(19) Bureau voor de Industriële Eigendom Nederland

(11) 1024089

(12) C OCTROOI[20]

(21) Aanvrage om octrooi: 1024089

(22) Ingediend: 12.08.2003

(51) Int.Cl.[7]
B23Q1/48, B23Q5/28, H02K41/03, B29C45/50

(41) Ingeschreven:
15.02.2005

(47) Dagtekening:
15.02.2005

(45) Uitgegeven:
01.04.2005 I.E. 2005/04

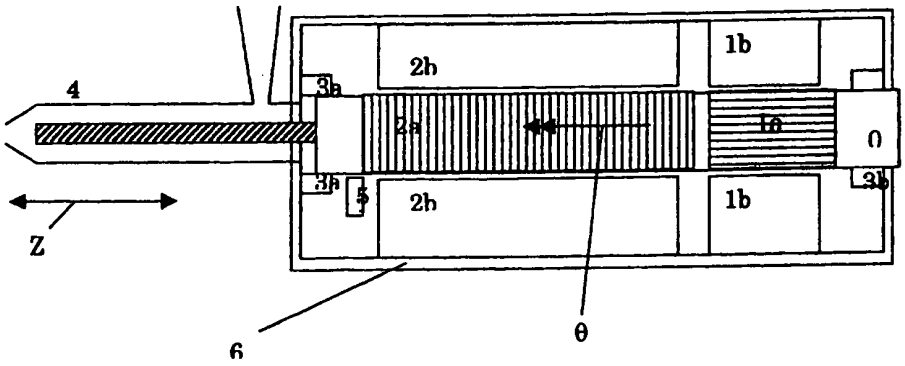
(73) Octrooihouder(s):
OTB Group B.V. te Eindhoven.

(72) Uitvinder(s):
Peter Briër te Eindhoven

(74) Gemachtigde:
Mr. Ir. A.W. Prins c.s. te 2508 DH Den Haag.

(54) **Z/O-manipulator, Z-manipulator en aandrijfeenheid.**

(57) Z/θ-manipulator voorzien van een huis waarin een aandrijfas is opgenomen, waarbij in het huis een stator van een lineaire actuator en een stator van een rotatieve actuator zijn gemonteerd waarbij op de as ter hoogte van de lineaire actuator een eerste magneetpakket is gemonteerd en waarbij op de aandrijfas ter hoogte van de rotatieve actuator een tweede magneetpakket is gemonteerd.



NL C 1024089

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekeningen.

Titel: Z/θ-manipulator, Z-manipulator en aandrijfeenheid

De uitvinding heeft betrekking op een Z/θ-manipulator, bijvoorbeeld voor aandrijving van de injectieschroef van een spuitgietmachine, voor de aandrijving van een bewerkingskop van een bewerkingsmachine, zoals bijvoorbeeld een freesmachine, voor de aandrijving van de verplaatsing van de beweegbare malhelft van een spuitgietmachine, of voor de aandrijving van een as van manipulator, zoals bijvoorbeeld een robot.
Een Z/θ-manipulator kan aan een as zowel een translatie- als een rotatiebeweging opleggen. Dergelijke manipulatoren zijn bijvoorbeeld beschreven in DE-39 38 353 C2, CH-586 583, US-4,730,503 of uit het handboek Constructieprincipes voor het nauwkeurig bewegen en positioneren (M.P. Koster;.Uitgeverij Universiteit Twente, blz. 214-215). Ook voor de aandrijving van de injectieschroeven is een groot aantal verschillende elektrische Z/θ-manipulatoren bekend. Daartoe zij bijvoorbeeld gewezen op EP-B-1 083 036 en EP-A-1 215 029.

Een bezwaar van deze bekende Z/θ-manipulatoren is dat er altijd een mechanisch overbrengingsmechanisme aanwezig is tussen de rotoren van de elektromotoren en de aan te drijven as op bewerkingskop. Veelal worden daarvoor kogelomloopmoeren of dergelijke elementen toegepast. Het bezwaar van dergelijke overbrengingen is dat deze energie verbruiken, niet voor translatie en rotatie het volle vermogen beschikbaar hebben, aan slijtage onderhevig zijn en bovendien kostbaar zijn.

De uitvinding beoogt een Z/θ-manipulator zonder de hierboven opgesomde nadelen.

Hiertoe verschaft de uitvinding een manipulator die is voorzien van een huis waarin een aandrijfas is opgenomen, waarbij in het huis een stator van

een lineaire actuator en een stator van een rotatieve actuator zijn gemonteerd waarbij op de as ter hoogte van de lineaire actuator een eerste magneetpakket is gemonteerd en waarbij op de aandrijfas ter hoogte van de rotatieve actuator een tweede magneetpakket is gemonteerd.

Ter verduidelijking van de uitvinding zal thans aan de hand van de tekening een aantal mogelijke uitvoeringen van de uitvinding worden beschreven.

Figuur 1 toont een langsdoorsnede-aanzicht van een Z/θ-manipulator die een injectieschroef van een spuitgietmachine aandrijft;
figuur 2 toont een dwarsdoorsnede-aanzicht van de manipulator uit figuur 1;
figuur 3 toont schematisch de mogelijke opstelling van de sensoren
figuur 4 toont schematisch een uitvoeringsvoorbeeld van aandrijfmodulen met geïntegreerde spoelen en vermogenselektronica.
figuren 5 en 6 tonen een tweetal H-brugschakelingen;
figuur 7 toont een combinatie van H-brug modules met stuurelektronica en een gemeenschappelijke stuurleiding;
figuur 8 toont een combinatie van H-brug modules met een 'tussen schakelaar' voor het selectief serie of parallel schakelen van groepen spoelen;
figuur 9 toont schematisch een toepassing van geïntegreerde aandrijfmodules rond de rotor van een motor;
figuur 10 toont schematisch een toepassing van geïntegreerde aandrijfmodules in een plat vlak; en
figuur 11 toont een rotatie/translatie-eenheid met een schaakbordopstelling van de aandrijfmodules rond de aandrijfas.

