoritettua valvontaa tai ohjausta voivat kolmi-
15 ulotteisessa avaruudessa muuttaa esineen tai työkalun asentoa joukkoon vaihtoehtoisia pisteitä. Teollisuusrobotin pääosana on sen robottivarsi ja siihen kuuluvat liikettä aiheuttavat elimet, ohjausjärjestelmät ja ohjelmajärjestelmät, jolloin molempina viimeksi mainittuina voi olla esim.
20 minitietokone. Pitkälle kehitettyjen robottien robottivarrella on jopa kuusi vapausastetta, millä tarkoitetaan mahdollisuutta liikkua eri tasossa, esim. liikettä eteenpäin, taaksepäin, ylöspäin, alaspäin, kiertymistä vasemmalle ja kiertymistä oikealle. Koska keksinnön kohteena
25 on itse robottivarren parantaminen, ei seuraavassa lähemmin käsitellä ohjausjärjestelmiä ja ohjelmalaitteita, jotka ovat ennestään tunnettuja yksiköitä.

Ennestään tunnetut robottivarret on muodostettu
30 useista elemeteistä ja nivelistä, joiden on työkalun ja kuorman lisäksi myös kannettava varusteita eri elementtien liikkeiden ja voiman kehittämiseksi. Tällaisina varusteina käytetään tavallisesti pneumaattisesti tai hydraulisesti ohjattavia sylintereitä, sähkömoottoreita, jne.

Tästä syystä elementit ja nivelet on mitoitettava suhteellisen lujiksi näiden varusteiden kannattamiseksi. Robotista tulee tämän takia muodoltaan tilaa vaativa ja ulkomitoiltaan suhteellisen suuri, mikä vähentää robottivarsien taipuisuutta. Useimpien tunnettujen robottivarsien liikekaava ja ulottuvuus ovat sitäpaitsi suhteellisen rajoittuneet, ja kaikista vapausasteista huolimatta käsittää ulottuvuus pääasiallisesti ainoastaan tasoympyrämäisen työkentän. Tunnettujen robottivarsien toinen rajoitus on, että vartta ei voida ohjata kaareviin tai kulmikkaisiin tiloihin, eikä varsi voi myöskään suorittaa tehtäviä esineen robotista poispäin olevalla puolella. Toisena haittana mainittakoon hyvin suuret valmistuskustannukset.

On myös kehitetty suuremman taipuisuuden omaavia robottivarsia, joissa jokaisen elementin välinen suhteellinen liike aikaansaadaan nivelakselin tai pallonivelen välityksellä. Nämä ovat rakenteellisia yksityiskohtia, joiden valmistus edellyttää suurta tarkuutta ja joiden huollon tarve on myös suuri. Näillä rakenteilla on rajoittunut liikkuvuus, ja niiden kyky kestää kuormituksia riippuu kokonaan nivelkappaleen mitoituksesta. Pallo- tai akselnivelet ovat edelleen liukulaakereita, joihin kohdistuu suhteellisen suuri kuluminen, ellei voida varmistaa jatkuvaa voitelua. Ne ovat sitäpaitsi herkkiä laakeripintojen väliin joutuville likahiukkasille. Tästä syystä on elementit kotoitettava tarkasti, mikä huonontaa niiden luoksepäästävyyttä ja vaikeuttaa niiden huoltoa ja varsinkin niiden tehokasta voitelua. Valmistuskustannukset ovat suurien tarkkuusvaatimusten takia hyvin korkeat.

Eräs edellytys halutun taipuisuuden saavuttamiseksi, ilman että tingitään varren kuormankantokyvystä, on vaikutuselinten, toisin sanoen eri elementtejä koossapitävien vaijereiden niin voimakas esikiristäminen, että elementtien väliin syntyy voimakas pintakosketus. Halutun taipuisuuden takia on toisiinsa painautuvat elementit tähän asti tehty pallo- tai akseliniveliksi. Näiden nivelkappaleiden kaarevuussäde on yhtä kuin nivelkappaleen puolikorkeus, minkä seurauksena elementeillä ei ole mitään yksikäsitteisesti

määrättyä asentoa, joka vastaisi määrättyä takaisinkelattua vaijerinpituutta. Rakenteeltaan tällaisella robottivarrella on tästä syystä hyvä stabiliteetti ainoastaan varren kaartumistasossa, kun taas varren jäykkyys tätä kaartevuustasoa vastaan kohtisuorassa tasossa on huono.

Köysien avulla ohjattujen robottivarsien toinen ongelma on, että niiden vääntövastus on myös eräissä tapauksissa huono. Tämä vääntövastus määräytyy nivelkappaleen muodosta (toisin sanoen elementtien välisen kosketusvyöhykkeen tyy-
10 pistä), jonka tulee estää elementtien kiertäminen kohtisuorasti näiden nivelkappaleiden vierintätasoa vastaan.

Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada robottivarsi, jonka on erittäin suuri ulottuvuus ja maksimaalinen liikeku-
violetta, millä tarkoitetaan sitä, että varsi saavuttaa käytännöl-
15 lisesti katsoen kaikki kohdat ympyrämäisen työkentän puitteis-
sa. Keksinnön toisena tarkoituksena on saada robottivarsi, joka voidaan saada kaartumaan siten, että se saavuttaa saman kohdan lukuisten eri kaartamisyhdistelmien välityksellä ja täten saa erittäin suuren luoksepäästävyuden, mikä tarkoittaa,
20 että se jopa voi ohittaa erilaiset esteet tai kaartua esineen ympäri. Keksinnön ansiosta saadaan edelleen varsi, joka on erittäin jäykkä elementtien kaartumistasossa ja jonka vääntövastus on suuri ja edelleen valmistuskustannukset
pienemmät ennestään tunnettuihin teollisuusrobotteihin verrattuna. Tämä on toteutettu siten, että mainittujen kaare-
25 vien pintojen säde on huomattavasti suurempi kuin puolet elementin korkeudesta. Keksintö selitetään seuraavassa lähemmin oheisten piirustusten perusteella.

Kuvio 1 näyttää perspektiiviesityksenä kaaviollisesti
30 keksinnön mukaisen varren erästä perusrakennetta.

Kuvio 2 esittää kuvion 1 mukaista vartta kaarevana.

Kuvio 3 esittää kaaviollisesti sivulta katsottuna keksinnön mukaista robottivartta, joka koostuu kahdesta elementti-
ryhmästä, ja joka tämän ansiosta voi kaartua kahdessa eri ta-
35 sossa tai suunnassa.

Kuvio 4 esittää edestä katsottuna täydellistä teollisuusrobottia, jossa on kuvion 3 näyttämä taipuisa varsi.

Kuvio 5 näyttää perspektiiviesityksenä miten robottivarsi pääsee suorittamaan tehtäviä kulmien jne. takana.

40 Kuvio 6 esittää suurennetussa mittakaavassa sivulta katsottu-

na varren erästä osaa ja varteen sisältyvien elementtien muotoa.

Kuvio 7 näyttää perspektiiviesityksenä erään muunnetun suoritusmuodon mukaista lamellimaista elementtiä.

5 Kuvio 8 esittää kuvion 7 viivan VIII-VIII kohdalta tehtyä leikkausta.

Kuvio 9 esittää sivulta katsottuna ja osittain leikkauksena erästä vaihtoehtoista suoritusmuotoa, joka kykenee välittämään myös pyörimisliikkeitä.

