

①9



Octrooiraad
Nederland

①1

Publikatienummer: **9301366**

①2 **A TERINZAGELEGGING**

②1 Aanvraagnummer: **9301366**

②2 Indieningsdatum: **06.08.93**

⑤1 Int.Cl.6:
**F16C 33/06, B21B 31/07,
F16C 33/12, F16C 33/14**

④3 Ter inzage gelegd:
01.03.95 I.E. 95/05

⑦1 Aanvrager(s):
**SKF Industrial Trading and Development
Company B.V. te Nieuwegein**

⑦2 Uitvinder(s):
**Ronaldus Johannes van Brakel te Driebergen.
Frank Peter Wardle te Bodegraven. Martin
Verburg te Amersfoort**

⑦4 Gemachtigde:
**Drs. A. Kupecz c.s.
Octroobureau Los en Stigter B.V.
Postbus 20052
1000 HB Amsterdam**

⑤4 **Lagerinrichting, wentellager voor toepassing daarin, en werkwijze voor het vervaardigen van een deel van de lagerinrichting**

⑤7 De uitvinding heeft betrekking op een lagerinrichting en daarvoor geschikte delen, zoals een wentellager, welke geschikt is voor het opvangen van schokbelastingen. Daartoe zijn die delen, die elkaar bij schokbelasting of grote belasting raken, op één van de uitwendige, naar elkaar toegekeerde, aangrenzende contactvlakken ervan voorzien van een wrijving-verlagende bekleding. Een dergelijke bekleding kan molybdeen of brons bevatten en wordt doelmatig door middel van een thermische spuitwijze, zoals draadspuiten, opgebracht. De volgens de uitvinding verschaft lagerinrichtingen hebben een beduidend langere levensduur.

NL A 9301366

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Lagerinrichting, wentellager voor toepassing daarin, en werkwijze voor het vervaardigen van een deel van de lagerinrichting

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een lagerinrichting die geschikt is voor het opvangen van schokbelastingen en is voorzien van ten opzichte van elkaar draaibare concentrische delen, welke delen als groep een wentellager 5 en verder ten minste een tweede aangrenzend wentellager en/of een huisdeel omvatten, waarbij de delen elkaar kunnen raken op naar elkaar toegekeerde, aanliggende contactvlakken.

Een dergelijke lagerinrichting is bekend en wordt bijvoorbeeld toegepast in een installatie voor het walsen van 10 staal. De hierin gebruikte lagerinrichtingen bevatten veelal verscheidene concentrisch ten opzichte van elkaar, en met verschillende snelheid ten opzichte van elkaar draaibare wentellagers. Bij het walsen ontstaan naast radiale krachten schokbelastingen in axiale richting. Wanneer door een axiale bewe- 15 ging van de wentellagers de contactvlakken van de wentellagers elkaar raken ontstaat door wrijving, tijdens slip tussen de contactvlakken van de wentellagers, plotseling een flink verhoogde temperatuur welke door afvoer van warmte naar de wentellagers weer zeer snel daalt. De grote en snelle tempera- 20 tuurfluctuatie heeft een zogenaamde "witte laag" op het contactoppervlak tot gevolg. Deze witte laag kenmerkt zich door van het lagermateriaal, dat gebruikelijk staal is, afwijkende metallurgische eigenschappen. Op den duur ontstaan op regelmatige afstand van elkaar gelegen microscheuren in het contac- 25 toppervlak die zich na verloop van tijd tot in het wentellager uitbreiden. Dit probleem is beschreven in Die Wälzlager - W. Jürgensmeyer; Berlijn, uitgeverij van Julius Springer, 1937. Het wentellager moet na het optreden van microscheuren in het contactvlak ervan worden vervangen om beschadiging van de la- 30 gerinrichting en bijgevolg ongepland stilvallen van het walsproces te voorkomen.

De onderhavige uitvinding beoogt het optreden van grote temperatuurfluctuaties aan de contactvlakken die microscheuren tot gevolg hebben te voorkomen en een lagerinrichting 35 te verschaffen met een langere levensduur.

Daartoe wordt de lagerinrichting volgens de uitvinding gekenmerkt doordat van ten minste twee naar elkaar toegekeerde, aanliggende contactvlakken één contactvlak is bekleed met een wrijving-verlagende laag.

5 Door de wrijving-verlagende laag wordt de tijdsduur waarover slip tussen de contactvlakken van verschillende wentellagers en/of huisdelen optreedt vergroot, terwijl er per tijdseenheid minder warmte wordt ontwikkeld. Het duurt langer voordat de wentellagers dezelfde relatieve snelheid hebben en
10 de wrijvingswarmte kan over langere tijd worden afgevoerd. Bijgevolg loopt de temperatuur aan het contactoppervlak niet zo snel op en wordt het optreden van microscheurvorming vermeden althans uitgesteld. De lagerinrichting heeft bijgevolg een langere levensduur.