Het in figuren 1 en 2 getoonde uitvoeringsvoorbeeld van de Z/θ-manipulator is weergegeven in een toepassing waarbij de Z/θ-manipulator een injectieschroef van een spuitgietmachine aandrijft. Typisch specificaties voor die toepassing zijn dat bij het roteren koppels van 10 tot 1000 Nm kunnen worden gegenereerd en toerentallen van 0.1 tot 3000 rpm. Voor het transleren dienen de te genereren krachten te liggen in het bereik van 10 tot 500 kN. Bij voorkeur ligt de lineaire slag in het bereik van 1 mm tot 500 mm en ligt de lineaire snelheid in het bereik van 0.1 mm/sec tot 10 m/sec, waarbij de positioneernauwkeurigheid ligt in het bereik van 1 um tot 0.1 mm.

De Z/θ-manipulator volgens de uitvinding heeft een mechanisch zeer eenvoudige opbouw met een minimum aan componenten. Hierbij zijn een aantal gebruikelijke problemen van extreem hoge kracht lineair motoren ondervangen (met name de magnetisch aantrekkingskracht tussen magneten en spoelen haaks op de aandrijfkracht, die een factor 10 tot 20 van de lineaire aandrijfkracht kan zijn, wat normaliter grote eisen aan de lagering stelt) verder zijn een aantal andere praktische bezwaren van deze constructie ondervangen met innovatieve oplossingen, o.a. ten aanzien van de thermische huishouding en vermogenselektronica,

In figuren 1 en 2 tonen:

0) een doorlopende as (mogelijk hol) met daarop de injectieschroef vast gemonteerd en waarop magneten zijn gemonteerd voor translatie (2a) en rotatie (1a).

1) een rotatieve actuator (1a= magneetpakket, 2a stator)

2) een lineaire actuator (1b=magneetpakket, 2b = stator)

3) 3a+3b, een lagering (θ+z vrijgegeven, alle andere vrijheidsgraden vastgelegd)

4) een barrel + een injectieschroef

5) een positieopnemer (rotatie + translatie, of afzonderlijk positie en rotatie opnemer)
6) een buitenhuis met waterkoeling (watermantel omheen)
7) een luchtspleet

Op een as (0) welke verbonden is met de plastificeerschroef, via een koppeling of schroefverbinding, zijn rondom magneten aangebracht, bijvoorbeeld geplakt. Deze zijn in 2 gebieden verdeeld: Een lineair actuator stuk (2a) en een rotatieactuator stuk (1a). Op 1a zijn de magneten geplaatst zoals op een normale brushless AC servomotor, om-en-om Noord/Zuid over de omtrek van de motor, en dit herhaald over een bepaalde afstand over de as. Typisch bijvoorbeeld 3 tot 30 herhalingen over de omtrek, over een lengte van 5 tot 500 cm. Het bijbehorende spoelendeel is ook gewikkeld zoals een standaard AC servomotor, met een aantal individueel aanstuurbare spoelen (polen), deze kunnen volgens een gebruikelijke 3 fase wikkeling uitgevoerd zijn, welke in een elektrische ster of driehoek aansluiting is uitgevoerd, of met een 2 fase aansluiting (2 polen individueel aan te sturen), of een aansturing met een hoger pooltal, met individuele aansturing van de polen (magnetisch flux per pool instelbaar).

Dit geheel kan, afhankelijk van de dimensionering bijv. 10 tot 1000 Nm koppel leveren op de as. De magneetbanen kenmerken zich doordat ze langer zijn dan het spoelendeel (stator), en wel minimaal de beoogde lineaire slag van de actuator, zodat over de volle lengte een onveranderde hoeveelheid koppel geleverd kan worden. Het kan echter ook mogelijk zijn dat de magneten deels onder de stator wegloopt zodat het te leveren koppel een functie is van de lineaire positie (Z) van de magneten t.o.v. het spoeldeel.

Op het lineaire actuator gebied (2a) zijn de magneten over de lengte as om-en-om noord/zuid geplaatst, zo vormen zij concentrische ringen om de omtrek met een gelijke magnetische oriëntatie. Het corresponderende spoelendeel (stator) is ook zo gevormd dat er zich om-en-om spoelen vormen over de lengte-as van de motor. Ook hier kan weer gebruik gemaakt worden van een gebruikelijke 3 fase aansturing, of een 2 fase, of een hoger aantal fasen (motor polen), met al dan niet individueel aan te sturen polen. Hij onderscheid zich echter van 'normale' vlakke lineaire motoren doordat hij zich rond de gehele omtrek uitstrekt. Dit elimineert grotendeels de radiale aantrekkingskrachten tussen de magneten en de spoelen, mits de magneten zich voldoende in het midden bevinden van de spoelen, hiervoor is een lagering nodig die minimaal even sterk is als de negatieve stijfheid die as met magneten vertegenwoordigt in het midden van spoelen.

De motor heeft een zeer groot aantal polen (magneetparen) en een hoge pooldichtheid om de beoogde lineaire kracht te kunnen leveren. De lengte en diameter is dusdanig (totaal magneetoppervlak) dat de beoogde kracht geleverd kan worden. Rotatie van de lineaire actuator om zijn as heeft geen gevolgen voor de lineaire kracht, aangezien de lineaire actuator cirkelsymmetrisch is opgebouwd.

De lagering zorgt voor het vastleggen van 4 vrijheidsgraden (X,Y,rho,theta in het vlak haaks op de as) en geeft 2 assen vrij: de rotatie as θ en de translatie-as Z.

Geschikte lageringen voor dit doel zijn bijvoorbeeld (maar niet beperkt tot): luchtlagering, hydrostatische lagering, hydrodynamische lagering, kogellagers, kogelkooien, glijlagering, kogelomloop lagering, "spline" assen, magnetische lagering, geplaatst op positie 3a en 3b of op een andere daarvoor geschikte plaats.

Eventueel kan de lageringsfunctie ook gelegd worden waar normaliter de luchtspleet bevind. Dit kan zijn in de vorm van een glijlager tussen de magneten en spoeldelen. De materialen van beide oppervlakten zijn dan zo gekozen dat deze de juiste tribologische eigenschappen en maat-toleranties hebben om zonder problemen op elkaar te lopen. Dit kan met behulp van gecoate oppervlakten welke een goede droogloop eigenschappen hebben, of met behulp van smeermiddelen. Een (eventueel beweegbare) tussenring van een (kunststof) materiaal die aan de ene zijde op de spoelen loopt, en op de andere zijde op de magneten kan ook gebruikt worden.

