

(19)



Bureau voor de  
Industriële Eigendom  
Nederland

(11) 1005344

(12) C OCTROOI<sup>20</sup>

(21) Aanvraag om octrooi: 1005344

(51) Int.Cl.<sup>o</sup>  
F16C32/04

(22) Ingediend: 21.02.97

(41) Ingeschreven:  
24.08.98

(47) Dagtekening:  
24.08.98

(45) Uitgegeven:  
02.11.98 I.E. 98/11

(73) Octrooihouder(s):  
Stichting voor de Technische Wetenschappen  
te Utrecht.

(72) Uitvinder(s):  
Alexander Molenaar te Amsterdam

(74) Gemachtigde:  
Drs. A. Kupecz c.s. te 1000 HB Amsterdam.

(54) Aangedreven magneetlager.

(57) De uitvinding heeft betrekking op een aangedreven magneetlager omvattende een statordeel en een transleerbaar deel waarbij het statordeel en het transleerbaar deel van een magnetisch circuit deel uitmaken, het statordeel een juk heeft dat voorzien is van ten minste een primaire draadwikkeling voor elektrische stroom, en het transleerbare deel voorzien is van een secundaire draadwikkeling voor elektrische stroom zodat bij een stroomvoerende primaire en secundaire draadwikkeling het transleerbare deel een aandrijfkraft ondervindt, en waarbij in het juk een permanente magneet is opgenomen dat met het transleerbare deel een eerste magnetisch circuit vormt, en de primaire draadwikkeling is voorzien op een deel van het juk dat met het transleerbare deel een ten dele van het eerste magnetische circuit gescheiden tweede magnetisch circuit vormt, waarbij het eerste magnetische circuit en het tweede magnetische circuit het transleerbare deel althans gedeeltelijk gemeenschappelijk hebben. Het juk is voorzien van benen die in hoofdzaak liggen buiten het vlak van het transleerbare deel.

NL C 1005344

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

## Aangedreven magneetlager

De uitvinding heeft betrekking op een aangedreven magneetlager omvattende een statordeel en een transleerbaar deel waarbij het statordeel en het transleerbaar deel van een magnetisch circuit deel uitmaken, het statordeel een juk  
5 heeft dat voorzien is van ten minste een primaire draadwikkeling voor elektrische stroom, en het transleerbare deel voorzien is van een secundaire draadwikkeling voor elektrische stroom zodat bij een stroomvoerende primaire en secundaire draadwikkeling het transleerbare deel een aandrijfkraft ondervindt, en waarbij in het juk een permanente magneet is  
10 opgenomen dat met het transleerbare deel een eerste magnetisch circuit vormt, en de primaire draadwikkeling is voorzien op een deel van het juk dat met het transleerbare deel een ten dele van het eerste magnetische circuit gescheiden  
15 tweede magnetisch circuit vormt, waarbij het eerste magnetische circuit en het tweede magnetische circuit het transleerbare deel althans gedeeltelijk gemeenschappelijk hebben.

Een dergelijk aangedreven magneetlager is bekend uit het afstudeerwerk "A New Linear Active Magnetic Suspension  
20 Configuration" (subtitel: "a permanent magnet biased non-coplanar circuit") van de auteur M.J.L. Sanders, gedateerd 14 januari 1997, betreffende een afstudeerwerk verricht aan de Technische Universiteit Delft, faculteit Werktuigbouwkunde en Maritieme Techniek. In hoofdstuk 2 van dit werk worden  
25 diverse magnetische lageringen welke uit de stand van de techniek bekend zijn, beschreven. Fig. 2.12 van deze publicatie beschrijft een lineaire lagering waarin een transleerbaar deel tussen de poolschoenen van een stator is opgenomen, welke stator een eerste magnetisch circuit heeft en een tweede  
30 magnetisch circuit, waarbij het eerste magnetische circuit gevoed wordt door permanente magneten en het tweede magnetische circuit gevoed wordt door elektromagneten.