15 De uitvinding heeft verder betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van een deel van de hiervoor beschreven lagerinrichting, waarbij het deel is voorzien van ten minste één uitwendig contactvlak.

De werkwijze volgens de uitvinding wordt gekenmerkt
20 doordat ten minste één uitwendig contactvlak door thermisch spuiten wordt bekleed met een wrijving-verlagende laag.

Aldus wordt op doelmatige wijze, te weten met een relatief grote aangroeisnelheid van de laag, een wrijving-verlagende laag aangebracht.

25 Volgens een voorkeursuitvoering geschiedt het aanbrengen van de wrijving-verlagende laag door middel van draadspuiten.

Deze techniek maakt het mogelijk op economische wijze de wrijving-verlagende laag aan te brengen.

30 De uitvinding heeft verder betrekking op een wentellager voor toepassing in een lagerinrichting volgens de uitvinding, welke wordt gekenmerkt doordat dit ten minste één contactoppervlak heeft dat is bekleed met een wrijving-verlagende laag.

35 Thans zal de uitvinding nader worden toegelicht aan de hand van de tekening die een uitvoeringsvoorbeeld van de uitvinding weergeeft.

Fig. 1 is een halve langsdoorsnede van een lagerinrichting volgens de uitvinding.

Fig. 2 is een vergrote weergave van het middelste deel van fig.1

Fig. 3a laat voor een laboriatoriumsimulatie van in een lagerinrichting optredende axiale schokbelastingen het 5 temperatuurverloop zien nabij onbeklede contactoppervlakken, terwijl fig. 3b en 3c het effect op de temperatuur laten zien van respectievelijk een bronslaag en een molybdeenlaag op één van twee naar elkaar toegekeerde contactvlakken.

In fig. 1 is een gedeelte van een lagerinrichting 1 10 afgebeeld, waarin het verwijzingscijfer 2 een huis aangeeft waaraan twee huisdelen 3 en 3' zijn bevestigd welke tot doel hebben hierna te beschrijven wentellagers bijeen te houden. De huisdelen 3 en 3' omvatten, naast verder niet in detail beschreven afdichtingen, klemplaten 4 en 4', welke draaibaar 15 zijn en tot het huis worden gerekend. De klemplaat 4 staat op zijn beurt weer in contact met een wals 5. Tussen de klemplaten 4, 4' en het huis 2 zijn twee cilinderlagers 6, 6' opgenomen, tussen welke cilinderlagers zich een dubbel kegellager 7 bevindt. De wentellagers 6, 6' en 7 zijn concentrisch en aan- 20 grenzend ten opzichte van elkaar opgesteld. De cilinderlagers 6, 6' omvatten een binnenste loopvlakring 8 resp. 8' , een buitenste loopvlakring 9 resp. 9' en wentellichamen 10 resp. 10', waarbij voor elke cilinderlager 6 resp. 6' slechts een is weergegeven. Het dubbele kegellager 7 omvat een binnenste 25 loopvlakring 11, een buitenste loopvlakring 12 met daartussen twee, een hoek ten opzichte van elkaar makende rijen wentellichamen 13 resp. 13', waarbij van elke rij wentellichamen één wentellichaam is weergegeven. De inwendige diameters van de binnenste loopvlakringen 8, 8' en 11 zijn gelijk. De binnenste 30 loopvlakringen 8 en 11 kunnen elkaar raken op contactvlakken 16 resp. 16' en binnenste loopvlakringen 11 en 8' kunnen elkaar raken op contactvlakken 17' resp. 17. In de hier geschetste lagerinrichting strekken de contactvlakken welke in fig. 2 duidelijk vergroot zijn weergegeven, zich in radiale 35 richting uit. De wals 5 heeft een walsas 14 waarvan de uitwendige diameter althans nagenoeg gelijk is aan de inwendige diameter van de binnenste loopvlakringen 8, 8' van de cilinderlagers 6, 6'. Ter hoogte van de binnenste loopvlakring 11 van het dubbele kegellager 7 is de diameter van de walsas 14 40 enigszins kleiner waardoor een spleet 15 wordt gevormd en de

binnenste loopvlakring 11 niet met de walsas 14 in aanraking kan komen.