10 Kuviot 10 ja 11 esittävät leikkauksina kahta suoritus-esimerkkiä, joissa elementteihin voidaan vaikuttaa sähkömagneettisesti.

Kuviot 12, 13 ja 14 esittävät vielä eräitä muita vaihtoehtoja, joissa elementtejä ohjataan hydraulisesti tai pneumaattisesti.

Keksinnön mukainen taipuisa varsi, jota seuraavassa sanotaan robottivarreksi, koostuu periaatteessa kuvioden 1 ja 2 näyttämän suoritusvaihtoehdon havainnollistamalla tavalla joukosta sarjaan sovitettuja elementtejä 11, jotka kukin on muotoiltu ympyräkiekoksi, jossa on kaarevat kosketuspinnat. Riippuen siitä, missä laajuudessa varren on voitava suorittaa kaartumisliikkeitä, on jokaisessa elementissä joukko lähelle ulkoreunaa sijoitettuja reikiä 12, esim. neljä reikää, jotka on sijoitettu keskinäisin tasavälein toisistaan ja elementtien keskustasta yhtä monta ohjauselintä 14 varten. Elementtien keskelle on tehty läpimenevä aukko 13. Elementit on sovitettu päällekkäin siten, että ohjausreiät 12 sijaitsevat toistensa kohdalla. Ylimmän elementin ohjausreiät 12 on upotettu, ja täten muodostuviin uppoumiin sijoitetaan ohjauselinten ulkopäihin sovitetut päätteet 16. Ohjauselimiä 14 on köydet, vaijerit tai muut sen kaltaiset, joilla on hyvät vetolujuusominaisuudet. Vetämällä yhdestä tai useammasta vaijerista 14, jotka ulkonevat viimeisestä elementistä, voidaan robottivarsi saattaa kaartumaan joka suunnassa. Haluttaessa aiakaansaada kahden ohjauselimen 14 välinen kaartumisliike kuten kuviossa 2 on näytetty, kohdistetaan molempiin näihin ohjauselimiin vetovoima, jolloin vetovoiman suuruutta valitsemalla kaartumisliike voidaan siirtää enemmän tai

vähemmän jommankumman elimen 14 suuntaan. Täten voidaan varsi 10 myös saattaa suorittamaan pyörimisliikettä pituus-akselinsa ympäri.

5 Elementtien keskeisten aukkojen 13 läpi menee taipuisa siirtolaite 16, jonka tehtävänä on välittää veto-, puristus- ja/tai pyörähdysvoimia työkaluun 23 (kuvio 4) tai sen kaltaiseen, joka on sovitettu varren vapaaseen päähän.

10 Kuvion 3 mukaan voidaan elementit koota ryhmiksi, jolloin jokaista ryhmää ohjataan tämän ryhmän omilla ohjauselimillä 14. Kuvio 3 mukaisessa varressa on kaksi ryhmää, alempi ryhmä A ja ylempi ryhmä B. Ryhmän A elementtejä 11a ohjataan ohjauselimillä 14a, kun taas ryhmän B elementtejä 11b ohjataan ohjauselimillä 14b. Kuvion 3 näyttämän varren kaksoiskaarevuuden aikaansaamiseksi samassa tasossa ohjataan 15 kahta diametraalisesti vastakkain olevaa ohjauseliä 14a ja 14b kuten nuolilla on näytetty. Varren molemmat ryhmät A ja B voidaan myös ~~saattaa~~ kaartamaan eri tasoissa sopivasti ohjaamalla elimiä 14a ja 14b. Varressa voi tietenkin olla kahta useampia elementtiryhmiä niin, että varsi voidaan saattaa kaar- 20 tumaan jopa 360° tai enemmän ja tarpeen vaatiessa useissa eri tasoissa tai suunnissa.

Kuvio 4 esittää erästä edellä selitettyjen suoritusesi-merkkien mukaisen varren käytännöllistä sovellutusta. Kahdesta elementtiryhmästä 11a ja 11b koostuva taipuisa varsi 10 25 on toisesta päästään yhdistetty koneikkoon 17, jossa on neljä servomoottoria 18, jotka pyörittävät kukin köysirumpuansa 19 ohjauseliä 14a ja 14b varten. Moottorien 18 pyörimissuunta on vaihdettavissa, ja moottorit on siten ohjattu, että jokaiseen ohjauselimeen eli köyteen 14a, 14b voidaan kohdis- 30 taa erikseen säädettävä voima, kun köysi kelataan köysirummulle 19 tai vedetään rummulta. Lisäksi on olemassa köysien 14 joustavat esijännityselimet 31 (kuvio 5).

Taipuisa siirtolaite 16 on varren alapäässä kytketty servomoottoriin 20 vaihdelaitteen 21 ja ylikuormitukselta suo- 35 jaavan kytkimen 22 välityksellä. Varren 10 vapaassa päässä on keskeiseen siirtolaitteeseen 16 liitetty työkalu 23, jona tässä kuvatussa suorituseseimerkissä on pistooliruisku, joka letkun 24 kautta saa syöttönsä ruiskumaalauslaitteesta 25.

Eräissä käyttösovellutuksissa voidaan työvaliaine mahdollisesti myös johtaa työkalun 23 elementtien keskeisen aukon kautta yhdensuuntaisesti siirtolaitteen 16 kanssa.

Taipuisa suojavaippa 26 ympäröi elementtejä 11.

5 Kuvio 5 havainnollistaa robottivarren taipuisuutta, ulottuvuutta ja luoksepäästävyyttä. Tästä kuvioista nähdään, että varsi voidaan saattaa kaartumaan siten, että se myös voi suorittaa tehtäviä esteiden takana tai muissa vaikeasti luoksepäästäväissä kohdissa.

10 Kuvioiden 7 ja 8 mukaisessa suoritusmuodossa koostuu jokainen elementti 11 kahdesta segmenttimäisestä kappaleesta 8, 9, joiden väliin on sovitettu välilevy 6. Segmentissä 8, 9 on yksinkertaisesti kaartuva kosketuspinta 5 ja laaka pohjapinta 7, jolla segmentit painautuvat välilevyn 6 kum-
15 paankin sivuun. Segmentit 8, 9 voidaan joko kiinnittää välilevyyn tai tehdä yhdysrakenteisina tämän kanssa. Segmentit 8 ja 9 on sovitettu toisiaan vastaan kohtisuoriin tasoihin, mikä tarkoittaa, että joka toinen segmentti voi suorittaa kaartumisliikettä määrättyssä tasossa ja joka toinen segmentti
20 vastaavaa kaartumisliikettä tasossa, joka on kohtisuorassa ensin mainittua tasoa vastaan. Stabilien asentojen saamiseksi riippumatta eri segmenttien 8, 9 kaartumisasennosta, ja riippumatta kosketuspintojen 5 välisestä hyvästä tai huonosta kirkasta, voi näissä kosketuspinnoissa olla ohjausvälineet 4,
25 esim. hampaat, jotka yhteistoimivat vierekkäisessä elementissä 11 olevien vastaavien hampaiden kanssa segmenttien välisen suhteellisen liikkeen yhteydessä. Segmentit 8, 9 tehdään sopivasti lieriömäisten hammaspyörien osina, jolloin yhteen suuntaaan kaarevan kosketuspinnan 5 kaarevuuskeskipiste eli hampaiden jakoympyrän keskipiste sijaitsee vastaavan
30 elementin ulkopuolella.