De magneten en spoelen kunnen ingegoten zijn in een gietmassa, en voorzien van bijvoorbeeld een RVS stalen mantel met zeer enge maattoleranties. De magneten kunnen ook direct in een composietconstructie of gietmassa ingebed zijn welke nauwkeurig bewerkt is, om zo op elkaar te kunnen lopen met voldoende levensduur. Eventueel kan er met hydrostatische druk een vloeistoffilm aangebracht worden tussen de magneten en de spoelen, of met behulp van perslucht een luchtfilm.

Een ander alternatief is het gebruik van kleine (niet magnetische, bijvoorbeeld kunststof of keramisch) kogels tussen de magneten en spoelen. Deze kunnen gearreteerd zijn in een kooi, of op andere wijze gelijkelijk verdeeld worden over de gehele omtrek en lengte van de as.

Voor de positiesensor kunnen 2 afzonderlijke sensoren gebruikt worden welke onafhankelijk de lineaire positie en rotatieve positie opnemen, maar dit kan ook een gecombineerde sensor zijn, welke een signaal afgeeft waaruit zowel de lineaire positie als de hoek te herleiden is. De gebruikte

meetmethode kan bijvoorbeeld magnetisch, inductief, optisch, capacitief of resistief zijn.

De constructie kan natuurlijk ook gespiegeld zijn, met vanaf de plastificeerschroef gezien eerst de rotatieactuator, en daarna de translatieactuator geplaatst wordt.

De uitvinding heeft tevens betrekking op een Z- of Z/θ-manipulator voorzien van een huis waarin een aandrijfas is opgenomen, waarbij in het huis althans een stator van een lineaire actuator en eventueel een stator van een rotatieve actuator is gemonteerd, waarbij op de as ter hoogte van de lineaire actuator een eerste magneetpakket is gemonteerd en waarbij eventueel op de aandrijfas ter hoogte van de eventuele rotatieve actuator een tweede magneetpakket is gemonteerd, waarbij de stator van de lineaire actuator is voorzien van een aantal individueel aanstuurbare spoelen die verdeeld rond de omtrek en over de lengte van de stator zijn aangebracht, waarbij sensoren zijn voorzien voor het waarnemen van de positie van de aandrijfas en waarbij een besturing is voorzien voor het aansturen van de spoelen, zodanig dat deze de vrijheidsgraden X,Y, rho en theta op de as dynamisch vastleggen (closed loop magnetic bearing).

Het statordeel van de lineaire actuator kan opgebouwd zijn uit een aantal individueel aanstuurbare spoelen rond de omtrek en over de lengte. Wanneer het systeem uitgerust wordt met minimaal 4 afstandssensoren (2 onder 90 graden, gemonteerd bij punt 3a en 3b) kunnen de spoelen zo geactueerd worden dat ze vrijheidsgraden X,Y, rho en theta op de as dynamisch vastleggen (closed loop magnetic bearing). Voor de dynamisch magnetische lagering kunnen afzonderlijke spoelen gebruikt worden met enkel het doel het uitvoeren van de lagering. Anderzijds is het ook mogelijk dat dezelfde spoelen zowel worden gebruikt voor de aandrijving als de

lagering. Van belang is dat de aandrijfspoelen onafhankelijk van elkaar zijn uitgevoerd en zowel over de rotatieas als de translatieas over de omtrek en de lengte van de stator afzonderlijk aanstuurbaar zijn.
Meer sensoren kunnen toegevoegd worden op verschillende plekken rond de omtrek om een betere meting van de afstand te kunnen doen, en ook onrondheden op te kunnen vangen. De sensoren kunnen b.v. van het magnetische, optische of capacitatieve type zijn (b.v. eddy current sensoren, laser afstandssensoren etc). Evt. kunnen nog hulplagers gebruikt worden voor noodloop (starten en stoppen van systeem) maar tijdens gebruik hangt de as geheel vrij in de lucht, dus er is geen slijtage van lageringen. Dit geeft een verregaande vereenvoudiging van de mechanische uitvoering van de lagering, ten koste van een grotere complexiteit van de regeling. Dit leidt echter wel tot een overall kostenreductie en een optimalere uitvoering van het systeem.

Figuur 3 toont schematisch de mogelijke opstelling van de sensoren, waarbij van voorzijde as gezien: Sensoren X,Y, aan achterzijde as: sensoren X', Y' zijn weergegeven. In figuur 3 geldt het volgende:
Verplaatsing X = X
Verplaatsing Y = Y
Hoek rho = (X-X') / L
Hoek theta = (Y-Y')/L
Waarbij L = afstand over de as van X,Y naar X', Y'.

Verder heeft de uitvinding betrekking op een aandrijfeenheid, zoals bijvoorbeeld een rotatiemotor danwel een Z- of Z/θ-manipulator volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de aandrijfeenheid is voorzien van een actuator met een stator en een beweegbaar opgesteld magnetenpakket bestemd voor samenwerking met de stator en verbonden met een aan te drijven deel, zoals bijvoorbeeld een aandrijfas, waarbij de stator een aantal

spoelen omvat, waarbij elke spoel direct gekoppeld is met een vermogensdriver, waarbij een centrale besturing de vermogensdrivers voorziet van een, bij voorkeur digitaal stuursignaal, welk stuursignaal een gewenste stelwaarde voor de betreffende spoel representeert.

Een dergelijke aandrijfeenheid beschikt over een compacte aansturing en kan worden toegepast voor het verschaffen van een dynamische lagering. Voor bovenbeschreven Z-, Z/θ-manipulatoren, maar ook voor andere complexe magneetaansturingen van aandrijfeenheden, zoals bijvoorbeeld een elektromotor die slechts een rotatie genereert, is het zinvol de spoel direct te combineren met de vermogenselektronica. Hierdoor kan bekabeling verkort en vereenvoudigd worden. Tevens kan het verliesvermogen makkelijker weggekoeld worden, aangezien hier al waterkoeling aanwezig is. Wanneer een groot aantal individueel aan te sturen spoelen nodig zijn (bijvoorbeeld voor dynamisch lagering) kan het zijn dat er 10 tot 100 individueel aan te sturen spoelen nodig zijn, daar zijn dan normaliter veel te veel kabels voor nodig om nog praktisch te zijn, de bijhorende stekkering en bekabeling is te volumineus om praktisch uitvoerbaar te zijn. Tevens is met deze methode redundante elektronica te maken. Indien bijvoorbeeld per motor pool 100 individuele aanstuurtrappen en spoelen gerealiseerd worden, dan leidt de uitval van 1 stuurtrap en/of spoel maar tot 1% vermogensreductie van de gehele motor. Een schematische weergave van een uitvoeringsvoorbeeld van een dergelijke aandrijving is weergegeven in figuur 4. In figuur 4 tonen:

1 gemeenschappelijke heat sink

2 PWM stroom driver

3 spoel

4 gelijkstroomvoedingslijn

5 besturingssignaalbus

De ontwikkeling in hedendaagse vermogenselektronica (miniaturisering en kostprijsreductie) maakt een uitvoering zoals hier voorgesteld kosteneffectief mogelijk. De uitgevoerde spoelen met elektronica kunnen al vanaf minder dan 1 cm3 gerealiseerd worden.