De werking van de lagerinrichting 1 is als volgt. Het gewicht van de wals 5 alsmede krachten tijdens het walsproces 5 zorgen voor een door de walsas 14 uitgeoefende radiale belasting van de cilinderlagers 6, 6'. Tijdens het walsproces treden ook schoksgewijze axiale krachten op waardoor de lagerinrichting 1 in axiale richting wordt belast. Deze krachten mogen niet door de cilinderlagers 6, 6' worden opgevangen, 10 gezien deze cilinderlagers anders beschadigd kunnen raken, en dienen te worden doorgegeven aan en opgevangen door het kegellager 7. Dit geschiedt als volgt. Een ten gevolge van het walsproces optredende axiale kracht in de richting van de lagerinrichting wordt door de wals 5 via klemplaat 4 overge- 15 bracht op de binnenste loopvlakring 8 van het cilinderlager 6. Door in het cilinderlager 6 aanwezige axiale speling wordt dit niet belast en geeft het contactvlak 16 van de binnenste loopvlakring 8 de kracht via contactvlak 16' door aan het binnenste loopvlaklager 11. Via het kegelvormige wentellichaam 13', 20 buitenste loopvlakring 12 van het kegellager 7 en buitenste loopvlakring 9' van het cilinderlager 6' wordt de kracht via huisdeel 3' op het huis 2 overgebracht. Geen van de cilinderlagers 6, 6' staat door de genoemde, aanwezige axiale speling bloot aan voor het lager bezwaarlijke axiale krachten. Door 25 de kleinere diameter van de walsas 14 ter hoogte van het kegellager 7 staat de walsas 14 niet in contact met de binnenste loopvlakring 11 van het kegellager 7. Het kegellager 7 wordt derhalve niet in radiale richting belast. Dit heeft tot gevolg dat bij afwezigheid van axiale belasting de binnenste loop- 30 vlakring 11, door het contact met het stilstaande huis 2 via kegelvormige wentellichamen 13, 13' en de ten opzichte van het huis 2 draaibare, buitenste loopvlakring 12 tot stilstand zal komen, in tegenstelling tot de binnenste loopvlakringen 8, 8' van de radiaal-belaste cilinderlagers 6, 6'. Door het optreden 35 van een axiale kracht raken de contactvlakken 16, 16' van resp. de binnenste loopvlakring 8 van het cilinderlager 6 en de binnenste loopvlakring 11 van het kegellager 7 elkaar. Door het grote snelheidsverschil treedt slip op tussen het contactvlak 16 van de draaiende binnenste loopvlakring 8 en het con- 40 tactvlak 16' van de niet of veel minder snel draaiende binnen-

ste loopvlakring 11, waarbij kortdurende temperatuurfluctuaties ontstaan met negatieve gevolgen voor de materiaaleigenschappen op de contactvlakken 16, 16' van de respectievelijke binnenste loopvlakringen 8 en 11.

- 5 Volgens de uitvinding is van de naar elkaar toegekeerde contactvlakken 16, 16' (resp. 17', 17) van de binnenste loopvlakringen 8 en 11 (resp. 11 en 8') één contactvlak voorzien van een wrijving-verlagende laag.

Het contactvlak van de onbeklede binnenste loopvlak-
10 ring, gevormd uit materiaal dat gebruikelijk staal is, komt daardoor in geval van axiale belasting in contact met de wrijving-verlagende laag van het contactvlak van de beklede binnenste loopvlakring. Met dat beklede contactvlak volgens de uitvinding wordt het optreden van ongewenste metallurgische
15 veranderingen, zoals de vorming van een witte laag en het ontstaan van microscheuren vermeden of in ieder geval uitgesteld.

De wrijving-verlagende laag kan zijn opgebracht door thermisch spuiten, zoals plasmaspuiten of draadspuiten. Hierbij geniet draadspuiten de voorkeur boven andere spuitmethoden. Het door middel van thermisch spuiten opgebrachte materiaal is bij voorkeur brons of ook molybdeen. De techniek van het draadspuiten van brons en molybdeen is bij de vakman bekend. Bij het draadspuiten wordt gewerkt met een werkgasstroom waarvoor bij voorkeur lucht wordt gebruikt. Hierdoor heeft een
20 met draadspuiten opgebrachte brons- of molybdeenlaag een zeker zuurstofgehalte. Aldus aangebrachte zuurstofhoudende brons- en molybdeenlagen zijn zeer geschikt gebleken.

Om het effect van de wrijving-verlagende laag volgens de uitvinding te onderzoeken, is in een laboratoriumopstelling
30 het optreden van slip ten gevolge van een axiale schokbelasting nagebootst. Hierbij werden twee concentrische buitenste ringen van gelijke grootte geroteerd met een snelheid van 2058 tpm, terwijl een deze twee buitenste ringen niet rakende, concentrisch daartussen geplaatste en evengrote binnenste ring
35 stil stond. Vervolgens werden met een hydraulisch systeem de twee buitenste ringen met een kracht van 825 N tegen de binnenste ring gedrukt. Deze procedure werd herhaald, waarbij de kracht gedurende 5 seconden werd aangelegd en vervolgens 30 seconden niet. De temperatuur werd gemeten zo dicht mogelijk
40 bij de contactvlakken tussen een buitenste ring en de binnen-