In dit bekende aangedreven magneetlager leveren de permanente magneten, welke deel uitmaken van het eerste magnetische circuit, een trekkracht welke wordt uitgeoefend op  
35 het transleerbare element zodanig dat deze krachten elkaar

nagenoeg compenseren. Met de elektromagneten kan de positie en rotatie van het transleerbare element tussen de poolschoenen van het juk verder beïnvloed worden zodanig dat deze afhankelijk van de door het transleerbare element ingenomen  
 5 positie in meer of mindere mate bekrachtigd worden. Door deze variabele bekrachtiging vindt een continue aanpassing van het door de permanente magneten verschaft magnetisch veld plaats aan de bedrijfsomstandigheden, zodat het transleerbare element een zwevende maar gedefinieerde positie kan innemen tussen  
 10 de poolschoenen van het juk. Binnen het juk kan het transleerbare element dan verder in een tweede richting bewogen worden doordat dit transleerbare element voorzien is van een secundaire draadwikkeling welke door bekrachtiging in samenhang met het magnetisch veld onderworpen wordt aan Lorentz-krachten die als aandrijfkraft fungeren. Met deze bekende inrichting is een nauwkeurige positie-instelling van het transleerbare element mogelijk tot beneden 1  $\mu\text{m}$ . Het probleem van het bekende aangedreven magnetisch lager is echter dat de verplaatsingsmogelijkheden van het transleerbare element niet bijzon-  
 15 der groot zijn doordat, zodra het transleerbare element buiten het bereik van de poolschoenen van het juk geraakt, het magnetische lager niet aan zijn functie kan voldoen. Bovendien is een probleem dat het juk zelf aan grote uitwijkingen van het transleerbare deel in de weg staat.

25 Met de uitvinding wordt nu beoogd een aangedreven magnetisch lager van de in de aanhef beschreven soort te verschaffen, waarmee zeer grote translatiebewegingen mogelijk zijn.

Daartoe wordt volgens de uitvinding het aangedreven  
 30 magnetisch lager erdoor gekenmerkt, dat het juk voorzien is van benen die in hoofdzaak liggen buiten het vlak van het transleerbare deel. Hiermee wordt voorkomen dat, zoals in het aangedreven magnetisch lager volgens de stand van de techniek het geval is, het transleerbare deel in zijn beweging gehinderd  
 35 wordt door deze jukdelen.

Wenselijk is daarbij dat het transleerbare deel altijd de benen van het juk kruist. Zodoende kan het lager op alle posities die het transleerbare deel kan innemen, functioneel zijn.

Het magneetlager kan zo zijn uitgevoerd dat de benen van het juk zich slechts boven het vlak van het transleerbare deel bevinden.

Een voorkeursuitvoeringsvorm van het aangedreven  
 5 magneetlager volgens de uitvinding is er echter door gekenmerkt, dat het juk benen heeft die verdeeld zijn over een eerste vlak juist boven het vlak van het transleerbare deel, en een tweede vlak juist onder het vlak van het transleerbare deel. Dit heeft het voordeel dat de fluxdichtheid in het  
 10 transleerbare deel niet afhankelijk is van de positie die het transleerbare deel in haar vlak inneemt ten opzichte van het juk aangezien de totale luchtspleet, welke bepalend is voor deze fluxdichtheid, dan constant is en onafhankelijk van de positie van dit transleerbare deel in haar bewegingsvlak. Het  
 15 kracht-wegdiagram van het transleerbare deel voor verplaatsingen naar het eerste respectievelijk tweede vlak is daardoor rond haar instelpunt gelineariseerd, terwijl bij een enkelzijdig juk dit kracht-wegdiagram een kwadratisch karakter heeft.

20 Voorts wordt daarmee het voordeel verkregen dat de aandrijfkraft welke wordt uitgeoefend op het transleerbare deel, eveneens onafhankelijk is van de positie die dit inneemt ten opzichte van het juk. Hier wordt de reden gevormd door het constant zijn van de luchtspleet tussen het trans-  
 25 leerbare deel en de onderscheiden benen van het juk.