Als belangrijkste verdienste van de uitvinding geldt echter een reducering van de bekabeling naar de motor tot 1 voedingskabel (typisch een constante gelijksspanning) en een stuursignaal (typisch een digitaal stuursignaal via een beperkt aantal signaalleidingen of optische verbinding). Daarbij komen nog eventuele additionele terugkoppelsignalen van de motor (positiesensoren, temperatuursensoren etc).

Deze oplossing kenmerkt zich door de verregaande integratie van spoel en vermogensregelaar en het gebruik van een gedeelde koelmantel voor vermogenselektronica en spoel. Hij is met name geschikt voor situaties waar grote hoeveelheden individuele spoelen bestuurd moeten worden of wanneer er significante vermogens geschakeld moeten worden.

Alle vermogenselektronica wordt gevoed met een gemeenschappelijke spanningsbus. Deze voorziet in een constante spanning. Verder wordt er een stuursignaal naar alle vermogensdrivers gestuurd waarin digitaal het gewenste stelwaarde voor alle individuele spoelen doorgegeven wordt. Hier wordt met voldoende snelheid (typisch 100 keer tot 100000000 keer per seconde) een nieuw stelsignaal in digitale vorm (1 bits tot 32 bits) voor alle individuele spoelen doorgegeven, waarbij dit stelsignaal bijvoorbeeld een gewenste stroom is voor de gegeven spoelen. Deze stroom wordt dan door een 4 quadranten stroomregelaar bij de spoel gerealiseerd. Deze werkt verder volledig autonoom, en kan uitgevoerd zijn met een digitale PID regelaar met PWM (pulse width modulatie) stuurtrap, of analoge (lineaire) stroomregelaar, afhankelijk van de verwachte stromen en vermogens en

gewenste lineairiteit en dynamiek. In zijn simpelste vorm is het stelsignaal alleen een 1 of 2 bits signaal AAN/UIT, VOORUIT/ACHTERUIT welke direct doorgestuurd wordt naar een z.g. H-brug schakeling (zie figuren 4 en 5). Figuur 4 toont een normale H-brug schakeling en figuur 5 toont een H-brug schakeling met stuurelektronica. De genoemde stelwaarde wordt dan aangenomen door de schakelaars van de H-brug. Het gewenste stelsignaal kan echter ook een andere te sturen grootheid in de spoel zijn (snelheid van magnetische fluxverandering, spanning op spoel, etc.). De regelaar kan voorzien zijn van locale sensoriek, zoals bijvoorbeeld een magnetische veldsterkte sensor, stroomsensor of spanningssensor of combinatie daarvan. Eventueel kan er retoursignaalleiding voorzien worden waarmee actuele waarden of de status van de vermogensdrivers aan een bovengelegen besturing teruggemeld wordt (actuele spanning, stroom, temperatuur etc).

Afhankelijk van de uitvoeringsvorm kunnen alle regelaars op een individuele stelwaarde werken, of kan het geheel zo uitgevoerd worden dat er meerdere groepen regelaars zijn die gezamenlijk op eenzelfde stelwaarde regelen (parallelschakeling van regelaars).

Het geheel van metaal, spoelen en vermogenselektronica kan samen ingegoten zijn in een gietmassa, of anderszins geassembleerd om de thermische weerstand van zowel de spoel als de vermogenselektronica naar de gemeenschappelijke koelplaat te optimaliseren. De gemeenschappelijke koelvin is bij voorkeur een watergekoelde mantel.

Schakeling

Figuur 7 toont een combinatie van H-brug modules met stuurelektronica en een gemeenschappelijke stuurleiding. Een groot aantal modules kunnen zo achter elkaar geschakeld worden, met zeer beperkte onderlinge bekabeling.

De H-brug controller kan uitgevoerd zijn in een ASIC welke slechts enkele mm2 silicium benodigd. De H-brug schakelaars kunnen uitgevoerd zijn als transistor, FET, IGBT of ieder andere vorm van halfgeleider schakelaar. Eventueel kunnen schakelaar en H-brug controller, en/of digitale PID en PWM regelaar op dezelfde IC ondergebracht worden. Additionele componenten kunnen noodzakelijk zijn voor correcte werking van dit principe schema (weerstanden, condensatoren, diodes e.d.).

Figuur 8 toont een combinatie van H-brug modules met een 'tussen schakelaar' voor het selectief serie of parallel schakelen van groepen spoelen, om zo dynamisch te kunnen kiezen voor hoge spanning (parallel schakeling op de DC bus, S3 open van alle modules) of hoge stroom (serie schakeling, S3 gesloten) voor alle spoelen. Hiermee kan een groter bereik van te realiseren snelheden en krachten van de actuator worden afgedekt.

Figuur 9 toont een toepassing van bovenstaand beschreven modules rond de rotor van een motor. Het grijze gedeelte toont de watermantel en de blokken representeren een spoel + driver-samenstel.

De vinding kan ook in een plat vlak uitgevoerd worden, hetgeen is weergegeven in figuur 10.

Toepassing van 9 modules op '1 dimensionale' lineair motor. De watermantel bevindt zich onder de drivermodules. Deze 9 modules kunnen in 2 groepen van 3 geschakeld worden om een 3 fase aansturing te maken.

Op eenzelfde manier is het mogelijk een twee dimensionale lineaire motor te maken (schaakbord).