ste ring. Het zal duidelijk zijn dat op de contactoppervlakken zelf veel hogere, de materiaaleigenschappen van de contactoppervlakken aantastende, temperaturen worden bereikt. Het meten van de temperaturen aan de contactoppervlakken zelf is zeer lastig terwijl het meten nabij de contactoppervlakken veel eenvoudiger is en reeds voldoende indicatie geeft voor de aan de contactoppervlakken optredende temperaturen. In fig. 3a is voor onbeklede ringen het temperatuurverloop, alsmede het draaimoment zoals dat gemeten is met een sensor, uitgezet tegen het aantal omwentelingen van de buitenste ringen. Te zien valt dat de temperatuur fluctueert tussen ca. 60 en 130°C. Het draaimoment, dat een maat is voor de hoeveelheid wrijving, is ca 20 Nm. Na ca. 67.000 omwentelingen ontstond een witte laag gevolgd door de vorming van microscheuren. Daarop werd het experiment afgebroken.

In overeenstemming met de uitvinding werden de contactvlakken van de binnenste ring voorzien van een door middel van draadspuiten opgebrachte, 0,5 mm dikke laag molybdeen (fig. 3b) of brons (fig. 3c). Vervolgens werd ca. 0,1 mm afgedraaid waardoor een 0,3 tot 0,4 dikke laag overbleef.

Het in fig. 3b afgebeelde temperatuurverloop voor een met molybdeen bekleed contactvlak laat zien dat met name in het begin de temperatuurfluctuaties veel geringer zijn en dat minder hoge temperaturen worden bereikt. Uiteindelijk varieert de temperatuur in het bereik van 60 tot ca. 110°C. Na ca. 430.000 toeren is de molybdeenlaag nagenoeg verdwenen en heeft het draaimoment een waarde van ca. 20 Nm bereikt. In vergelijking met de onbeklede binnenringen uit het hiervoor beschreven experiment gaan de ringen waarbij een contactvlak met molybdeen is bekleed ca. 6 keer langer mee.

Fig. 3c laat het temperatuurverloop zien voor een met brons (Sprabronze AA) beklede binnenring. De temperatuur beweegt zich gedurende 1,2 miljoen toeren tussen ca. 45 en 85°C. Het draaimoment ligt duidelijk beneden 20 Nm, ook nabij het einde van het experiment wanneer de bronsbekleding vrijwel geheel verdwenen is. Gemiddeld gaan de ringen bij bekleding van een contactvlak met brons 20 keer langer mee dan in geval van onbeklede ringen.

Met deze voorbeelden is aangetoond dat door gebruik van een wrijving-verlagende laag volgens de uitvinding de

grootte van de temperatuurfluctuaties wordt verkleind en pas veel later bezwaarlijk hoge waarden worden bereikt. De levensduur van de ringen, d.w.z. voordat een witte laag ontstond en microscheurvorming optreedt, wordt sterk verlengd, met name
 5 wanneer brons als bekledingsmateriaal wordt toegepast. In de volgende tabel is de gemiddelde levensduur van de ringen gegeven.

	laag	levensduur in tpm
	brons	1.400.000
10	molybdeen	420.000
	onbekleed	70.000

Over het algemeen is de dikte van de wrijving-verlagende laag 0,1 tot 1 mm, afhankelijk van het toegepaste materiaal. Voorkeur wordt gegeven aan lagen tussen 0,2 en 0,5 mm.
 15

De wrijving-verlagende laag slijt tijdens bedrijf van de lagerinrichting af en om een indicatie daarvan te krijgen kan de wrijving-verlagende laag een eerste en een tweede wrijving-verlagende laag omvatten, waarbij deze een verschillende
 20 kleur hebben. Hiertoe kan op de binnenste loopvlakring eerst een dunne laag molybdeen zijn aangebracht gevolgd door een dikkere laag brons. Wanneer de molybdeenlaag door slijtage zichtbaar wordt dient het lager te worden vervangen en geschiedt dit voordat schade aan het lager is aangericht. Aange-
 25 zien het lager onbeschadigd is gebleven, biedt dit de mogelijkheid het betreffende lagerdeel van de lagerinrichting van een nieuwe wrijving-verlagende laag te voorzien, waarbij vóór het bekleden van het contactvlak restanten van een eerder aangebrachte wrijving-verlagende laag kunnen worden verwijderd.

30 De uitvinding is niet beperkt tot in de staalindustrie toegepaste uitvoeringsvormen van lagerinrichtingen noch tot het voorkomen van problemen door axiale schokbelastingen.