Hampailla 4 varustettujen segmenttien 8,9 viereen on hamapiden tyven korkeudelle sovitettu sileät segmentinosat 3.

35 Muotoilemalla segmentit 8,9 osasynterimäisiksi hammaspyöriksi, jotka jokaisissa elementeissä on sovitettu toisiaan vastaan kohtisuorassa oleviin tasoihin, saadaan hampaiden jokaisen loimistumisen yhteydessä vuorotteleva sivulle-kaartumismahdollisuus. Sivullekaartumiskulmat summautuvat,

ja varsi saa kokonaisuudessaan saman liikkumismahdollisuuden kuin kosketuspintojen ollessa sileät. Tämän rakenteen ansiosta saavutetaan myös erittäin hyvä vääntöjäykkyys, koska elementit liittyvät toisiinsa muodonmukaisesti. Hampaiden kyl-

5 kien välinen kosketus johtaa siihen, että kahden yhteistoit-
mivan segmentin välillä aina on olemassa linjakosketus. Hampaiden suuri leveys ja/tai sileät segmentinosat 3 muodostavat suuren kosketuspinnan, mikä puolestaan antaa suuremmat mahdollisuudet segmenttien materiaalin valinnassa. Karkaistujen

10 kosketuspintojen asemesta voidaan keksinnön mukaisessa laitteessa myös käyttää sopivia muovimateriaaleja, alumiinia tai muuta sen kaltaista.

Tähän asti tunnetuissa joka suuntaan kaartuvissa robot-
tivarissa, joissa jokaisen elementin välissä on nivel, on ni-

15 velkappaleen säde r yhtä kuin elementin puolikorkeus h , toisin sanoen $r = h$. Tämä tarkoittaa, että tällaisilla elementeillä ei ole mitään yksikäsitteistä asentoa määrättyä kelattua köydenpituutta varten, joten tällaisista elementeistä koostuvalta robottivarrelta puuttuu tarvittava jäykkyys.

20 Jotta suuresta lukumäärästä elementtejä koostuva varsi olisi jäykkä on välttämätöntä, että elementtien asennon suhteellinen muuttuminen vartta taivutettaessa johtaa järjestelmään varatun energian muuttumiseen. Mitä suurempi tämä muuttumistyö on, sitä parempi on varren stabiilisuus.

25 Tämä on keksinnön mukaan aikaansaatu siten, että jokaisen segmentin 8, 9 säde r on suurempi, edullisesti jopa paljon suurempi kuin segmentin korkeus h . Tällöin köydenpituuksien x_1 ja x_2 summa (kts. kuv. 6) ei koskaan ole sama elementtien 11 millä tahansa mielivaltaisella kiertymiskulmalla,

30 vaan näiden pituuksien välinen ero Δ edustaa varsijärjestelmän energian muuttumista. Koska rullalle kelatun ja rullalta otetun köyden 14', 14" summa on vakio, kun köysi on kelattu samalla rummulle 19, tulee Δ olemaan sama kuin köysirummun siirtymä. Tämä siirtymä on yhdessä jousivoiman kanssa tärkeä

35 energian lisä halutun jäykkyyden saavuttamiseksi.

Kuvion 9 näyttämä vaihtoehto on kehitetty siirtämään myös pyöriviä liikkeitä elementtien välityksellä. Näiden elementtien kosketuspinnossa, toisin sanoen toisiaan kohti olevissa kaarevissa pinnoissa on tätä varten säteittäiset ham-

paat 35, jotka riippumatta elementtien kulma-asennosta lo-
mistuvat toisiinsa. Elementtien pyörimisliikkeen mahdollis-
tamiseksi pääsevät laipat 30 ja niissä olevat reiät 12 köysiä
14 varten pyörimään elementtikappaleeseen nähden, mikä on
5 aikaansaatu sovittamalla laakeri 36 näiden osien väliin.
Moottorin 20 käyttäminä voivat elementit tällä tavoin siir-
tää pyörimisliikkeitä varren vapaaseen päähän ja työkaluun
23 ilman, että varren taipuisuus millään tavoin vaikeutuu.

Suurien voimien ja/tai momenttien siirtämiseksi voi
10 olla eduksi täydentää köysimäiset ohjauselimet 14, joilla
ainoastaan on koossapitävä tehtävä, sähkömagneettisilla
tai hydraulisilla servomoottoreilla.

Kuvion 10 mukainen suorituseseimerkki havainnollistaa
vaihtoehtoa, jossa elementtien keskinäinen kulma-asento
15 asetetaan sähkömagneettisesti. Jokaisen laipan 30 väliin
on niveltyvästi laakeroitu sähkömagneetit 39, joiden avulla
elementtien välistä etäisyyttä voidaan säätää. Mahdolli-
sesti voidaan erikseen vaikuttaa jokaiseen sähkömagneettiin
mahdollisimman suuren liikkuvuuden ja taipuisuuden aikaan-
20 saamiseksi.

Kuvion 10 näyttämässä suoritusmuodossa on liikkuvat
rautasydämet sovitettu kelaan, mutta sen sijaan voidaan
kuvion 1 näyttämällä tavalla käyttää kiinteitä sähkömag-
neetteja, jotka on suunnattu aksiaalisesti elementeissä.
25 Kiinteiden sähkömagneettien navat ovat suunnatut toisiaan
kohti. Varren vaihtelevan kaarteisuuden aikaansaamiseksi
voidaan useita tällaisia tankomaisia magneetteja sovittaa
säteittäisenä kuviona elementteihin.

Kuvioiden 10 ja 11 näyttämässä molemmissa suoritusesi-
30 merkeissä sähkömagneettien sähkönsyöttöjohdot on merkitty
numerolla 41.

Sähkömagneettiset ohjauselimet toimivat yleensä aino-
astaan kahden kiinteän pääteasennon välillä, joten varren
kaarteisuuden portaaton asettelu ei ole mahdollinen. Tämä
35 rajoitus on poistettu kuvion 12 näyttämästä vaihtoehtoisesta
suoritusmuodosta, jossa ohjauseliminä 14 on hydrauliset tai
pneumaattiset servomoottorit, jotka muodostuvat sylintereis-
tä 42 ja kaksinkertaisista vastakkain sijoitetuista männis-

tä 43. Paineväliainetta voidaan syöttää syöttöletkusta 45 keskeisen sisään- ja ulosvirtausaukon 44 kautta. Männät 43 on niveltyvästi laakeroitu elementtien kehälaippaan 30. Syöttöletku 45 on sopivasti pujotettu laipassa 30 olevien
5 lovien läpi.

Kuvio 13 esittää suoritusesimerkkiä, jossa elementit on jaettu kahtia pitkin kehälaippoja, ja jossa kumpaankin osaan 37 ja 38 on tehty kehälaippa 30. Näiden osien 37 ja 38 väliin on servomoottorit 32 sovitettu sellaiseen kuvioon,
10 että molemmat puoliskot voivat asettua erilaisiin suhteellisiin kaltevuusasentoihin. Servomoottorit 32 ovat lyhyttis-
kuisia hydraulisia tai pneumaattisia moottoreita, esim. mäntäsyylintereitä tai paineväliaineen vaikutuksen alaisia palkeita. Vähintään kolme tällaista moottoria on sovitettu ta-
15 saväleihin toisistaan. Paineväliainejohdot 45 syöttävät paineväliainetta näihin moottoreihin.