Toepassing van rotatie/translatie eenheid met een dergelijke schaakbordopstelling van de modules is weergegeven in figuur 11.
In figuur 11 tonen:
1b deel voor translatie of rotatie
2a rotor met om en om gepolariseerde magneten
2b deel voor rotatie of translatie
3 hulplagers

Het is mogelijk om de statordelen 1b en 2b te integreren in de rotatie en translatie door middel van de aansturing van de afzonderlijke spoelen in de stator te realiseren.

CONCLUSIES

1. Z/θ-manipulator voorzien van een huis waarin een aandrijfas is opgenomen, waarbij in het huis een stator van een lineaire actuator en een stator van een rotatieve actuator zijn gemonteerd waarbij op de as ter hoogte van de lineaire actuator een eerste magneetpakket is gemonteerd en waarbij op de aandrijfas ter hoogte van de rotatieve actuator een tweede magneetpakket is gemonteerd.

2. Z/θ-manipulator volgens conclusie 1, waarbij de magneetpakketten zich symmetrisch rondom de aandrijfas uitstrekken, zodanig dat de magnetische aantrekkingskrachten tussen de statoren en de magneten in radiale richting elkaar in hoofdzaak opheffen.

3. Z/θ-manipulator volgens conclusie 1, waarbij het huis is voorzien van een watergekoelde mantel.

4. Z/θ-manipulator volgens conclusie 1, waarbij in het tweede magneten pakket de magneten zijn geplaatst zoals op een normale brushless AC servomotor, om-en-om Noord/Zuid over de omtrek van de motor, en dit herhaald over een bepaalde afstand over de as., meer in het bijzonder bijvoorbeeld 3 tot 30 herhalingen over de omtrek, en bijvoorbeeld over een lengte van 5 tot 500 cm.

5. Z/θ-manipulator volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de stator van de rotatieve actuator spoelen omvat die zijn gewikkeld zoals een standaard AC servomotor, met een aantal individueel aanstuurbare spoelen (polen), bijvoorbeeld volgens een gebruikelijke 3 fase wikkeling welke in een elektrische ster of driehoek aansluiting is uitgevoerd, of met een 2 fase aansluiting (2 polen individueel aan te sturen), of een aansturing met een hoger pooltal, met individuele aansturing van de polen, waarbij bij voorkeur de magnetisch flux per pool instelbaar is.

6. Z/θ-manipulator volgens één der voorgaande conclusies, waarbij in het eerste magnetenpakket van de lineaire actuator de magneten over de lengte as om-en-om noord/zuid geplaatst, in de vorm van concentrische ringen om de omtrek van de as met een gelijke magnetische oriëntatie.

7. Z/θ-manipulator volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de stator van de lineaire actuator is voorzien van spoelen die opeenvolgend over de lengte-as van de manipulator zijn opgesteld, waarbij de aansturing van de spoelen bijvoorbeeld een 3 fase-, of een 2 fase-, of een hoger aantal fasen (motor polen)-aansturing is, met al dan niet individueel aan te sturen polen.

8. Z/θ-manipulator volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de lagering voor de aandrijfas is gevormd door bijvoorbeeld luchtlagering, hydrostatische lagering, hydrodynamische lagering, kogellagers, kogelkooien, glijlagering, kogelomloop lagering, "spline" assen, magnetische lagering.

9. Z- of Z/θ-manipulator voorzien van een huis waarin een aandrijfas is opgenomen, waarbij in het huis althans een stator van een lineaire actuator en eventueel een stator van een rotatieve actuator is gemonteerd, waarbij op de as ter hoogte van de lineaire actuator een eerste magneetpakket is gemonteerd en waarbij eventueel op de aandrijfas ter hoogte van de eventuele rotatieve actuator een tweede magneetpakket is gemonteerd, waarbij de stator van de lineaire actuator is voorzien van een aantal individueel aanstuurbare spoelen die verdeeld rond de omtrek en over de lengte van de stator zijn aangebracht, waarbij sensoren zijn voorzien voor het waarnemen van de positie van de aandrijfas en waarbij een besturing is voorzien voor het aansturen van de spoelen zodanig dat deze de vrijheidsgraden X,Y, rho en theta op de as dynamisch vastleggen (closed loop magnetic bearing).

10. Z- of Z/θ-manipulator volgens conclusie 9, waarbij meer de sensoren ten minste vier afstandsensoren omvatten.

11. Z- of Z/θ-manipulator volgens conclusie 10, waarbij meer dan vier afstandssensoren zijn opgesteld op verschillende posities rond de omtrek van de as om een nauwkeuriger meting van de afstand te kunnen doen en ter compensatie van onrondheden.

12. Z- of Z/θ-manipulator volgens één der conclusies 9-11, waarbij de sensoren bijvoorbeeld van het magnetische, optische of capacitatieve type zijn (b.v. eddy current sensoren, laser afstandssensoren etc).

13. Z- of Z/θ-manipulator volgens één der conclusies 9-12, waarbij nog een hulplagering aanwezig is ten behoeve van noodloop of tijdens het starten en stoppen van de bekrachtiging.

14. Z/θ-manipulator volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de stator van de rotatieve actuator en de stator van de lineaire actuator in elkaar zijn verweven doordat daartoe gebruik wordt gemaakt van een enkele set, onafhankelijk van elkaar aanstuurbare spoelen.

15. Z/θ-manipulator volgens één der voorgaande conclusies, waarbij het magneetpakket van de lineaire actuator en het magneetpakket van de rotatieve actuator in elkaar zijn verweven doordat daartoe gebruik wordt gemaakt van afzonderlijk aanstuurbare, zowel over de omtrek als in lengterichting verdeeld aangebrachte magneten, waarbij de naburige magneten tegengestelde polen hebben.

16. Z/θ-manipulator volgens conclusies 15, waarbij de magneten in een schaakbordconfiguratie zijn aangebracht, waarbij het schaakbord rond de aandrijfas tot een cilinder is gevormd.

17. Aandrijfeenheid, zoals bijvoorbeeld een rotatiemotor danwel een Z- of Z/θ-manipulator volgens één der voorgaande conclusies, waarbij de aandrijfeenheid is voorzien van een actuator met een stator en een beweegbaar opgesteld magnetenpakket bestemd voor samenwerking met de stator en verbonden met een aan te drijven deel, zoals bijvoorbeeld een aandrijfas, waarbij de stator een aantal spoelen omvat, waarbij elke spoel direct gekoppeld is met een vermogensdriver, waarbij een centrale besturing

de vermogensdrivers voorziet van een, bij voorkeur digitaal stuursignaal, welk stuursignaal een gewenste stelwaarde voor de betreffende spoel representeert.