CONCLUSIES

1. Lagerinrichting (1) die geschikt is voor het op-
 5 vangen van schokbelastingen en is voorzien van ten opzichte
 van elkaar draaibare concentrische delen (2,3,3',6,6',7), wel-
 ke delen als groep een wentellager (6,6',7) en verder ten min-
 ste een tweede aangrenzend wentellager en/of een huisdeel (2,
 3,3') omvatten, waarbij de delen (2,3,3',6,6',7) elkaar kun-
 10 nen raken op naar elkaar toegekeerde, aanliggende contactvlak-
 ken (16,16',17,17'), **met het kenmerk**, dat van ten minste twee
 naar elkaar toegekeerde, aanliggende contactvlakken (16,16';
 17,17') één contactvlak is bekleed met een wrijving-verlagende
 laag.
- 15 2. Lagerinrichting (1) volgens conclusie 1, **met het**
kenmerk, dat de wrijving-verlagende laag 0,2 tot 0,5 mm dik
 is.
3. Lagerinrichting (1) volgens conclusie 1 of 2, **met**
het kenmerk, dat de wrijving-verlagende laag brons bevat.
- 20 4. Lagerinrichting (1) volgens één der voorgaande
 conclusies, **met het kenmerk**, dat de wrijving-verlagende laag
 molybdeen bevat.
5. Lagerinrichting (1) volgens één der voorgaande
 conclusies, **met het kenmerk**, dat de wrijving-verlagende laag
 25 een eerste en een tweede wrijving-verlagende laag omvat en
 deze een verschillende kleur hebben.
6. Lagerinrichting (1) volgens één der voorgaande
 conclusies, voorzien van ten minste een kegellager (7) en ge-
 schikt voor het opvangen van axiale schokbelastingen, **met het**
 30 **kenmerk**, dat het beklede contactvlak (16,16',17,17') deel uit-
 maakt van een zich in radiale richting uitstrekkend zijvlak
 van ten minste een van de delen (6,6',7).
7. Lagerinrichting (1) volgens conclusie 6, voorzien
 van twee aandrukdelen (4,4') die een dubbel kegellager (7) met
 35 aan weerszijden daarvan een cylinderlager (6,6') bijeenhouden,
 waarbij elk wentellager een binnenste loopvlakring (8,8',11)
 en een buitenste loopvlakring (9,9',12) omvat, **met het ken-**
merk, dat de binnenste loopvlakring (11) van het dubbele ke-
 gellager (7) aan de zich aan weerszijden van de binnenste
 40 loopvlakring (11) bevindende, zich in radiale richting

uitstrekken de zijvlakken op de contactvlakken (16', 17') ervan is bekleed met de wrijving-verlagende laag.

8. Wentellager (6,6',7) voor toepassing in een lagerinrichting (1) volgens één der voorgaande conclusies, **met het kenmerk**, dat dit ten minste één contactvlak (16,16',17,17') is bekleed met een wrijving-verlagende laag.

9. Werkwijze voor het vervaardigen van een deel (2,3,3',6,6',7) van een lagerinrichting (1) volgens een der conclusies 1 tot 7, waarbij het deel (2,3,3',6,6',7) is voorzien van ten minste één uitwendig contactvlak (16,16',17,17'), **met het kenmerk**, dat ten minste één uitwendig contactvlak (16,16',17,17') door thermisch spuiten wordt bekleed met een wrijving-verlagende laag.

10. Werkwijze volgens conclusie 9, **met het kenmerk**, dat de wrijving-verlagende laag wordt aangebracht door middel van draadspuiten.

11. Werkwijze volgens conclusie 9 of 10, **met het kenmerk**, dat brons wordt toegepast als materiaal voor de wrijving-verlagende laag.

12. Werkwijze volgens een der conclusies 9 tot 11, **met het kenmerk**, dat molybdeen wordt toegepast als materiaal voor de wrijving-verlagende laag.

13. Werkwijze volgens één der conclusies 9 tot 12, **met het kenmerk**, dat vóór het bekleden van het contactvlak (16,16',17,17') restanten van een eerder aangebrachte wrijving-verlagende laag worden verwijderd.

