

ROBOT MET IN SERIE GESCHAKELDE DELTA SAMENSTELLEN

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een robot met een delta samenstel dat is voorzien van  
5 bestuurbare actuatoren, scharnierend op de bestuurbare actuatoren aangesloten armen die elk tenminste gedeeltelijk zijn opgebouwd met een parallellogram vormende scharnierbare elementen, en een scharnierend op voornoemde elementen aangrijpende effector.

10

De onderhavige uitvinding heeft voorts betrekking op een inrichting voorzien van poten ten behoeve van het voortbewegen van de inrichting, waarbij de poten zijn voorzien van voornoemde robot.

15

Een dergelijke robot is onder de naam delta robot bekend uit WO-87/03528. De bekende robot heeft een frame met drie onder 120 graden staande scharnierassen waaromheen armdelen scharnierbaar zijn. De armdelen hebben  
20 buitenwaarts scharnierende einden die zijn aangesloten op, een parallellogram vormende, parallelle scharnierbare elementen die draaibaar zijn aangesloten op een eind effector waarmee bijvoorbeeld onderdelen in de ruimte kunnen worden geplaatst, of producten of artikelen kunnen  
25 worden gemanipuleerd. Met behulp van een telescopische centrale arm is desgewenst de eind effector te verdraaien.

25

Nadeel van de bekende robot is de ruimte rondom waarop beslag wordt gelegd, met name als er aanzienlijke  
30 hoogteverschillen betrokken zijn bij het manipuleren met de robot.

30

Doel van de onderhavige uitvinding is het verschaffen van een verbeterde robot die een beperkter beslag op de  
35 omringende ruimte legt, zelfs als sprake is van

35

aanzienlijke met behulp van de robot te overbruggen afstanden of hoogteverschillen.

Daartoe heeft de robot overeenkomstig de uitvinding  
5 het kenmerk dat de robot ten minste één verder delta  
samenstel heeft dat is voorzien van scharnierend althans  
met voornoemde effector gekoppelde armen die elk tenminste  
gedeeltelijk zijn opgebouwd met een parallellogram vormende  
scharnierbare elementen, en een scharnierend op  
10 laatstgenoemde elementen aangrijpende eind effector.

Voordeel van de robot volgens de uitvinding is dat  
door het als het ware op elkaar plaatsen en daarbij op de  
beschreven wijze koppelen van meerdere delta samenstellen  
15 een slanke robot wordt verkregen waarvan diens eind  
effector grotere hoogteverschillen kan overbruggen bij een  
beperkter zijdelings ruimtebeslag. De robot volgens de  
uitvinding is en blijft, ook tijdens het door de eind  
manipulator overbruggen van relatief grote  
20 hoogteverschillen, slank doordat de achter elkaar -in de  
praktijk veelal boven elkaar- geplaatste delta samenstellen  
elk slechts een beperkt gedeelte van het eerdere benodigde  
beslag op de zijdelingse ruimte leggen. Dit is met name  
merkbaar als de eind effector omhoog wordt bewogen.

25 De robot volgens de onderhavige uitvinding kan  
overigens in alle richtingen verder bewegen dan de  
klassieke delta robot.

Voordeel is verder dat daardoor meerdere robots dan  
voorheen ongehinderd naast elkaar kunnen worden opgesteld  
30 en kunnen werken, waardoor op een beperktere ruimte toch  
meer en zelfs meer veeleisende hoogtemanipulaties met  
objecten, producten of artikelen kunnen plaats vinden.

Een uitvoeringsvorm van de robot heeft volgens de  
35 uitvinding het kenmerk dat de voornoemde delta samenstellen

een reeks van twee, drie of meer in serie geschakelde delta samenstellen vormen.

Voordeel van deze uitvoeringsvorm is dat deze meer ontwerp-vrijheid biedt, omdat het toepassen van meerdere  
5 seriële delta samenstellen een groter bereik koppelen aan een steeds smaller wordende robot, en andersom. Met voordeel zijn de actuatoren niet in alle armen geplaatst, maar alleen aan het begin bij het eerste delta samenstel, waardoor hoge snelheden van de robot volgens de uitvinding  
10 haalbaar blijven.