18. Aandrijfeenheid volgens conclusie 17, waarbij de stelwaarde een gewenste stroom is voor de betreffende spoel.

19. Aandrijfeenheid volgens conclusie 17 of 18, waarbij de vermogensdriver een 4-quadranten stroomregelaar omvat.

20. Aandrijfeenheid volgens één der conclusies 17-19, waarbij de vermogensdriver is voorzien van een digitale PID regelaar met PWM (pulse width modulatie) stuurtrap, of een analoge (lineaire) stroomregelaar.

21. Aandrijfeenheid volgens één der conclusies 17-20, waarbij de vermogensdriver is voorzien van lokale sensoren, zoals bijvoorbeeld een magnetische veldsterkte sensor, stroomsensor of spanningssensor of een combinatie daarvan.

22. Aandrijfeenheid volgens één der conclusies 17-21, waarbij een retoursignaalleiding is voorzien waarmee actuele waarden of de status van de vermogensdrivers aan de centrale besturing wordt teruggemeld.

23. Aandrijfeenheid volgens één der conclusies 17-22, waarbij de centrale besturing aan althans een aantal vermogensdrivers dezelfde stelwaarde opgeeft.

24. Aandrijfeenheid volgens één der conclusies 17-23, waarbij de spoelen en de vermogendrivers zodanig zijn geassembleerd, dat de warmteoverdracht naar een koelplaat, zoals bijvoorbeeld een watergekoelde mantel, optimaal is.

25. Aandrijfeenheid volgens conclusie 24, waarbij de spoelen en vermogensdrivers zijn ingegoten in een gietmassa.

26. Aandrijfeenheid, Z- of Z/θ-manipulator manipulator zoals beschreven in de hiervoor gegeven beschrijving en zoals afgebeeld in één van de hierin opgenomen figuren.

27. Aandrijfeenheid volgens één der conclusies 17-26, waarbij de spoelen en het magneetpakket zich in één vlak uitstrekken en slechts een bewegingsmogelijk in één dimensie (richting) verschaffen, bijvoorbeeld doordat de magneetpakketten slechts in die richting afwisselend zijn gepoold en doordat de spoelen slechts in die betreffende richting onafhankelijk van elkaar aanstuurbaar zijn.

28 Aandrijfeenheid volgens één der conclusies 17-26, waarbij de spoelen en het magneetpakket zich in één vlak uitstrekken en een bewegingsmogelijk in twee dimensies (twee richtingen) verschaffen, bijvoorbeeld doordat de magneetpakketten in beide richtingen afwisselend zijn gepoold en doordat de spoelen in beide richtingen onafhankelijk van elkaar aanstuurbaar zijn.

29. Aandrijfeenheid volgens conclusie 28, waarbij althans de magneetpakketten een schaakbordconfiguratie hebben, waarbij de naburige magneten in twee richtingen om en om zijn gepoold.

30. Spuitgietmachine voorzien van een injectieschroefaandrijving met behulp van een Z/θ-manipulator volgens één der conclusies 1-16 dan wel een aandrijfeenheid in de vorm van een Z/θ-manipulator volgens één der conclusies 17-26.

31. Spuitgietmachine voorzien van een spuitgietmal met ten minste één beweegbare spuitgietmal helft, waarbij ten minste één Z-manipulator volgens één der conclusies 9-16, dan wel ten minste één aandrijfeenheid in de vorm van een Z-manipulator volgens één der conclusies 17-26 is voorzien ten behoeve van het in Z-richting verplaatsen van de beweegbare spuitgietmalhelft.

32. Spuitgietmachine voorzien van een spuitgietmal met ten minste één beweegbare spuitgietmalhelft, waarbij ten minste één Z/θ manipulator volgens één der conclusies 1-16, dan wel ten minste één aandrijfeenheid in de vorm van een Z/θ -manipulator volgens één der conclusies 17-26 is

voorzien ten behoeve van het verplaatsen en roteren van de beweegbare spuitgietmalhelft