Kuvio 14 esittää vielä erästä suoritusesimerkkiä, jossa elementtejä ohjataan hydraulisesti tai pneumaattisesti. Joukko paineletkuja 46, joissa on säteittäisesti ulkonevat
20 puristushuulet 47, on sovitettu vaikuttamaan elementtien kehälaippojen 30 välissä. Painetta letkuun 46 kohdistettaessa puristushuulet 47 laajenevat ja siirtävät elementtien laippoja 30 toisistaan. Letkut 46 voivat mahdollisesti olla
25 varren 10 vaipan 26 kiinteänä osana.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Taipuisa varsi, erityisesti robottivarsi (10), työkalujen tai sen kaltaisten kannattamiseksi ja/tai ohjaamiseksi, jossa varressa on joukko sarjaksi ja toisiinsa painautuviksi sovitettuja elementtejä (11), jolloin voimaa
5 kehittävä ja/tai voimaa siirtävä ohjauselimet (14) on sovitettu vaikuttamaan elementtien välissä vast. elementteihin, jolloin jokaisessa on vähintään yksi kupera kaareva kosketuspinta (5), joka on sovitettu suorittamaan vierintä-
liikettä ja tällöin voimansiirtoa viereisen elementin kos-
10 ketuspinnassa olevaan kuperaan kaarevaan kosketuspintaan, kun elementteihin vaikuttavat mainitut ohjauselimet (14),
t u n n e t t u siitä, että mainittujen kaarevien pintojen säde (r) on huomattavasti suurempi kuin puolet elementin (11) korkeudesta (H).

15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen taipuisa varsi, t u n n e t t u siitä, että kaarevat kosketuspinnat (5) ovat muodoltaan elliptiset.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen taipuisa varsi, t u n n e t t u siitä, että elementeissä (11)
20 on yksinkertaisesti kaarevat kosketuspinnat (5) molemmiin puolin, jotka on siirretty kohtisuoraan suhteessa toisiinsa.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen taipuisa varsi, t u n n e t t u siitä, että jokaisen elementin kosketus-
25 pintojen ainakin eräässä osassa on ohjausvälineet (4), jotka on muotoiltu elementtien suhteellisen liikkeen yhteydessä lomistumaan toisiinsa ja vierimään toisiaan pitkin.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen taipuisa varsi, t u n n e t t u siitä, että ohjausvälineinä (4) on
30 aksiaaliset ja/tai säteittäiset harjat ja urat.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen taipuisa varsi, t u n n e t t u siitä, että segmentin kosketuspinta on muotoiltu lieriömäisen hammaspyörän osaksi.

7. Patenttivaatimuksen 4, 5 tai 6 mukainen taipuisa
35 varsi, t u n n e t t u siitä, että kosketuspinta (5) on jaettu vähintään yhteen sileään osaan (3) ja vähintään yh-

teen ohjausvälineillä (4), esim. hampailla varustettuun osaan.

5 8. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen taipuisa varsi, t u n n e t t u siitä, että kumpaankin elementtiin (11) on segmenttien (8,9) väliin muotoiltu kehälaippa (30), johon voimaa kehittävät ja/tai voimaa siirtävät ohjauselimet (14) on sovitettu.

10 9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen taipuisa varsi, t u n n e t t u siitä, että ohjauseliminä (14) on veto- ja/tai puristusvoimia siirtävät taipuisat välineet, esim. vaijerit, bowden-köydet tai sen kaltaiset, jotka toisesta päästään on yhdistetty kukin servomoottoriinsa (18) ja toisesta päästään on kiinteästi yhdistetty ryhmän servomoottorista laskettuna viimeiseen elementtiin (11), ja
15 että elimet (14) on sovitettu välillä oleviin elementteihin vapaasti näiden elementtien laipoissa (30) olevien aukkojen (12) läpi liikkuviksi.

20 10. Patenttivaatimuksen 8 mukainen taipuisa varsi, t u n n e t t u siitä, että ohjauseliminä (14) on paine- väliaineen vaikutuksesta tai sähkömagneettisesti laajene- maan ja kutistumaan saatettavat laitteet (39, 40, 42, 46), jotka on sovitettu viereisten elementtien välisiin väli- tiloihin tai elementtien laippojen (30) yhteyteen.

25 11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen taipuisa varsi, t u n n e t t u siitä, että elemen- teissä on ainakin yksi keskeinen läpimenokanava (13).

PATENTKRAV

1. Böljig arm, i synnerhet robotarm (10) för upp-
bärande och/eller manipulering av arbetsredskap (23) eller
liknande, vilken arm innefattar ett antal i serie och till
anliggning mot varandra anordnade element (11), varvid
5 kraftgenererande och/eller kraftöverförande påverknings-
organ (14) är anordnade att verka mellan resp. på elementen,
vilka vardera uppvisar åtminstone en konvext krökt kontakt-
yta (5) anordnad att utföra en rullande rörelse på och där-
vid en kraftöverföring till en konvext krökt kontaktyta
10 hos ett intilliggande element när elementen påverkas av
sagda påverkningsorgan (14), k ä n n e t e c k n a d
därav, att radien (r) på krökningen hos sagda kontaktytor
(5) avsevärt överstiger elementets (11) halva höjd (H).

2. Böjlig arm enligt patentkravet 1, k ä n n e -
15 t e c k n a d därav, att de krökta kontaktytorna (5) har
en elliptisk form.

3. Böjlig arm enligt patentkravet 1 eller 2,
k ä n n e t e c k n a d därav, att elementen (11) har
enkelkrökta kontaktytor (5) på båda sidor vinkelrätt för-
20 skjutna relativt varandra.

4. Böljig arm enligt patentkravet 3, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att åtminstone en del av kontaktytor-
ná i varje element (11) är försedda med styrdon (4) utfor-
made att vid elementens relativa rörelse gripa i och rulla
25 mot varandra.

5. Böljig arm enligt patentkravet 4, k ä n n e -
t e c k n a d därav, att styrdonen (4) utgöres av
axiella och/eller radiella bommar och spår.

6. Böjlig arm enligt patentkravet 5, k ä n n e -
30 t e c k n a d därav, att segmentets kontaktyta är ut-
formad som en del av ett cylindriskt kugghjul.

7. Böjlig arm enligt patentkravet 4, 5, eller 6,
k ä n n e t e c k n a d därav, att kontaktytan (5) är
uppdelad i minst ett slätt parti (3) och minst ett med
35 styrdon (4), exempelvis kuggar, försett parti.

8. Böjlig arm enligt något eller några av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a d därav, att vardera element (11) mellan segmenten (8, 9) är utformat med en periferiell fläns (30) anordnad för upptagande av de
5 kraftgenererande och/eller kraftöverförande påverkningsorganen (14).

9. Böjlig arm enligt patentkravet 8, k ä n n e t e c k n a d därav, att påverkningsorganen (14) utgörs av drag- och/eller tryckkrafter överförbara, böjliga don
10 exempelvis wirrar, bowdenkablar eller liknande, vilka med sin ena ände är anslutna till var sin servomotor (18) och med sin motsatta ände är fast förbundna med gruppens från servomotorerna räknat sista element (11) och att organen (14) är anordnade i mellanliggande element passera fritt genom öppningar
15 (12) i elementens flänsar (30).