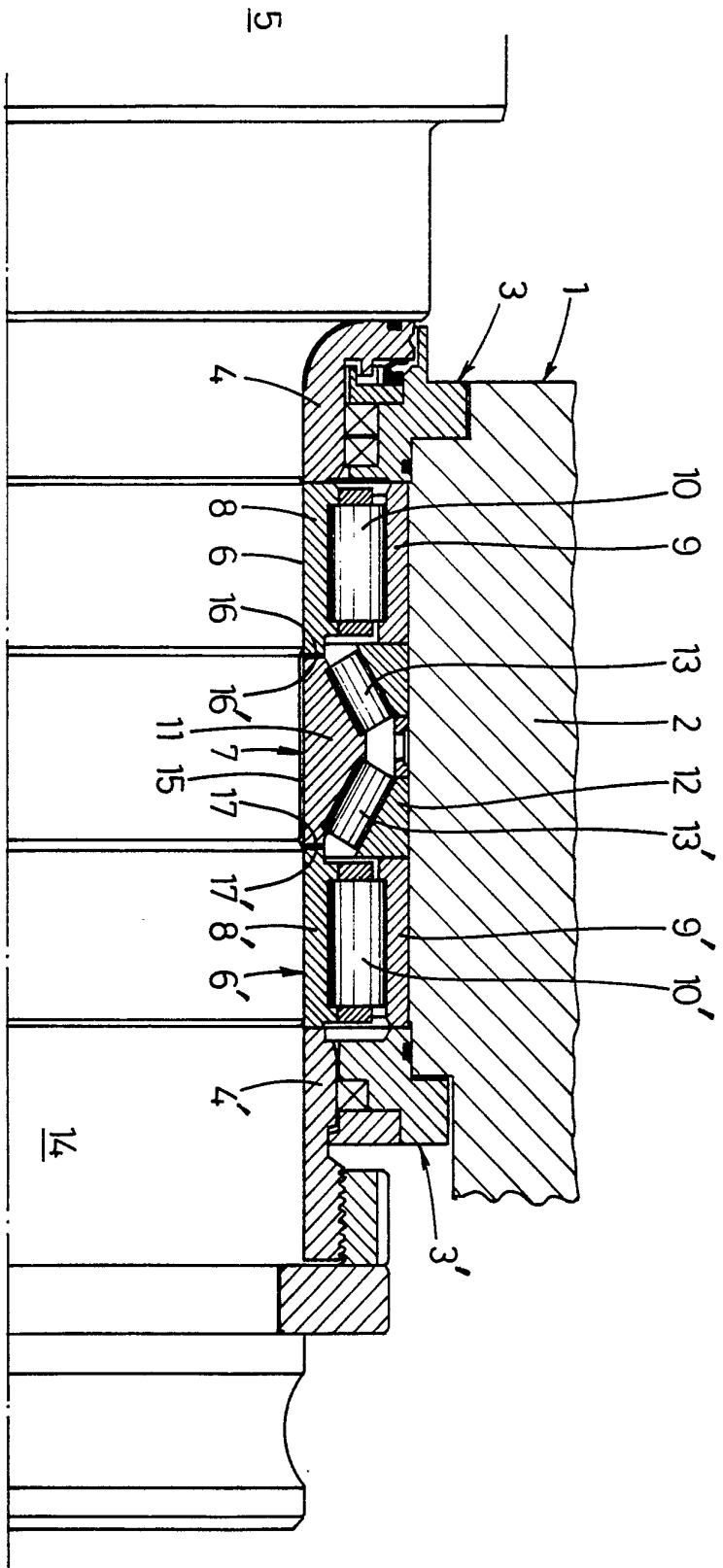


Fig.1

