

①9



Bureau voor de
Industriële Eigendom
Nederland

①1 1007046

①2 C OCTROOI²⁰

②1 Aanvraag om octrooi: 1007046

⑤1 Int.Cl.⁶
F16C33/30, F16C33/62

②2 Ingediend: 16.09.97

④1 Ingeschreven:
17.03.99

④7 Dagtekening:
17.03.99

④5 Uitgegeven:
03.05.99 I.E. 99/05

⑦3 Octrooihouder(s):
**SKF Industrial Trading & Development
Company B.V. te Nieuwegein.**

⑦2 Uitvinder(s):
**Stuart Alexander Leslie Horton te Zeist
Renier Olga Ernst Vijgen te Vleuten
Robin Thomas Cundhill te Nieuwegein
Hans Sjostrom te Gotenburg (SE)**

⑦4 Gemachtigde:
Ir. L.C. de Bruijn c.s. te 2517 KZ Den Haag.

⑤4 **Bekleed wentellager.**

⑤7 Een wentellager, omvatten een binnenring, een buitenring en wentelelementen die in rollende aanraking zijn met de loopbanen van de binnenring en de buitenring. De wentelelementen en/of de loopbaan van ten minste één der ringen is bekleed met een met metaal gemengde diamant-achtige koolstoflaag. Ook hulponderdelen zoals een kooi, afdichtingen, schermen en/of een geleidingsring die in aanraking zijn met de ringen, de wentelelementen en/of een andere van die onderdelen, kunnen zijn bekleed met een met metaal gemengde diamant-achtige koolstoflaag.

NL C 1007046

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

Bekleed wentellager

De uitvinding betreft het gebied van wentellagers. Wentellagers worden in verschillende omgevingen toegepast. Zolang de smering
5 verzekerd is, kan hun normale ontwerp-levensduur over het algemeen zonder problemen worden bereikt.

Onder omstandigheden echter waar slechte of marginale smering bestaat, is het gedrag van wentellagers minder gunstig. In dergelijke gevallen kan het zelfs onmogelijk blijken om een smeermiddelfilm te
10 vormen, hetgeen leidt tot een direct metaal op metaalcontact van de wentelelementen en de ringen, hetgeen tot adhesieve slijtage leidt, zoals vreten, en voortijdig bezwijken.

Bovendien vertonen wentellagers, die gedurende perioden blootgesteld worden aan vibrerende of trillende bewegingen terwijl zij
15 zich onder statische belasting bevinden zonder verdraaien van het lager, vaak het fenomeen dat bekend staat onder "False-Brinelling", hetgeen ook de levensduur van het lager kan beperken.

Tengevolge van deze verschijnselen wordt de levensduur bij slechte smeringsomstandigheden aanzienlijk nadelig beïnvloed. Er is
20 getracht om dit probleem te verlichten door harde bekledingen op de lagerdelen aan te brengen, die bijvoorbeeld carbide en nitride bekledingen bevatten (bijvoorbeeld TiN, TiC, CrN), alsmede vaste smeermiddelen zoals molybdenum di-sulphide.

Geen van deze pogingen heeft echter een belangrijke verbetering
25 opgeleverd. Hoewel de nitride en carbide bekledingen een hoog hardheidsniveau bezitten en een goede weerstand tegen slijtage verschaffen, zijn de wrijvingscoëfficiënten ook hoog. Deze hoge wrijvingscoëfficiënten leiden die combinatie met de hoge hardheid tot abrasieve slijtage van het tegenvlak, dat wil zeggen van een ring of
30 een wentelelement.

Verder wordt de sterke hechting van de TiC, TiN en CrN bekledingen slechts bereikt bij verhoudingsgewijze hoge bekledingstemperaturen in de ordergrootte van 400 °C. Dergelijke bekledingen worden alom gebruikt voor snijgereedschappen waarvan het
35 substraatmateriaal vervaardigd is uit een hoog-gelegeerd hoge-snelheidsstaal dat zijn hardheid bewaart tot temperaturen van 500 tot 540 °C, als gevolg van het verschijnsel van secundair harden. Dergelijke bekledingstemperaturen zouden tot overmatige zachtheid en

afmetingsveranderingen leiden bij de laag gelegeerde staalsoorten die gewoonlijk gebruikt worden voor wentellagers.

Volgens US-A-5108813 kunnen normale diamant-achtige koolstofbekledingen worden aangebracht op glijlagers. Een diamant-achtige koolstofbekleding wordt omschreven als een laag van een amorf gehydrogeneerde koolstof bestaande uit zowel sp^3 als sp^2 gehybridiseerde koolstofbindingen. Terwijl in glijlagers de hechting van een diamant-achtige koolstofbekleding aan het substraat voldoende is, leiden dergelijke bekledingen in wentellagers tot afschilferen als gevolg van de veel hogere contactspanningen in een wentellager.

Het doel van de uitvinding is daarom een wentellager te verschaffen dat een verbeterde levensduur bezit onder omstandigheden waarbij de smering slecht of afwezig is. Dat doel wordt bereikt doordat de wentelelementen en/of de loopbaan van tenminste één der ringen is bekleed met een met metaal gemengde diamant-achtige koolstoflaag.

De met metaal gemengde diamant-achtige koolstofbekleding volgens de uitvinding verschaft zowel een lage wrijving als een hoge weerstand tegen slijtage, zelfs bij de hoge contactspanningsniveaus die optreden bij wentellagers (dergelijke spanningen kunnen tot 3 of 4 GPA bedragen). De diamant-achtige koolstofbekleding volgens de uitvinding, gemengd met carbide vormende metaalatomen kan deze hoge contactspanningniveaus dragen zonder tot schilferen in het metaal zelf of met betrekking tot de substraten leiden, indien de bekledingstructuur zodanig is geoptimaliseerd dat een hoge hechting wordt verkregen.