Een verdere uitvoeringsvorm van de robot heeft overeenkomstig de uitvinding het kenmerk dat de effector van het ene delta samenstel een ringvormig lichaam vormt  
15 waardoorheen het althans met dat lichaam verbonden schaarmechaniek steekt dat wordt gevormd door de scharnierende elementen van het verdere delta samenstel.

Met voordeel ontstaat een zeer compacte robot waarvan de tijdens de uitgevoerde manipulaties de zijdelingse  
20 benodigde ruimte wordt beperkt en wordt begrensd door het ringvormige lichaam, waarbinnen het schaarmechaniek zich te allen tijde beweegt.

Volgende gedetailleerde mogelijke uitvoeringsvormen  
25 die in de overige conclusies zijn uiteen gezet, zijn samen met de daarbij behorende voordelen in de navolgende beschrijving vermeld.

Thans zal de robot volgens de uitvinding nader worden  
30 toegelicht aan de hand van de onderstaande figuren, waarin overeenkomstige onderdelen van dezelfde verwijzingscijfers zijn voorzien. Daarbij toont:

Figuur 1 een mogelijke uitvoeringsvorm van een robot volgens de uitvinding; en

35           Figuur 2 een verdere mogelijke uitvoeringsvorm van

een robot volgens de uitvinding.

Figuur 1 toont een robot 1 die in zijn algemeenheid is samengesteld uit twee of meer elkaar achtereenvolgens  
5 mechanisch aansturende delta samenstellen 2. In de figuur 1 is een robot 1 met drie als het ware in serie geschakelde samenstellen getoond. Het bovenste op zichzelf bekende samenstel 2-1 omvat hier drie onder 120 graden ten opzichte van elkaar staande secties. Elke sectie is voorzien van een  
10 actuator 3 hier uitgevoerd met een individueel bestuurbare motor die verbonden is met een tandwielkast of andersoortig orgaan 4, waarmee met name de snelheid en het uitgaande koppel te beïnvloeden is van een met de actuator 3 gekoppelde draaibare arm 5 waarmee parallellogrammen  
15 vormende elementen 6-1, 6-2 zijn verbonden. De beide elementen, kortweg aangeduid met verwijzingcijfer 6, zijn door middel van bolscharnieren 7 aan T-vormige uiteinden van de draaibare arm 5 verbonden. Via bolscharnieren grijpen onderste uiteinden van de elementen 6 aan op een  
20 effector 8. Door passende aansturing van de motoren 3 verplaatst de effector 8 zich in een gewenste richting waarbij, zoals bij delta robot besturing gebruikelijk, diens oriëntatie gehandhaafd blijft. Zodoende kan de effector 8 naar elk punt binnen een bepaalde  
25 bewegingsruimte verplaatst worden.

Zoals elk van de uitvoeringsvormen van de figuren 1 en 2 tonen is de robot 1 ook voorzien van ten minste één verder delta samenstel 2-2. Dit samenstel 2-2 is ook voorzien van scharnierend althans met voornoemde effector 8  
30 gekoppelde armen 5 en elementen 6. De elementen 6-1, 6-2 zijn elk tenminste gedeeltelijk zijn opgebouwd in de vorm van een parallellogram, waarmee in de weergegeven situatie de horizontale positie van de daarmee bewogen effector 8 gehandhaafd blijft. Als het samenstel 2-2 het onderste  
35 samenstel van de robot 1 zou zijn dan grijpen de elementen

scharnierend aan op de effector 8 die dan de eind effector 8 vormt. In figuur 1 heeft de robot 1 in feite drie getoonde in serie geschakelde samenstellen 2-1, 2-2 en 2-3.

5 Bij toepassing van meer dan één samenstel 2 zijn, met uitzondering van het op de eind effector 8 aangesloten samenstel 2-3, de overige daarin aanwezige samenstellen 2-1, 2-2 elk van minste één koppellement 9 voorzien dat scharnierbaar, althans tussen de achtereenvolgende effectoren 8, is aangebracht. In de praktijk zal om reden  
10 van een symmetrisch krachtenspel elk van de drie secties van die overige samenstellen van een dergelijk koppellement 9 zijn voorzien.