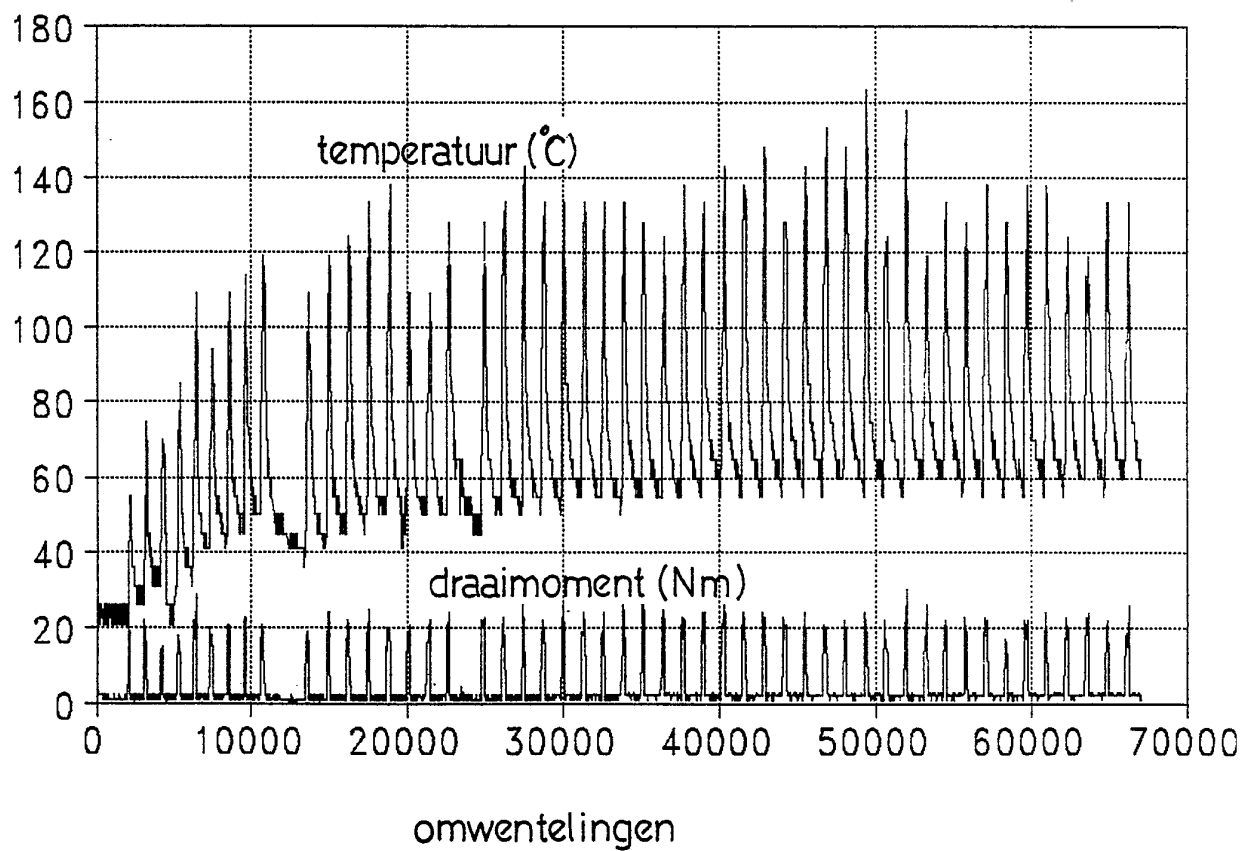
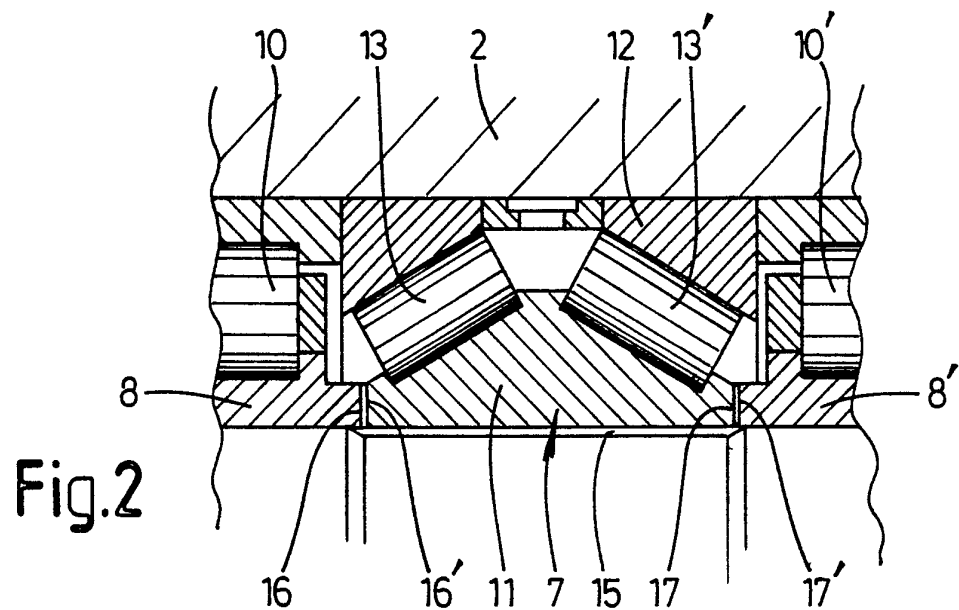