10. Böjlig arm enligt patentkravet 8, k ä n n e t e c k n a d därav, att påverkningsorganen (14) utgörs av medelst en tryckfluid eller på elektromagnetiskt väg expander- och kontraherbara anordningar (39, 40, 42, 46) anbragta i
20 mellanrummen mellan närbelägna element eller vid elementens flänsar (39).

11. Böjlig arm enligt något eller några av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a d därav, att elementen är försedda med åtminstone en central genomloppskanal (13).
25

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 408 471 (F 16 C 1/04).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 190 286 (128-6),
3 261 223 (74-380), 3 266 059 (3-12.3), 3 585 885 (B 25 B 13/00),
3 625 084 (F 16 C 1/00).

FIG. 1

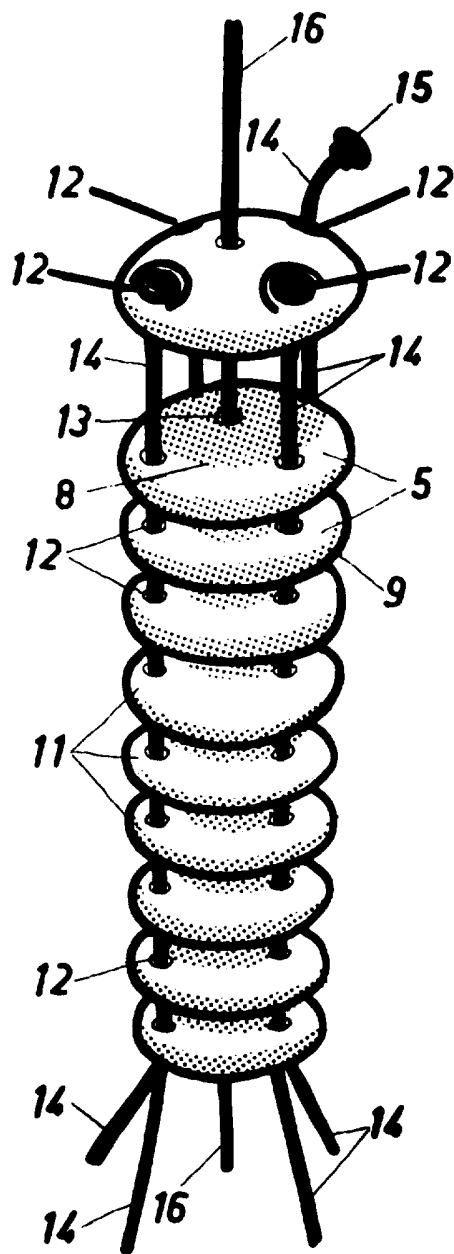
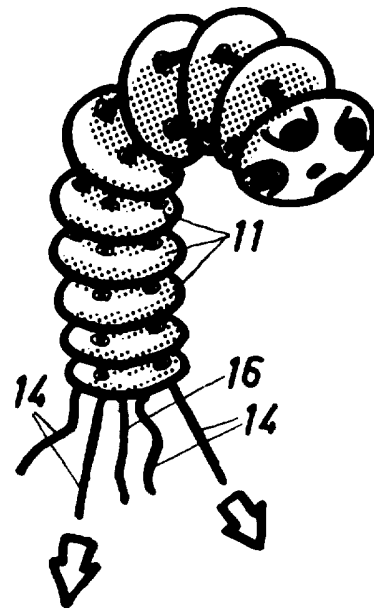