Verwijzend naar figuur 1 is het koppellement 9 enerzijds scharnierend verbonden met de op en neer  
15 beweegbare arm 5 en anderzijds scharnierend verbonden met de arm 5 van het onderliggende samenstel die als radiale tuimelarm 5-1 is uitgevoerd en om een betreffend deel van de effector 8 kan draaien. Het deel heeft een schematisch aangeduide as 10 wiens hartlijn raakt aan een cirkel die om  
20 de denkbeeldige lengteas van de robot 1 loopt. De veelal bolscharnierende uiteinden van achtereenvolgende koppelstangen 9 zijn op zodanig gekozen posities van de radiale tuimelarm delen 5-1 scharnierbaar dat daarmee het hoogtebereik van de tussenliggende effector 8 en  
25 uiteindelijk de eind effector 8 beïnvloedbaar is. Als wat dat betreft op schaal naar figuur 1 wordt gekeken versterkt in dat geval elke koppelstang 9 in een achtereenvolgend samenstel 2-1, 2-2 de beweging met ongeveer een factor 2. De drie getoonde samenstellen vergroten de totale slag,  
30 d.w.z. de afstand waarover de uiteindelijke beweging van de robot zich uitstrekt. Daarbij maakt elke effector 8 bij gelijke arm- en stanglengtes ten opzichte van de voorgaande effector dezelfde beweging als de eerste effector, ten opzichte van een vast punt. Daarvoor is met voordeel alleen  
35 aandrijving met relatief weinig vermogen van de betreffende

arm 5 aan één samenstel nodig, wordt de beweging versterkt en versneld, gaat beweging van de robot gepaard met een beperkt ruimtebeslag, en kan volstaan worden met een lichte constructie.

5            Figuur 2 toont een uitvoeringsvorm van de robot 1, waarin het ten minste ene verdere delta samenstel 2-2 een schaarmechniek vormt dat uit één of meer in serie geschakelde secties is samengesteld. Daarmee zijn dezelfde voordelen te bereiken als hiervoor reeds toegelicht. Dit  
10            schaarmechniek 2-2 vormt ook een draaibaar samenstel waarvan diens arm 5-1 scharnierend is gekoppeld, namelijk via een draaiblok 11, de effector 8 en de scharnierbare elementen 6-1, 6-2, met de bestuurbare actuatoren 3. De beide elementen hebben ook de vorm van een parallellogram.  
15            Arm 5-2 van het schaarmechniek is verbonden met een frame van de robot 1. De onderzijde van het schaarmechniek 2-2 grijpt draaibaar aan op de eind effector 8, wiens positie bij beweging van de gezamenlijke schaarmechnieken 2-2 ook hoekgetrouw blijft. Getoond is dat tijdens die beweging het  
20            schaarmechniek 2-2 binnen de ringvormige effector 8 blijft.

            Waar mogelijk zijn desgewenst de voornoemde scharnierende armen, stangen en elementen te vervangen door één of meer kabels, zoals Bowden kabels. Deze zullen dan  
25            gekoppeld zijn met verende middelen om de kabels terug te trekken, daar kabels slechts trekkrachten en geen drukkrachten kunnen opnemen. Zo kan de functie van een stang volledig vervangen worden door een tweetal kabels die elk aan weerskanten van een betreffend draaipunt zijn  
30            aangebracht.

            De toegelichte robots kennen vele toepassingen. Niet-limitatief worden hier vermeld: hoogwerkers, materiaal bewerkingsmachines zoals bijvoorbeeld freesmachines, 3D-printers, hijskranen, verfmachines, plotters, lasrobots,  
35            spuitrobots, graafmachines, pick and place machines zoals

toegepast in de voedingsmiddelen industrie, en in het algemeen inrichtingen met behulp waarvan uitgaande van een veelal vaste opstelling objecten verplaatst en vervolgens georiënteerd geplaatst dienen te worden. De toegelichte  
5 robot kan ook in de poten een zichzelf voortbewegende inrichting worden geplaatst, omdat door het vergrote hoogtebereik ook hogere opstapjes geen probleem meer vormen.