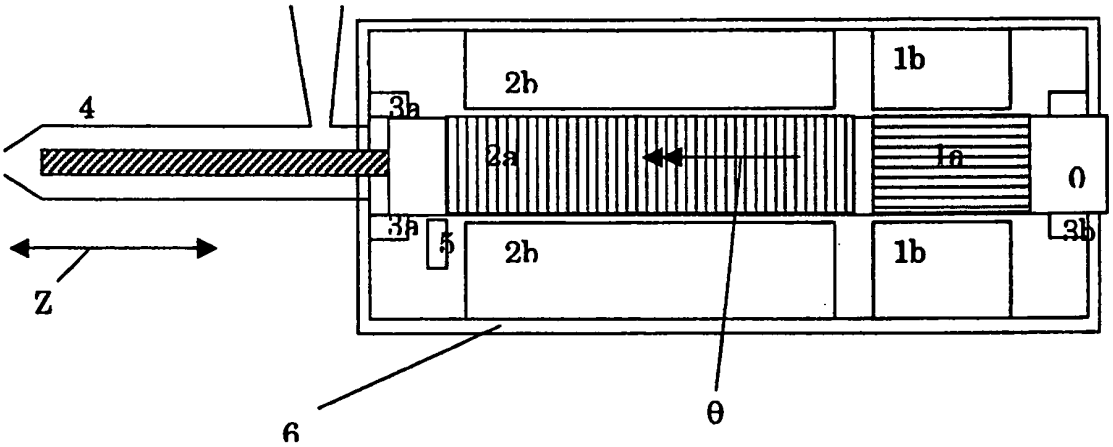


FIG. 1

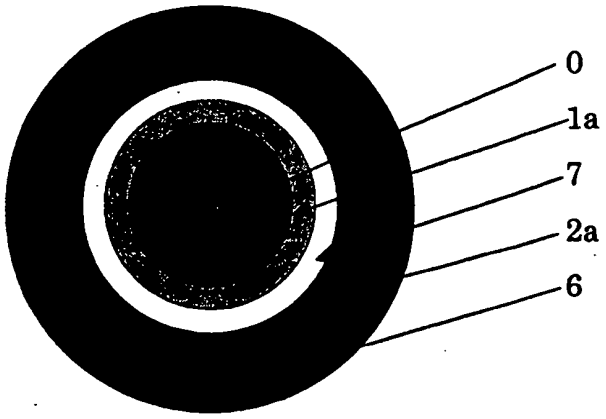


FIG. 2

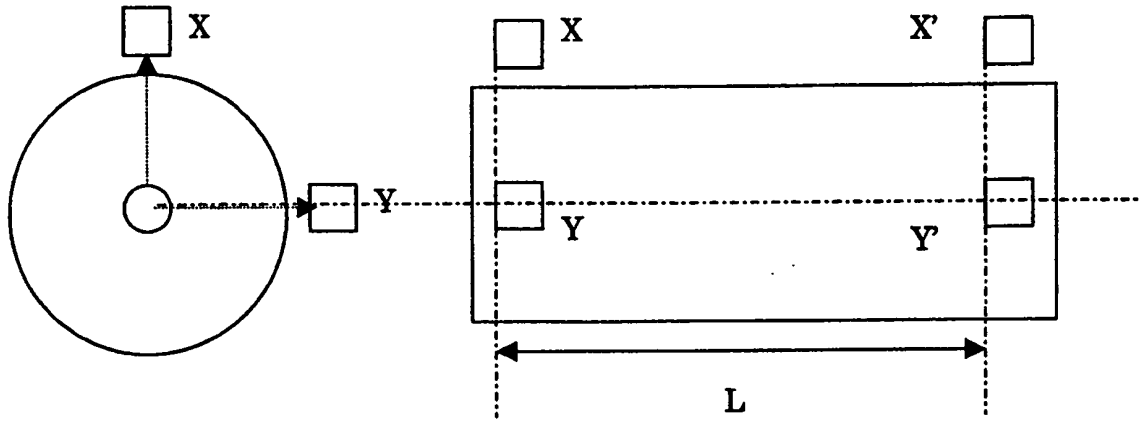


FIG. 3

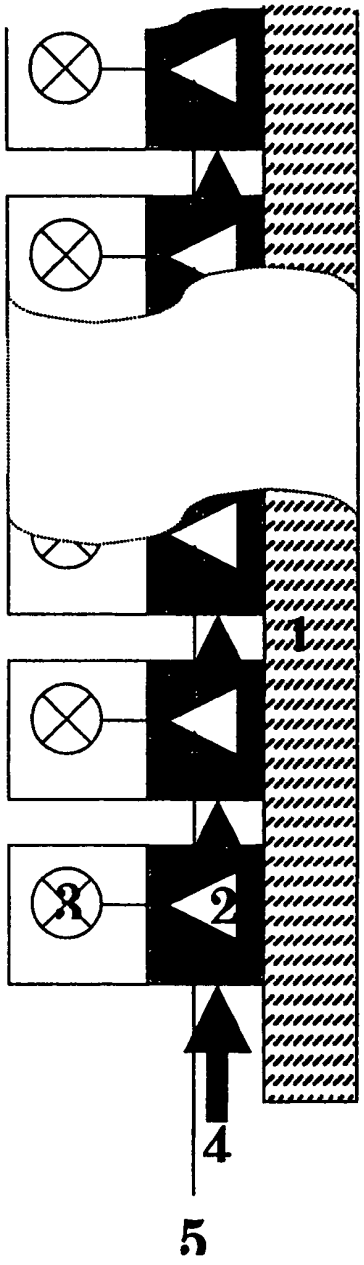


FIG. 4

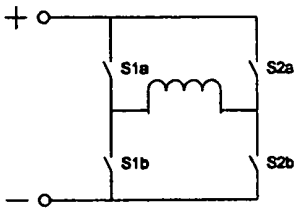


FIG. 5

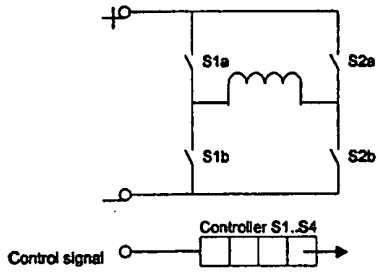


FIG. 6

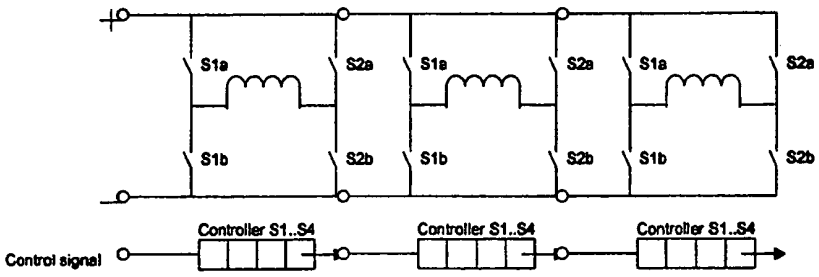


FIG. 7

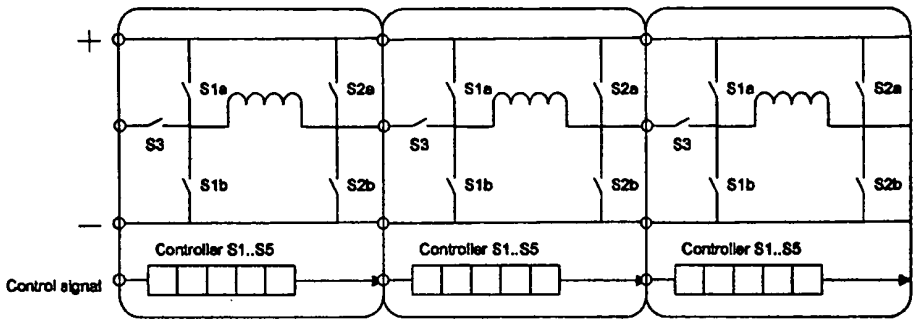


FIG. 8

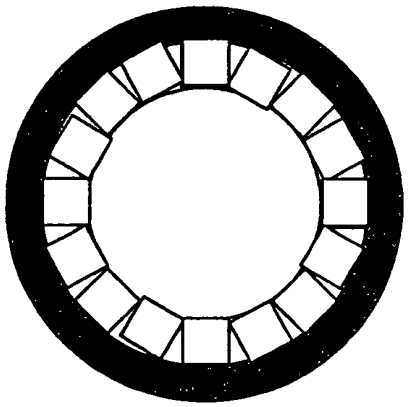


FIG. 9

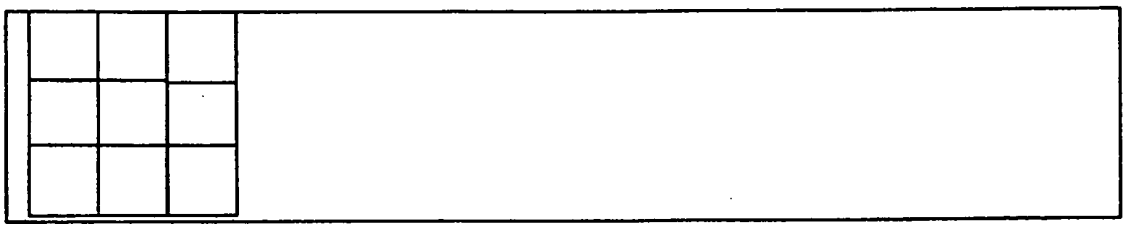


FIG. 10

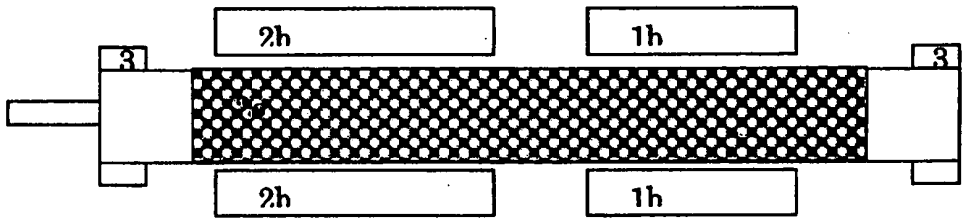


FIG. 11

SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)

RAPPORT BETREFFENDE NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFICATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	KENMERK VAN DE AANVRAGER OF VAN DE GEMACHTIGDE P65914NLOO
Nederlands aanvraag nr. 1024089	Indieningsdatum 12 aug. 2003
	Ingeroepen voorrangsdatum
Aanvrager (Naam) OTB Group B.V.	
Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type	Door de Instantie voor Internationaal Onderzoek (ISA) aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. SN42021NL

I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)

Volgens de internationale classificatie (IPC)
Int.Cl:B23Q1/48 B23Q5/28 H02K41/03 B29C45/50

II. ONDERZOCHTE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie

Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen
Int.Cl.7:	B23Q H02K B29C

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

III. ☐ GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad)

IV. ☐ GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad)

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek
NL 1024089

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
IPC 7 B23Q1/48 B23Q5/28 H02K41/03 B29C45/50

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHTE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
IPC 7 B23Q H02K B29C

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het internationaal nieuwheidsonderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)
EPO-Internal

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie °	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	US 6 215 206 B1 (CHITAYAT ANWAR) 10 April 2001 (2001-04-10) het gehele document ---	1-25, 27-29
X	DE 29 06 404 A (KOFINK SIEGFRIED DR ING) 28 Augustus 1980 (1980-08-28) het gehele document ---	1-14, 17-25,27
X	EP 0 482 321 A (IBM) 29 April 1992 (1992-04-29) het gehele document ---	1-25, 27-29
X	US 4 286 181 A (GUZMAN ADOLFO M ET AL) 25 Augustus 1981 (1981-08-25) het gehele document ---	1-14, 17-25,27
	-/--	

[X] Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

[X] Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

° Speciale categorieën van aangehaalde documenten