FIG. 2



75110

FIG. 3

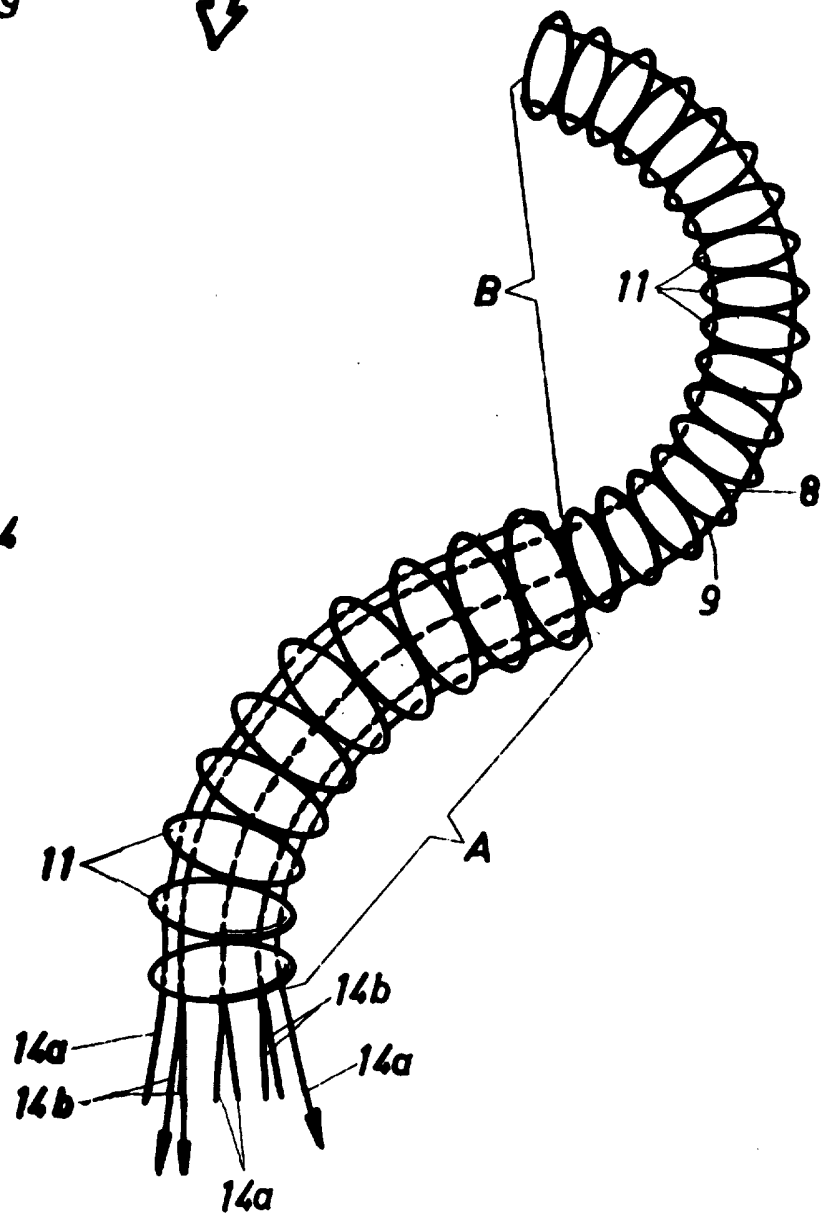


FIG. 4

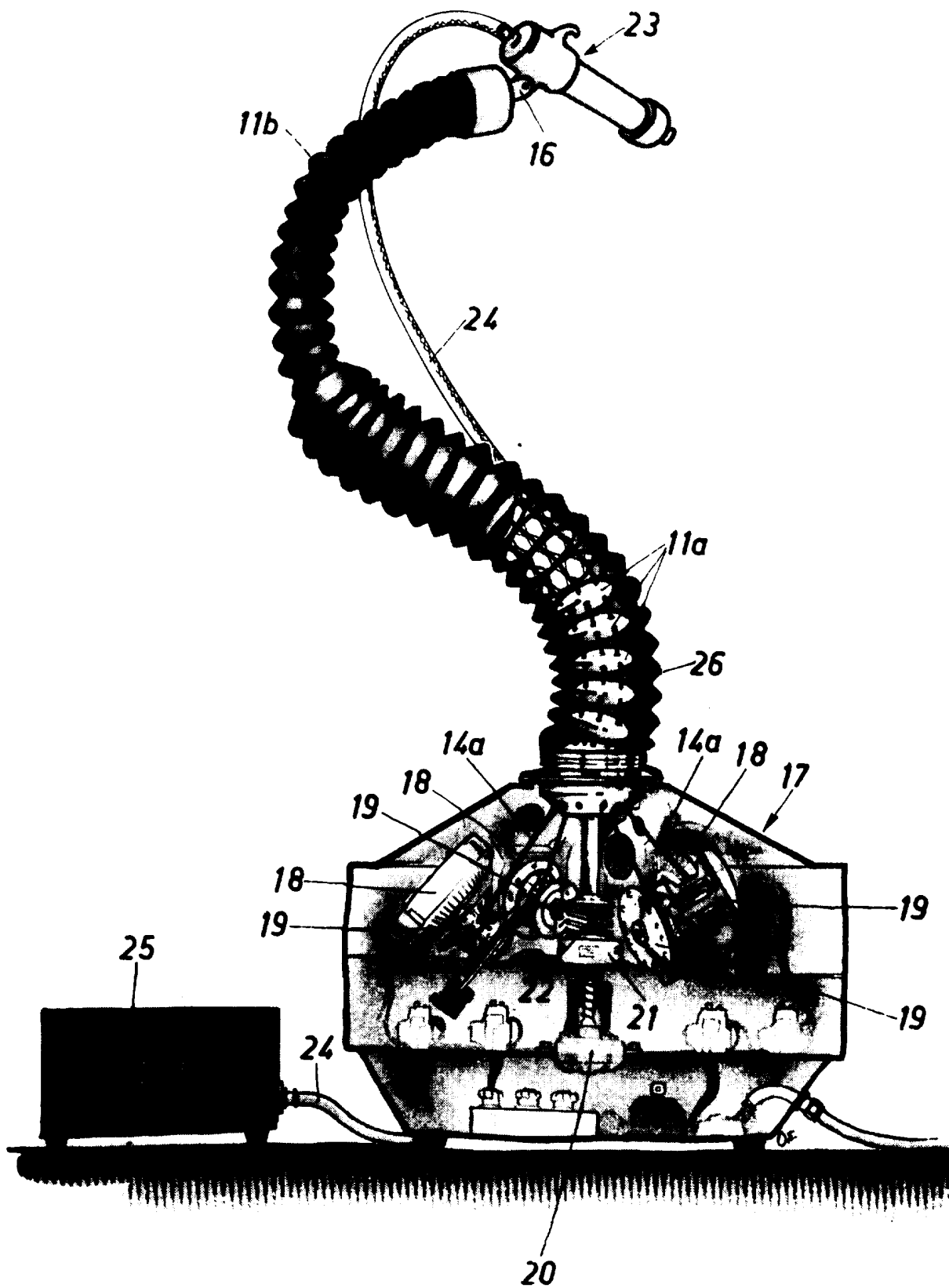


FIG. 5

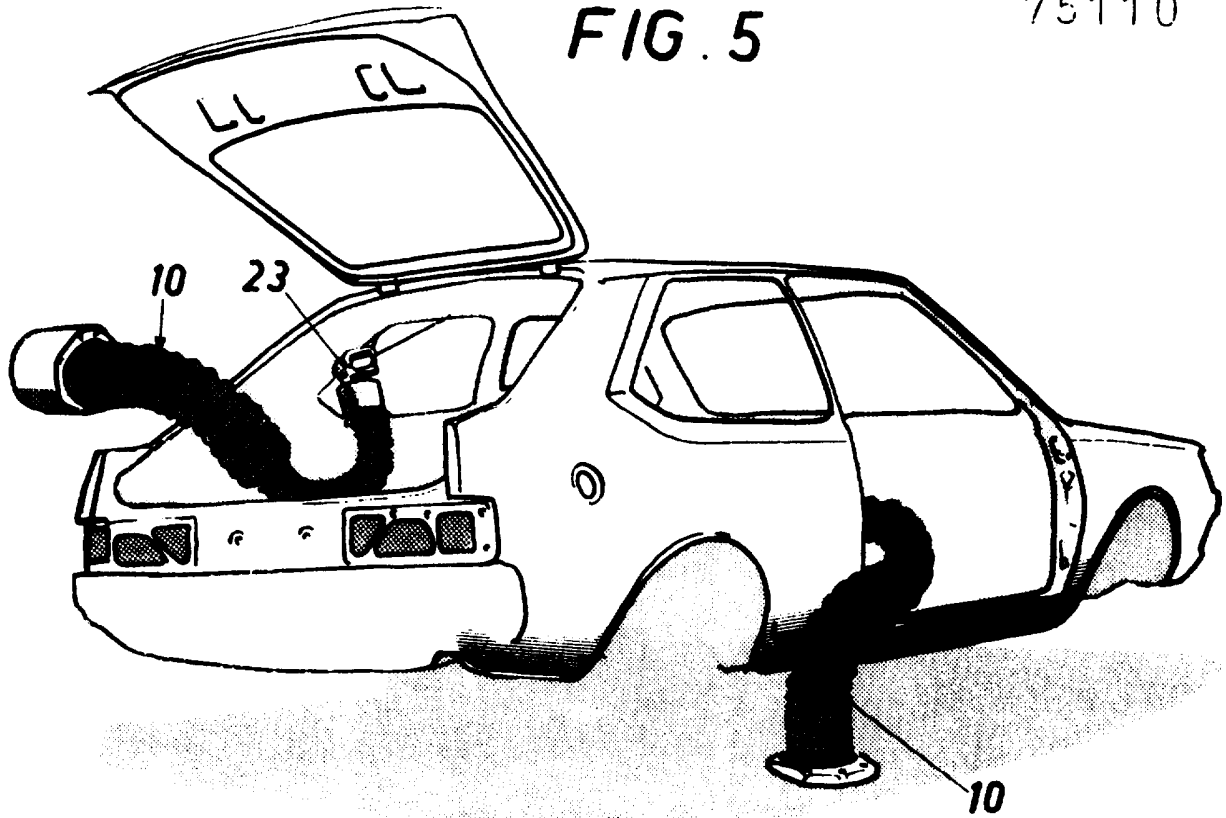


FIG. 9