Fig.3A

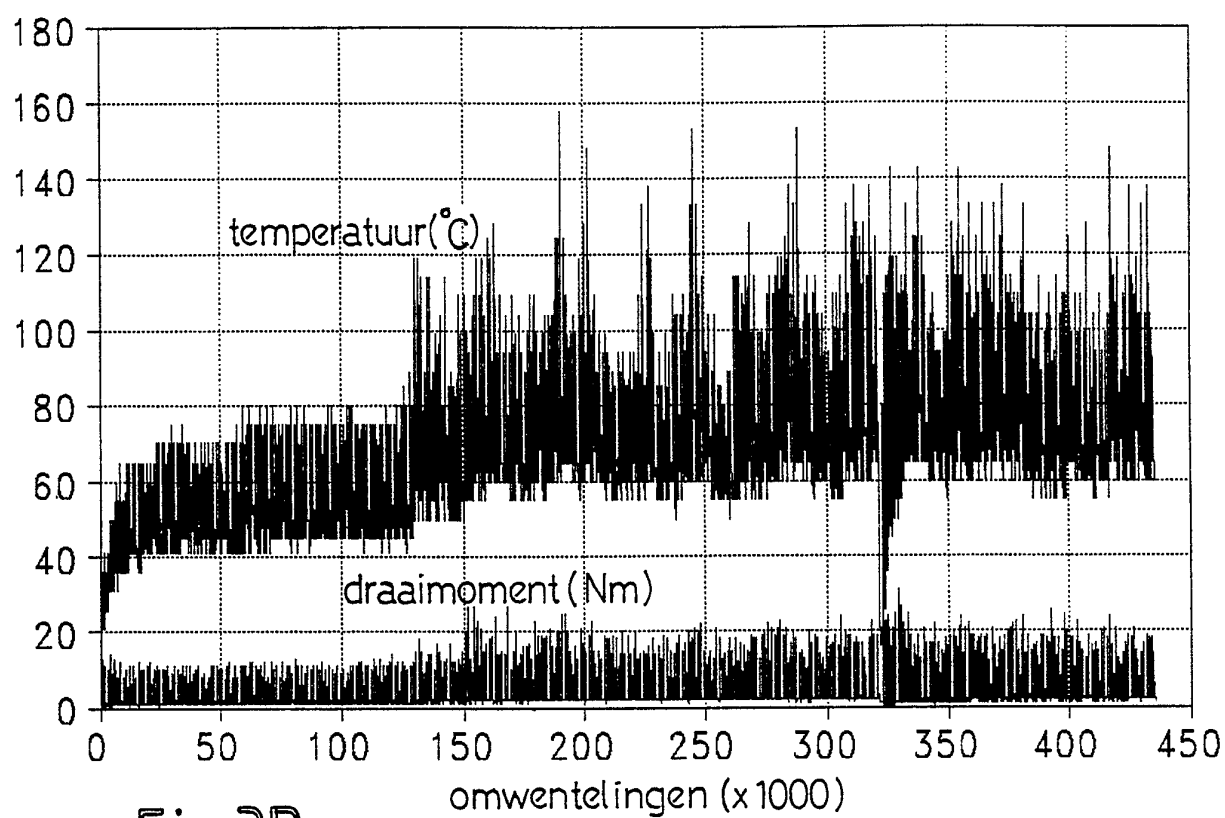


Fig.3B

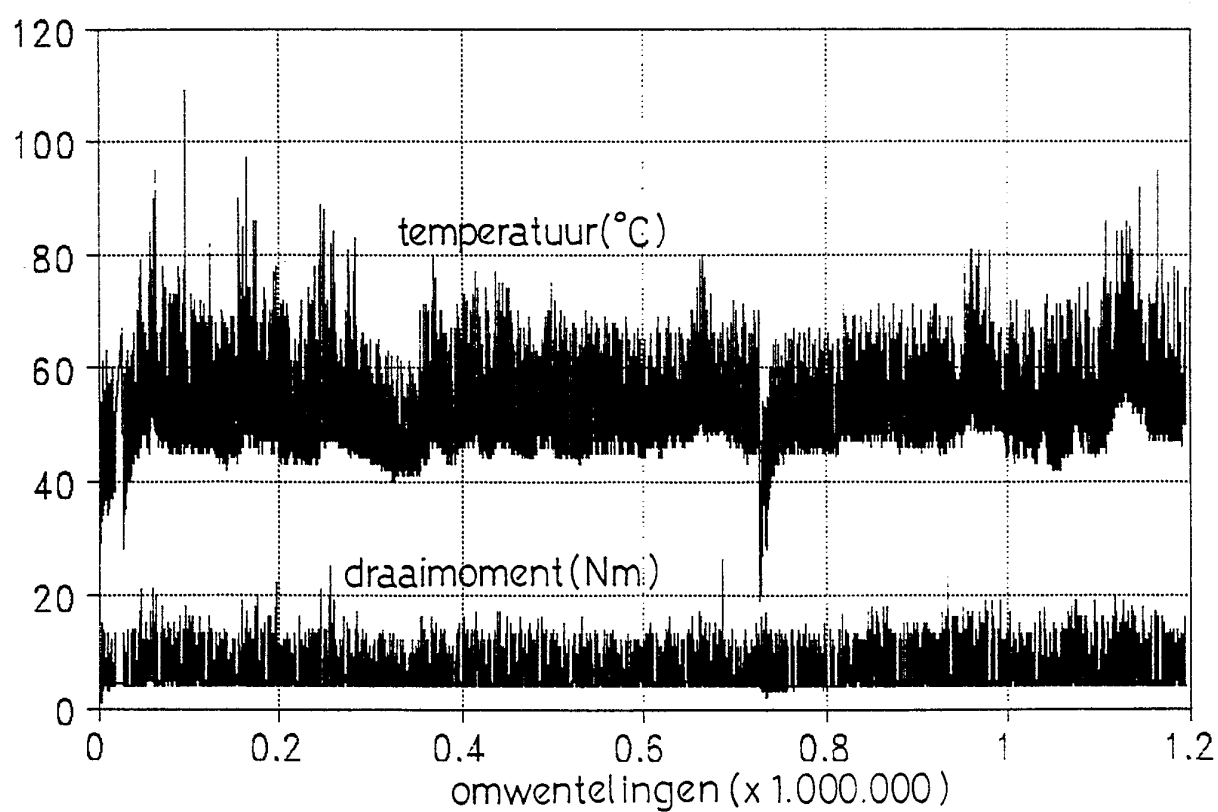


Fig.3C