Hoewel de uitvinding goed toepasbaar is op een aangedreven magneetlager met een slechts in één richting transleerbaar deel, heeft het de voorkeur dat de benen van het juk in het eerste en het tweede vlak uit onder ten minste een  
 30 hoek ten opzichte van elkaar geplaatste delen bestaan, en het transleerbare deel de benen van het juk aan weerszijden van de ingesloten hoek kruist. Beweging van het transleerbare deel is daarmee in beginsel mogelijk in alle richtingen.

In een bepaald aspect van het aangedreven magneetla-  
 35 ger volgens de uitvinding zijn de benen van het juk in het eerste vlak magnetisch gekoppeld zijn met de benen van het juk in het tweede vlak voor het vormen van het tweede magnetische circuit.

Daarbij is wenselijk dat er voorzien is in zoveel  
primaire draadwikkelingen op jukdelen die de benen van het  
juk in het eerste vlak magnetisch koppelen met de benen van  
het juk in het tweede vlak, als er kruispunten zijn van het  
5 transleerbare deel met de benen van het juk. Op deze wijze  
kan het transleerbare deel goed gepositioneerd worden tussen  
het eerste vlak waarin de boven het transleerbare deel aanwe-  
zige benen van het juk geplaatst zijn, en een tweede vlak  
waarin de benen zijn geplaatst welke liggen onder het trans-  
10 leerbare deel van het juk.

De uitvinding zal nu nader worden toegelicht aan de  
hand van de tekening, waarin

fig. 1 het aangedreven magneetlager volgens de stand  
van de techniek toont;

15 fig. 2 een eerste uitvoeringsvorm van het aangedre-  
ven magneetlager volgens de uitvinding toont; en

fig. 3 een tweede uitvoeringsvorm van het magneetla-  
ger volgens de uitvinding toont.

Onderdelen met dezelfde functies zijn in de figuren  
20 aangeduid met hetzelfde verwijzingscijfer.

In het algemeen wordt in de figuren 1 t/m 3 met ver-  
wijzingscijfer 1 het aangedreven magneetlager aangeduid. Dit  
magneetlager 1 omvat een statordeel 2 en een transleerbaar  
deel 3, waarbij het statordeel 2 en het transleerbare deel 3  
25 van een magnetisch circuit deel uitmaken.

In fig. 1 is het aangedreven magneetlager volgens de  
stand van de techniek afgebeeld overeenkomstig met fig.  
2.12(b) op blz. 16 van hoofdstuk 2 van het afstudeerverslag  
"A New Linear Active Magnetic Suspension Configuration" dat  
30 reeds boven is genoemd. Het statordeel 2 heeft een juk dat in  
het getoonde geval voorzien is van twee primaire draadwikke-  
lingen 4 voor het voeren van een elektrische stroom. Hoewel  
niet getoond, is ook het transleerbare deel 3 voorzien van  
een in dit geval secundaire draadwikkeling voor het voeren  
35 van elektrische stroom. In het juk 2 zijn voorts een tweetal  
permanente magneten 5 opgenomen, die te zamen met het trans-  
leerbare deel 3 een eerste magnetisch circuit vormen, dat  
schematisch is aangegeven met de pijlen 6. De beide primaire  
draadwikkelingen 4 zijn voorzien op een deel van het juk 2

dat met het transleerbare deel 3 een ten dele van het eerste magnetische circuit 6 gescheiden tweede magnetisch circuit 7 vormt. Het eerste magnetische circuit 6 en het tweede magnetische circuit 7 hebben daarbij het transleerbare deel 3 gedeeltelijk gemeenschappelijk. Tot zover stemt de stand van de techniek, zoals getoond in fig. 1, overeen met het aangedreven magneetlager volgens de uitvinding zoals getoond in de fig. 2 en 3.