"A" document dat de algemene stand van de techniek weergeeft, maar niet beschouwd wordt als zijnde van bijzonder belang
"E" eerder document, maar gepubliceerd op de datum van indiening of daarna
"L" document dat het beroep op een recht van voorrang aan twijfel onderhevig maakt of dat aangehaald wordt om de publikatiedatum van een andere aanhaling vast te stellen of om een andere reden zoals aangegeven
"O" document dat betrekking heeft op een mondelinge uiteenzetting, een gebruik, een tentoonstelling of een ander middel
"P" document gepubliceerd voor de datum van indiening maar na de ingeroepen datum van voorrang
"T" later document, gepubliceerd na de datum van indiening of datum van voorrang en niet in strijd met de aanvrage, maar aangehaald ter verduidelijking van het principe of de theorie die aan de uitvinding ten grondslag ligt
"X" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet als nieuw worden beschouwd of kan niet worden beschouwd op inventiviteit te berusten
"Y" document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet worden beschouwd als inventief wanneer het document beschouwd wordt in combinatie met één of meerdere soortgelijke documenten, en deze combinatie voor een deskundige voor de hand ligt
"&" document dat deel uitmaakt van dezelfde octrooifamilie

Datum waarop het nieuwheidsonderzoek van internationaal type werd voltooid	Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek van internationaal type
14 April 2004	

Naam en adres van de instantie	De bevoegde ambtenaar
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Ljungberg, R

1

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek
NL 1024089

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	WO 02/089302 A (HEHL KARL) 7 November 2002 (2002-11-07) het gehele document ---	30-32
X	DE 199 20 626 A (HEHL KARL) 23 November 2000 (2000-11-23) het gehele document -----	30-32

1

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek
NL 1024089

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)		Datum van publicatie
US 6215206	B1 10-04-2001	US	6137195 A	24-10-2000
		US	5952744 A	14-09-1999
		US	5982053 A	09-11-1999
DE 2906404	A 28-08-1980	DE	2906404 A1	28-08-1980
EP 0482321	A 29-04-1992	US	5093596 A	03-03-1992
		EP	0482321 A1	29-04-1992
		JP	4229063 A	18-08-1992
		US	5315751 A	31-05-1994
US 4286181	A 25-08-1981	GEEN		
WO 02089302	A 07-11-2002	DE	10118420 A1	15-05-2003
		CA	2442754 A1	07-11-2002
		WO	02089302 A1	07-11-2002
		EP	1378046 A1	07-01-2004
DE 19920626	A 23-11-2000	DE	19920626 A1	23-11-2000
		AT	232446 T	15-02-2003
		CA	2368075 A1	16-11-2000
		DE	50001241 D1	20-03-2003
		WO	0067984 A1	16-11-2000
		EP	1175291 A1	30-01-2002
		JP	2002544003 T	24-12-2002