

Apertuurmechanisme voor SCIAMACHY

Rob Lansbergen, Ir J.P.Kappelhof TPD-TNO (Technische Physische Dienst) heeft samen met Fokker Space, Sron en Dornier een spectrometer "SCIAMACHY" ontwikkeld, zie *Mikroniek* 36(1996)4 p.95, voor het detecteren van diverse restgassen in onze atmosfeer. Dit instrument zal op Envisat geplaatst worden en als alles volgens schema verloopt in '98 gelanceerd worden. Om tijdens zijn vijfjarige missie te kunnen controleren of het instrument nog steeds juist gekalibreerd is, wordt twintig keer per dag met de spectrometer naar de zon gekeken. In verband met de hoge intensiteit van de zon is een mechanisme ontwikkeld dat een diafragma voordraait.

Apertuurmechanisme

De zon heeft een stabiel spectrum en is daarmee een goede kalibratiebron. De detectoren worden belicht met behulp van een diffusor, die bestaat uit een gekalibreerde aluminium plaat waarvan het oppervlak met glasparels mat gestraald is. Er is echter een probleem, want doordat de zon een hoge intensiteit heeft kunnen de detectoren overbelast worden. In de spectrometer is een apertuurmechanisme geplaatst met twee verschillende openingen. Een grote opening voor aardobservatie en een kleine opening voor kalibratie op de zon. Dit mechanisme is te vergelijken met het diafragma in een fototoestel.

Onderstaande functionele eisen zijn richtinggevend geweest voor het ontwerp van het apertuurmechanisme

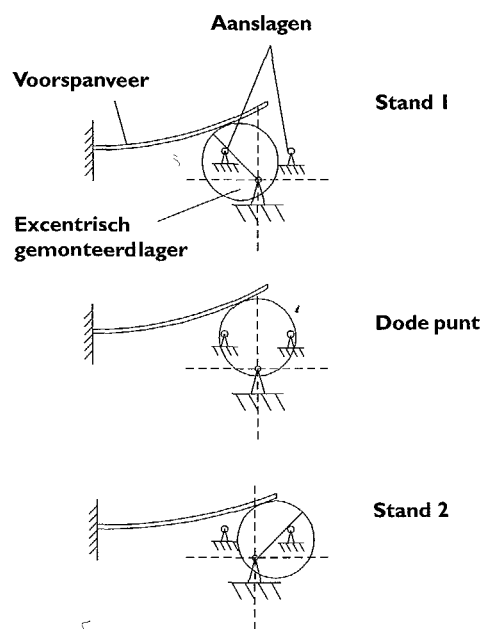
- twee verschillende openingen met de volgende afmetingen
32 x 32 mm voor het kijken naar de aarde en
3 x 0,6 mm voor het kalibreren van Sciamachy op de zon,
- laag energieverbruik van het mechanisme;
- geen energieverbruik mogelijk tijdens de lancering,
- "redundant" uitgevoerd omdat het apertuur een "single point failure" is, dit wil zeggen dat indien er iets fout gaat met dit mechanisme, de gehele spectrometer niet meer werkt;
- alle componenten moeten "space qualified" zijn. Ze moeten goed werken in vacuüm en niet te veel uitgassen, zodat er geen contaminatie (vervuiling door neergeslagen gassen) op de optiek terecht komt,
- stabiliteit van de positie. 10 µm,
- lanceerversnelling 30 g.

Ontwerp

De beide aperturen zijn op een roterende cilinder gemonteerd. Het apertuurmechanisme is bi-stabiel, dat

wil zeggen dat het een twee standen mechanisme is. De slag die het mechanisme maakt is 90 graden. Het bi-stabiel zijn wordt gerealiseerd doordat een lager excentrisch op de rotatie-as is gemonteerd, zie figuur 1. Op de buitenring van dit lager drukt een bladveer. Deze bladveer zorgt ervoor dat het mechanisme in een van beide uiterste standen blijft staan. Een dergelijk mechanisme heeft als voordeel dat de motor voor het omschakelen slechts enkele honderden milliseconden hoeft aan te staan, waardoor het energieverbruik laag blijft.

Gekozen voor een bi-polaire gelijkstroommotor [1] waarbij de rotor op de apertuuras wordt geplaatst en



Figuur 1 Werking van het bi-stabiele omschakelmechanisme voor het wisselen van apertuur. Bij het omschakelen wordt een hoek van 90° doorlopen. Het zwaartepunt ligt dicht bij de hartlijn, zodat tijdens de lancering geen massakrachten ontstaan die het mechanisme laten klapperen.