Het aangedreven magneetlager volgens de uitvinding heeft, zoals is getoond in de uitvoeringsvoorbeelden van fig. 2 en 3, een juk 2 dat voorzien is van benen die in hoofdzaak liggen buiten het vlak van het transleerbare deel 3. Daarbij kan, zoals in de getoonde uitvoeringsvormen, het juk benen hebben die verdeeld zijn over een eerste vlak juist boven het vlak van het transleerbare deel 3, en een tweede vlak dat juist onder het vlak van het transleerbare deel 3 ligt. Met deze uitvoeringsvormen en met de voorziening dat het transleerbare deel 3 altijd de benen van het juk 2 kruist, zie de pijlen A en B in fig. 2 en de pijlen A, B en C in fig. 3, wordt een permanente en goed verdeelde magnetische ophanging van het transleerbare deel 3 verschaft, hetgeen mogelijkheid biedt om deze als basiselement te gebruiken voor een op dit transleerbare deel 3 afgesteunde XY-tafel of XY $\phi$ -tafel. Denkbaar zijn overigens andere uitvoeringsvormen waarbij het juk bijvoorbeeld in hoofdzaak als een driehoek is gevormd, terwijl het transleerbare deel 3 de vorm van een Y is gegeven, maar verdere variaties zijn binnen het kader van de uitvinding ook mogelijk. De benen van het juk 2 in het eerste vlak, dat wil zeggen boven het vlak van het transleerbare deel 3, zijn magnetisch gekoppeld met de benen van het juk in het tweede vlak, dat is het vlak onder het vlak van het transleerbare deel 3. De primaire draadwikkelingen 4 zijn daarbij voorzien op de jukdelen die de benen van het juk 2 in het eerste en het tweede vlak met elkaar verbinden. Deze primaire draadwikkelingen 4 worden in afhankelijkheid van de door het transleerbare element 3 ingenomen verticale positie bekrachtigd zodanig dat het met de permanente magneten 5 opgewekte magneetveld wordt bijgestuurd en de positie van het transleerbare element 3 tussen het eerste en het tweede vlak zo

goed mogelijk wordt gehandhaafd. Op het transleerbare deel 3 is verder ten minste een secundaire draadwikkeling 8 aanwezig, waarmede in samenhang met de magnetische veldlijnen welke door het transleerbare deel 3 verlopen, een aandrijfkracht  
5 wordt verkregen zodat het deel 3 in de gewenste richtingen kan worden aangedreven en gepositioneerd. Alhoewel de secundaire draadwikkeling 8 in fig. 3 haaks is aangebracht op het transleerbare deel 3, is het binnen het kader van de uitvinding mogelijk om tevens een verdere secundaire draadwikkeling  
10 8 onder een hoek of in de lengterichting van het transleerbare deel 3 te plaatsen. Hiermede kan worden voorzien in evenzovele aandrijf- en positioneerkrachten waarvan de richting overeenstemt met deze verdere secundaire draadwikkelingen 8.

## CONCLUSIES

1. Aangedreven magneetlager omvattende een stator-deel en een transleerbaar deel waarbij het statordeel en het transleerbaar deel van een magnetisch circuit deel uitmaken, het statordeel een juk heeft dat voorzien is van ten minste  
 5 een primaire draadwikkeling voor elektrische stroom, en het transleerbare deel voorzien is van een secundaire draadwikkeling voor elektrische stroom zodat bij een stroomvoerende primaire en secundaire draadwikkeling het transleerbare deel een aandrijfkraft ondervindt, en waarbij in het juk een per-  
 10 manente magneet is opgenomen dat met het transleerbare deel een eerste magnetisch circuit vormt, en de primaire draadwikkeling is voorzien op een deel van het juk dat met het transleerbare deel een ten dele van het eerste magnetische circuit gescheiden tweede magnetisch circuit vormt, waarbij het eer-  
 15 ste magnetische circuit en het tweede magnetische circuit het transleerbare deel althans gedeeltelijk gemeenschappelijk hebben, met het kenmerk, dat het juk voorzien is van benen die in hoofdzaak liggen buiten het vlak van het transleerbare deel.

20 2. Aangedreven magneetlager volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het juk benen heeft die verdeeld zijn over een eerste vlak juist boven het vlak van het transleerbare deel, en een tweede vlak juist onder het vlak van het transleerbare deel.

25 3. Aangedreven magneetlager volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat het transleerbare deel altijd de benen van het juk kruist.