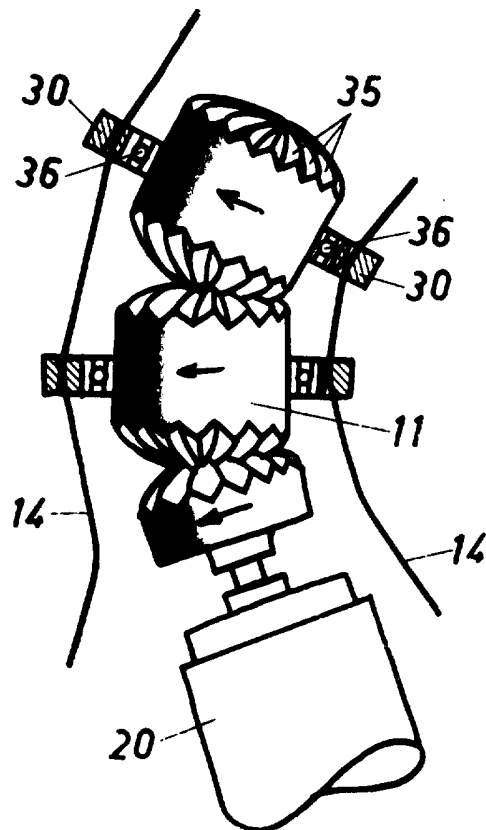


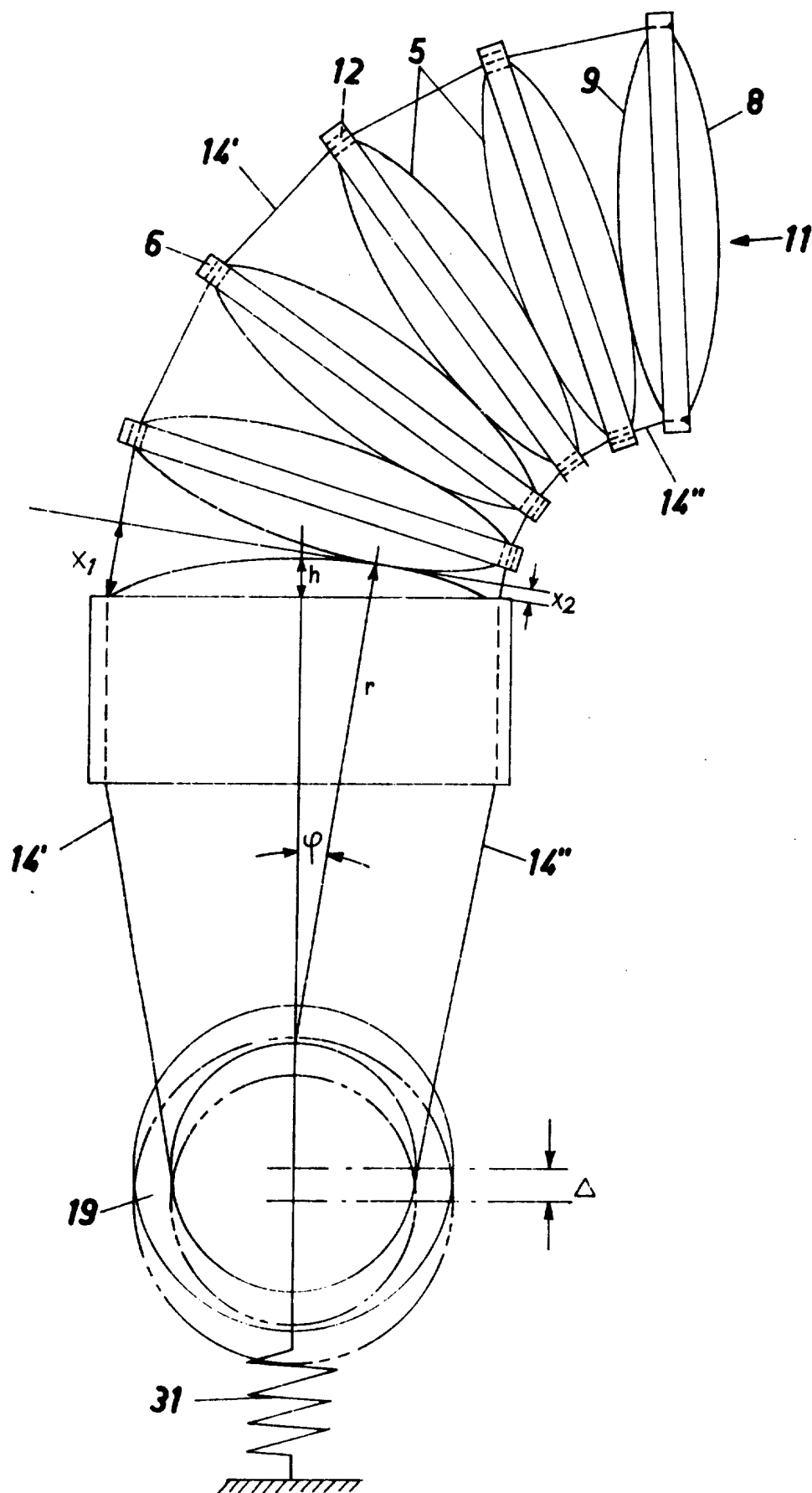
FIG. 6

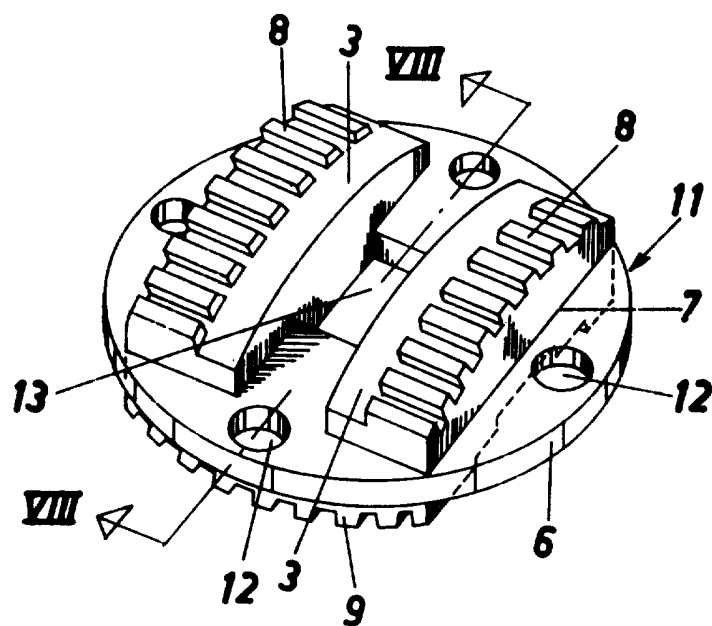
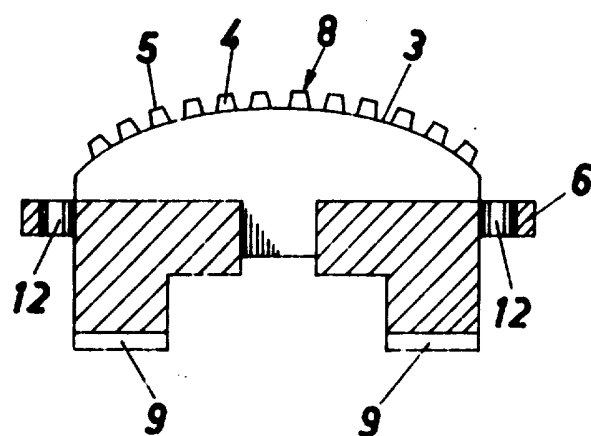
FIG. 7**FIG. 8**