Apertuurmechanisme voor SCIAMACHY

de stator in het huis. Redundancy is bereikt door twee motoren in te bouwen. De tweede motor kan gebruikt worden indien de eerste motor defect raakt ten gevolge van kabelbreuk of andere storing

Door de rotatie-symetrie van het bewegende deel ligt het zwaartepunt nagenoeg op de rotatieas. Hierdoor ontstaan tijdens lancering geen massatraagheidskrachten die het mechanisme zouden kunnen laten klapperen. Wanneer dit wel het geval was, zou het klapperen onderdrukt moeten worden door een zwaardere veer in het bi-stabiele mechanisme te monteren. Nu blijft de veerkracht minimaal en daarmee ook het motorkoppel

In beide eindstanden van het mechanisme zijn twee aanslagen geplaatst om het mechanisme te positioneren. Bij een dergelijke aanslag mag er geen metaal-metaal contact optreden vanwege het risico van positieafwijkingen door eventuele vervuiling met metaaldeeltjes. De aanslagen zijn van staal en de vaste aanslagen zijn van polyimide, een kunststof die erg hard is en niet uitgast.

Het mechanisme heeft een lage massa ten opzichte van de spectrometer met als gevolg dat de stoot bij het raken van een aanslag verwaarloosbaar klein is en geen verstoringen geeft voor de rest van het instrument. Met twee reedrelais en de hulp van een op het draai-

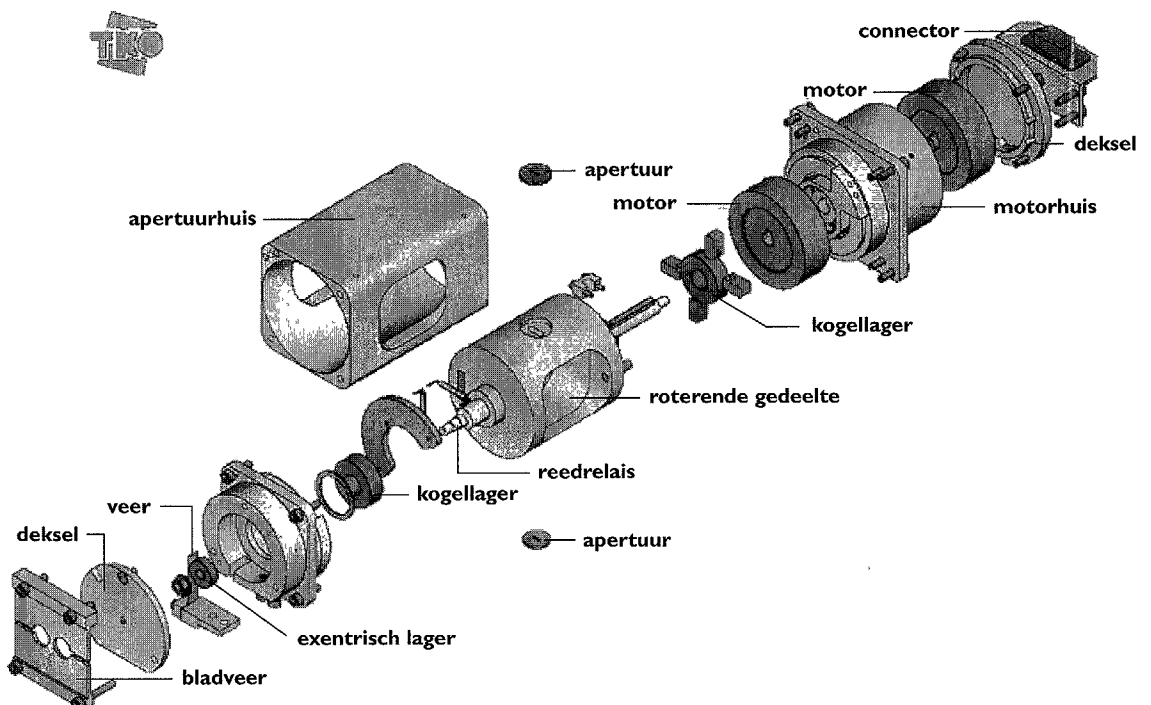
ende deel gemonteerde magneet wordt contactloos de stand van het apertuurmechanisme uitgelezen.