4. Aangedreven magneetlager volgens een der conclusies 1-3, met het kenmerk, dat de benen van het juk in het  
 30 eerste en het tweede vlak uit onder ten minste een hoek ten opzichte van elkaar geplaatste delen bestaan, en het transleerbare deel de benen van het juk aan weerszijden van de ingesloten hoek kruist.

5. Aangedreven magneetlager volgens een der voor-  
 35 gaande conclusies, met het kenmerk, dat de benen van het juk in het eerste vlak magnetisch gekoppeld zijn met de benen van

het juk in het tweede vlak voor het vormen van het tweede magnetische circuit.

6. Aangedreven magneetlager volgens conclusie 4 en 5, met het kenmerk, dat er voorzien is in zoveel primaire draadwikkelingen op jukdelen die de benen van het juk in het eerste vlak magnetisch koppelen met de benen van het juk in het tweede vlak als er kruispunten zijn van het transleerbare deel met de benen van het juk.

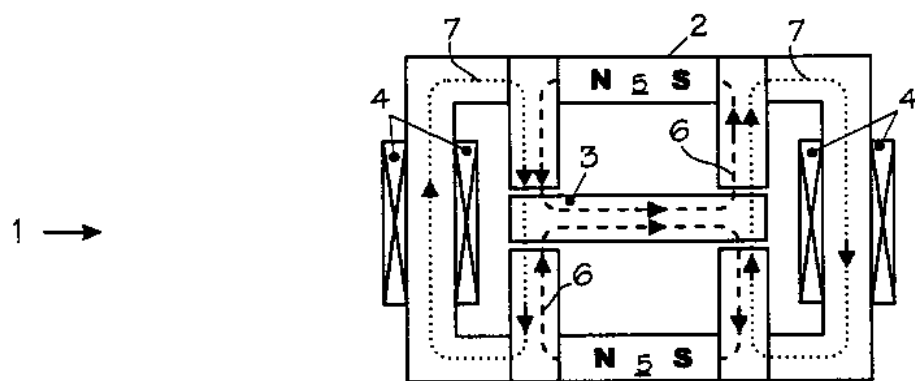


FIG. 1

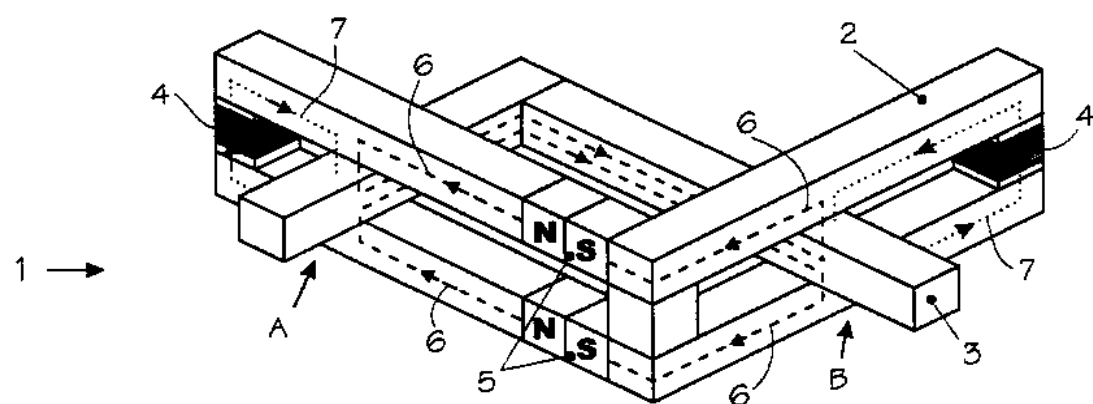


FIG. 2

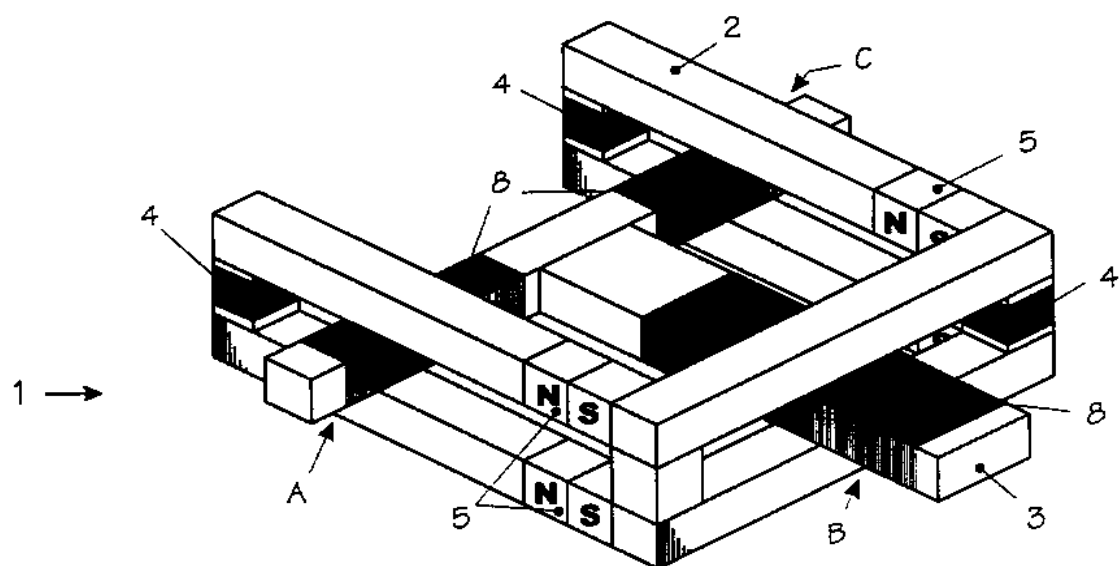


FIG. 3



# **RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK**

Octrooiaanvraag Nr.:

NO 133841  
NL 1005344

| VAN BELANG ZIJNDE LITERATUUR                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Categorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Vermelding van literatuur met aanduiding voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde passages                                                                                                                                          | Van belang voor conclusie(s)Nr.:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Internationale classificatie (toegekend door de Octrooiraad) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | US 4 900 962 A (HOCKNEY ET AL.)<br>* het gehele document *                                                                                                                                                                                  | 1,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | F16C39/06                                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | H. LÖFFLER : "LINEARANTRIEBE UND