FIG. 10

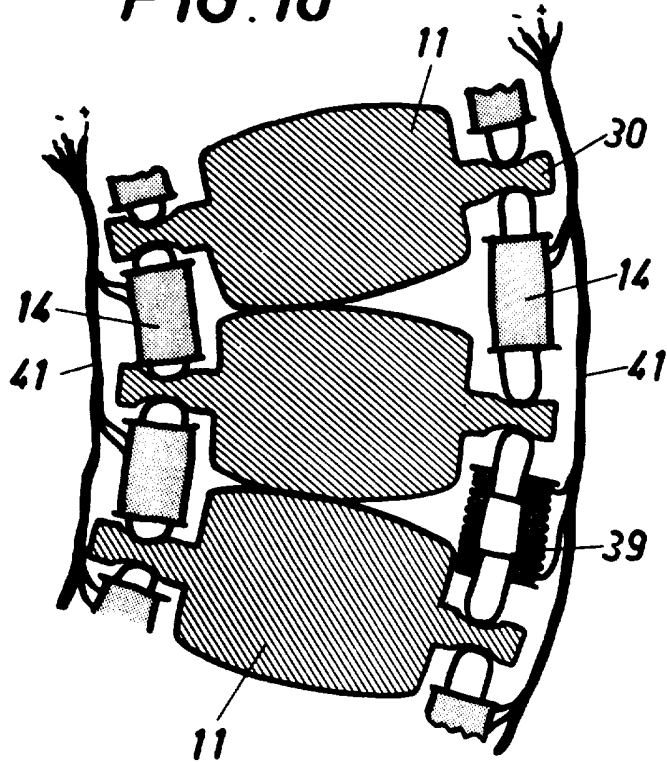


FIG. 11

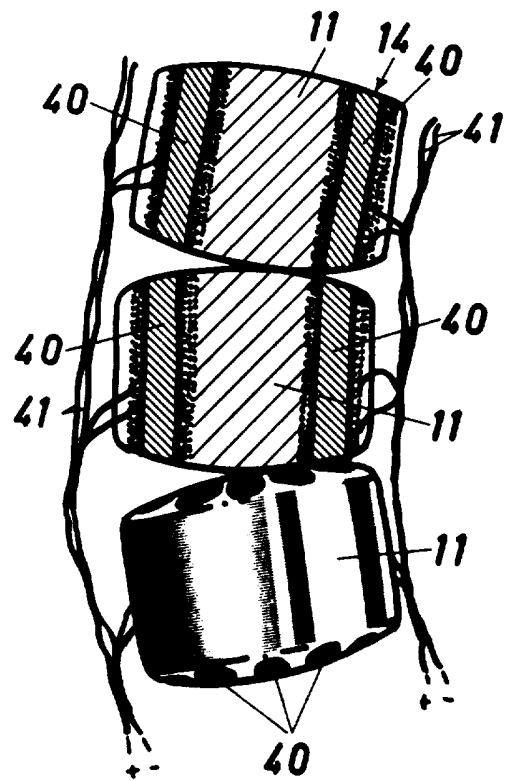


FIG. 12

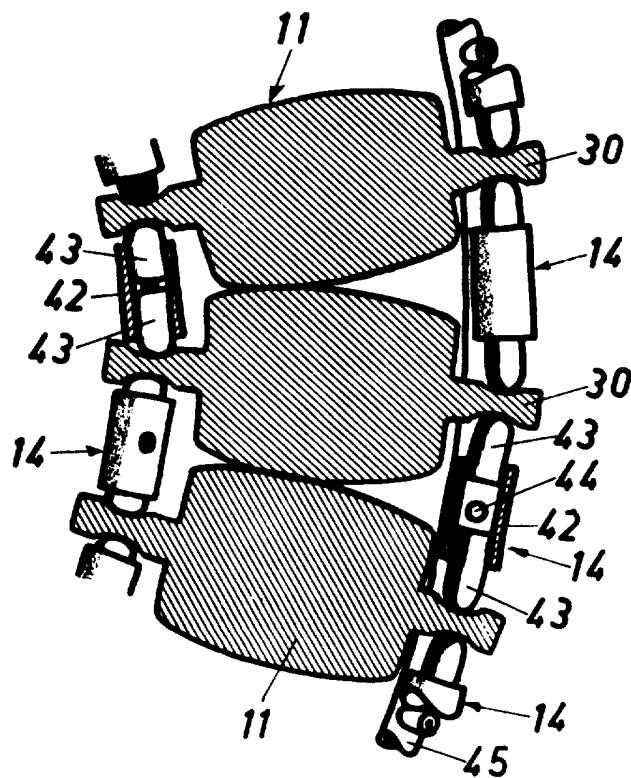
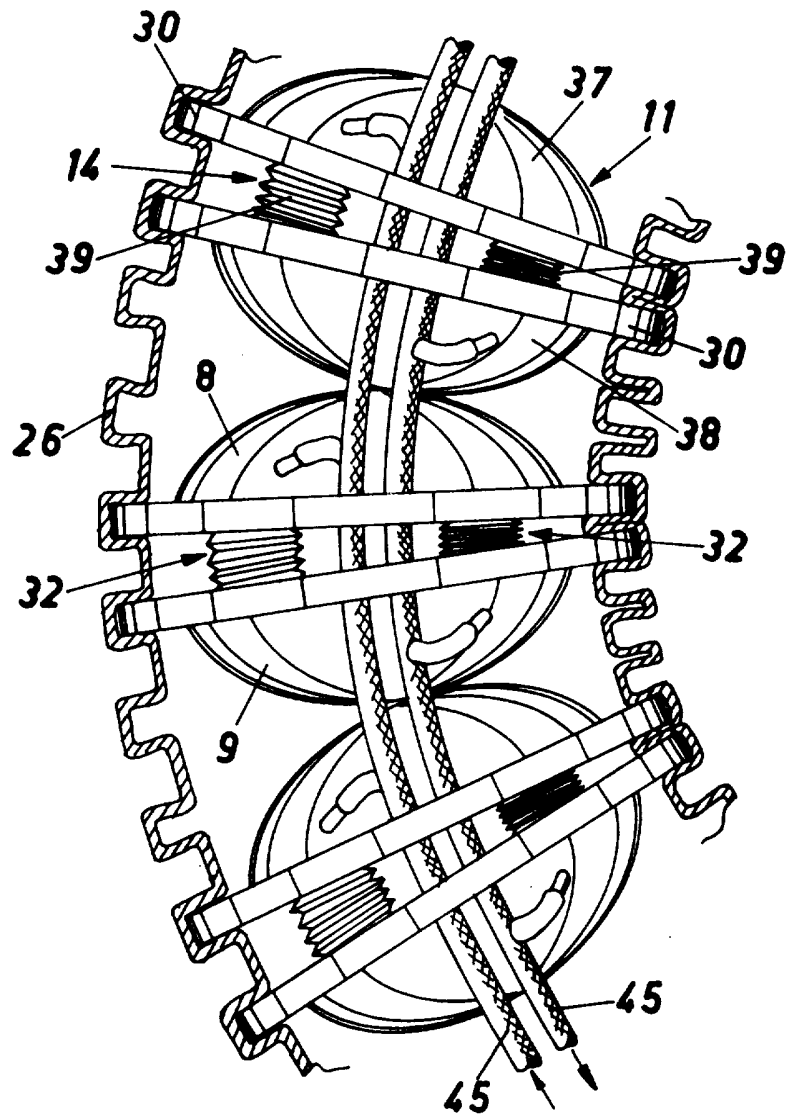


FIG. 13**FIG. 14**