Lagering

De lagering van het roterende gedeelte bestaat uit twee "space qualified" hoekcontactlagers [2]. Deze worden voorgespannen door een golfveer. Het excentrisch gemonteerde lager is een diepgroef kogellager [3]. Lagers in een mechanisme voor een ruimtevaarttoepassing vergen altijd zeer veel aandacht omdat deze in vacuüm moeten functioneren. Conventionele smering met oliën en vetten verdampt in vacuüm, waardoor de smering snel verdwenen is. Daarnaast is verdampen van smeermiddelen in een optisch instrument uit den boze. Het verdampte smeermiddel zal neerslaan op de oppervlakken van de optische componenten.

Door de afwezigheid van zuurstof in vacuüm zal zich geen beschermende oxydelag vormen en is de kans op koudlassen groot bij contact van metaal op metaal. Ook in vacuüm is smering dus van levensbelang.

Er zal dan ook een speciaal smeermiddel gebruikt moeten worden. In dit mechanisme is molybdeen-disulfide als smeermiddel toegepast. Molybdeendisulfide heeft een lage wrijving en een lagere belastbaarheid en is vochtgevoelig. Het mechanisme mag op aarde niet aan



Apertuurmechanisme voor SCIAMACHY

de lucht bloot gesteld worden om de beschadiging van molybdeendisulfide laag te voorkomen

Specificaties van het mechanisme

Het ontwerp heeft geresulteerd in de volgende specificaties

Motorkoppel	3,4 Ncm
Massatraagheid van de rotor.	$4 \cdot 10^{-6}$ kgm ²
Massa rotor	45 g
Massa roterend gedeelte.	0,125 kg
Excentriciteit veer.	2 mm
Aandrukkraft veer	8 N
Voorspanning lager:	314 N
Inschakeltijd motor.	300 ms
Positie stabiliteit diafragma:	
in lengterichting:	0.1 μ m
in breedterichting	10 μ m

Totaal zal het apertuurmechanisme, tijdens de 5 jaar durende missie, ongeveer 50 000 keer worden ingeschakeld. Om nu te kunnen garanderen dat het ontwerp ook daadwerkelijk blijft functioneren wordt een testmodel uitgebreid aan de tand gevoeld. De volgende tests worden doorlopen.

Functionele test. Na assemblage wordt geverifieerd of het mechanisme ook werkelijk naar verwachting functio-

neert. Krachten, koppels en minimum actuatietijden worden gemeten

Triltest. Tijdens de ongeveer twintig minuten durende lancering wordt het mechanisme blootgesteld aan grote trilbelastingen, die voortkomen uit de voortstuwingsmotoren van de raket. De trilbelasting op het mechanisme is afhankelijk van de plaats van het instrument in de satelliet en de wijze van bevestiging. De trillingspectra die het mechanisme uiteindelijk ondergaat zijn analytisch berekend. Het mechanisme wordt op een triltafel in drie richtingen aan deze bewegingsspectra blootgesteld.

Duurtest. Na de lancering moet het apertuurmechanisme nog 50 000 keer van positie wisselen. Om dit te simuleren wordt in vacuüm een levensduurtest uitgevoerd. In een vacuümtank wordt het mechanisme 100 000 maal geactiveerd.

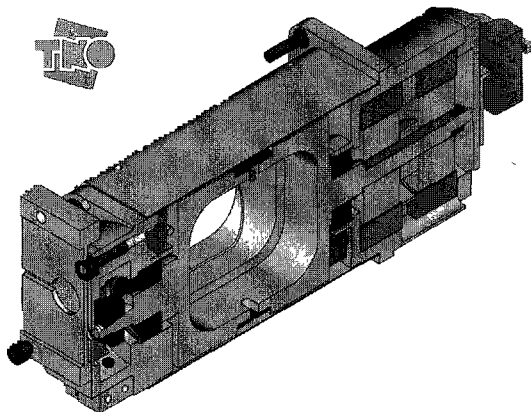
Het apertuurmechanisme bevindt zich momenteel in de laatste fase van de levensduurtest en heeft de triltest en het eerste deel van de levensduurtest zonder waarneembare achteruitgang doorstaan.

Vermeldingen:

[1] De "space qualified" bi-polaire dc-motor is geleverd door de firma Sagem

[2] "space qualified" lagers werden geleverd door MPB en

[3] RMB



**INVAR / FENICO / MUMETAAL / BIMETAAL
& ULTRA HOGE REKGRENSTALEN**

imphy

nickel alloys
magnetic parts &
inductive components

Jan Asselbergsweg 3 - 5026 RP Tilburg
Tel: 013 - 4636065 - Fax: 013 - 4635652