AKTUATOREN"<br>F & M,<br>deel 101, nr. 11/12, November 1993,<br>MÜNCHEN, DE,<br>bladzijden 449-455, XP000411573<br>* bladzijde 453, kolom 2, regel 8 -<br>bladzijde 454, kolom 3, regel 53; figuren 7C,8 * | 1,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Onderzochte gebieden van de techniek                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | F16C<br>H02K                                                 |
| Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op .....                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                              |
| Plaats van onderzoek<br><b>'S-GRAVENHAGE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                             | Datum waarop het onderzoek werd voltooid<br><b>30 Oktober 1997</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Vooronderzoeker (EOB)<br><b>Geyer, J-L</b>                   |
| CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                             | <p>T : niet tijdig gepubliceerde literatuur over theorie of principe ten grondslag liggend aan de uitvinding</p> <p>E : andere octrooipublicatie maar gepubliceerd op of na indieningsdatum</p> <p>D : in de aanvraag genoemd</p> <p>L : om andere redenen vermelde literatuur</p> <p>&amp; : lid van dezelfde octrooifamilie, corresponderende literatuur document</p> |                                                              |
| <p>X : op zichzelf van bijzonder belang</p> <p>Y : van bijzonder belang in samenhang met andere documenten van dezelfde categorie</p> <p>A : achtergrond van de stand van de techniek</p> <p>O : verwijzend naar niet op schrift gestelde van de techniek</p> <p>P : literatuur gepubliceerd tussen voorrange- en indieningsdatum</p> |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                              |

NO 133841  
NL 1005344

30-10-1997

| In het rapport<br>genoemd octrooigeeschrift | Datum van<br>publicatie | Overeenkomend(e)<br>geschrift(en) | Datum van<br>publicatie |
|---------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| US 4900962 A                                | 13-02-90                | GEEN                              |                         |