## CONCLUSIES

1. Robot met een delta samenstel dat is voorzien van:

- bestuurbare actuatoren,

5 - scharnierend op de bestuurbare actuatoren

aangesloten armen die elk tenminste gedeeltelijk zijn  
opgebouwd met een parallellogram vormende scharnierbare  
elementen, en

- een scharnierend op voornoemde elementen

10 aangrijpende effector,

met het kenmerk dat de robot ten minste één verder delta  
samenstel heeft dat is voorzien van:

- scharnierend althans met voornoemde effector

gekoppelde armen die elk tenminste gedeeltelijk zijn

15 opgebouwd met een parallellogram vormende scharnierbare  
elementen, en

- een scharnierend op laatstgenoemde elementen

aangrijpende eind effector.

20 2. Robot volgens conclusie 1, met het kenmerk dat de  
voornoemde delta samenstellen een reeks van twee, drie of  
meer in serie geschakelde delta samenstellen vormen.

3. Robot volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk

25 dat uitgezonderd het op de eind effector aangrijpende  
samenstel, de overige achtereenvolgende delta samenstellen  
elk ten minste één koppellement hebben dat scharnierbaar,  
althans tussen de achtereenvolgende effectoren, is  
aangebracht.

30

4. Robot volgens conclusie 3, met het kenmerk dat

parallel aan alle een parallellogram vormende scharnierbare  
elementen van de overige delta samenstellen een  
koppellement is aangebracht.

35



5. Robot volgens conclusie 3 of 4, met het kenmerk dat het koppellement een koppelstang is en dat de ten minste ene koppelstang aan elk van diens uiteinden scharnierbaar is om een as wiens hartlijn raakt aan een cirkel die om de lengteas van de robot loopt.

6. Robot volgens conclusie 5, met het kenmerk dat de uiteinden van achtereenvolgende koppelstangen op zodanig gekozen posities van radiale armdelen van de armen scharnieren dat daarmee het hoogtebereik van de eind effector beïnvloedbaar is.

7. Robot volgens conclusie 1, met het kenmerk dat de scharnierbare elementen van het ten minste ene verdere delta samenstel een, uit één of meer in serie geschakelde secties samengesteld, schaarmechaniek vormen.

8. Robot volgens conclusie 7, met het kenmerk dat de effector van het ene delta samenstel een ringvormig lichaam vormt waardoorheen het schaarmechaniek steekt.

9. Robot volgens conclusie 7 of 8, met het kenmerk dat het schaarmechaniek tevens scharnierend is verbonden met de robot.

25

10. Robot volgens één van de conclusies 1-9, met het kenmerk dat de scharnierbare elementen kabels en/of scharnierbare stangen zijn.

30

11. Inrichting voorzien van poten ten behoeve van het voortbewegen van de inrichting, waarbij elke poot is voorzien van een robot volgens één van de conclusies 1-10.

UITTREKSEL

Beschreven wordt een robot met een delta samenstel dat is voorzien van bestuurbare actuatoren, scharnierend op  
5 de bestuurbare actuatoren aangesloten armen die elk tenminste gedeeltelijk zijn opgebouwd met een parallellogram vormende scharnierbare elementen, en een scharnierend op voornoemde elementen aangrijpende effector. De robot heeft ten minste één verder delta samenstel heeft  
10 dat is voorzien van scharnierend althans met voornoemde effector gekoppelde armen die elk tenminste gedeeltelijk zijn opgebouwd met een parallellogram vormende scharnierbare elementen, en een scharnierend op laatstgenoemde elementen aangrijpende eind effector. De met  
15 seriële delta samenstellen opgebouwde robot legt een beperkter beslag op de omringende ruimte, zelfs als sprake is van aanzienlijke met behulp van de robot te overbruggen afstanden of hoogteverschillen.