Daarom is de betreffende bekleding geschikt voor die toepassingen waarbij wentellagers in droge toestand bedreven worden, of waarbij de smering slecht of zelfs afwezig is.

Volgens een voorkeursuitvoering is de met metaal gemengde diamant-achtige koolstofbekleding gevormd op een metallische tussenlaag van Cr, W, Mo, of Al, die vooraf is aangebracht op het oppervlak van het substraat. Er moet een geleidelijke overgang zijn van de metallische tussenlaag in de met metaal gemengde bekleding. De diamant-achtige koolstofbekleding, aangebracht op de metallische interlaag, bevat ook één of meer metallische carbide vormende elementen zoals W, Mo, of Ti.

Het met metaal gemengde, diamant-achtige koolstofdeel van de bekleding kan bestaan uit afwisselende evenwijdige lagen van hoofdzakelijk diamant-achtige koolstof, maar met enig metaalcarbide, en hoofdzakelijk metaalcarbide, met enig diamant-achtige koolstof, elk
 5 in de orde van 1 tot 50 nanometer dikte. Als alternatief kan de metaalcarbide voorkomen in de vorm van clusters die verspreid zijn door een laag diamant-achtige koolstof. De dikte van het met metaal gemengde diamant-achtige koolstofdeel van de bekleding kan tot 10 μm bedragen. De meerlagige structuur van de bekleding leidt tot verlaagde
 10 restspanning in de bekleding en derhalve tot een versterkte hechting, in vergelijking tot conventionele enkellagige diamant-achtige koolstofbekledingen, met of zonder een metalen tussenlaag.

Een verder belangrijk kenmerk van de bekleding is de mogelijkheid tot het verlagen van het gehalte aan metallisch carbide vormende
 15 elementen, in de richting van het oppervlak tijdens het bekledingsproces, waardoor het diamant-achtige karakter van de buitenste lagen van de bekleding wordt versterkt. Dit leidt tot een nog hogere hechting van het substraat, maar tegelijkertijd biedt hij ook de mogelijkheid tot een significante verhoging van de
 20 oppervlaktehardheid aangezien de buitenlaag van de bekleding nu dichter in de buurt komt van zuiver diamant-achtige koolstof. In dit geval levert de lager wrijving en de grotere hardheid het voordeel op van een grotere slijtageweerstand, terwijl de hogere adhesie die nodig is voor wentellagers, behouden blijft.

Tevens kan er een geleidelijke toename zijn in het grafietgehalte naar het bekledingsoppervlak. Dit heeft het voordeel dat de wrijvingscoëfficiënt verder verlaagd wordt. Natuurlijk kan zowel een vermindering van het metallisch carbide vormende element, alsmede een toename in het grafietgehalte naar het bekledingsoppervlak worden
 25 bereikt.
 30

De met metaal gemengde, diamant-achtige koolstof bekleding kan ook metallisch nikkel of mogelijk ijzer bevatten, ter verlaging van de kosten van het carbide vormende element bronmateriaal.

Verder kan de met metaal gemengde diamant-achtige koolstof laag
 35 worden aangebracht op een bekledingstemperatuur $< 240\text{ }^{\circ}\text{C}$, met de voor wentellagers vereiste hoge adhesieniveaus. In dit opzicht kunnen temperatuurgevoelige, laag gelegeerde lagerstalen in verharde en getempereerde toestand worden bekleed, zodanig dat geen micro-

structurele veranderingen of faseveranderingen van het substraatmateriaal optreden, met als gevolg dat geen onomkeerbare afmetingsveranderingen van de beklede lagerdelen optreedt. Dit maakt het samenstellen mogelijk van ringen en/of wentelelementen met
5 standaardonderdelen, en vermijdt de noodzaak tot het zoeken van passende onderdelen ter verkrijging van de gewenste lagernauwkeurigheid en inwendige speling.

Verder leidt de lage bekledingstemperatuur ertoe dat de hardheid van het substraat en de vermoeiingseigenschappen van
10 temperatuurgevoelige, laaggelegeerde lagerstaalsoorten niet nadelig worden beïnvloed, en dat de standaard statische en dynamische capaciteit voor het lager nog steeds gelden. Niettemin kan de bekleding ook worden aangebracht op hooggelegeerde staalsoorten, zoals martensitisch roestvrijstaal en hogesnelheidsstaal.

15 De uitvinding zal verder worden toegelicht onder verwijzing naar een in de figuur weergegeven uitvoeringsvoorbeeld.

De figuur toont een dwarsdoorsnede door de buitenste lagen van het wentelelement of de loopbaan van een ring van een wentellager. De betreffende bekleding is in zijn geheel aangeduid met
20 verwijzingsnummer 1, en is aangebracht op een substraat zoals bijvoorbeeld lagerstaal.

Die bekleding omvat een metalen tussenlaag 3, die direct op het substraat 2 is aangebracht.

Verder is er een overgangsgebied 4 dat de metalen tussenlaag 3
25 volgt. Dit overgangsgebied 4 omvat een gebied waarin een meerlagige overgang optreedt, met afwisselende metaalcarbide lagen 5 en metallische lagen 6. Vervolgens treedt een geleidelijk overgangsgebied 7 op, in de meerlagige structuur 8. Het overgangsgebied 7 verschaft een geleidelijke overgang van metaalcarbide naar een mengsel uit
30 metaalcarbide en diamant-achtige koolstof. Die meerlagige structuur 8 omvat afwisselende metaalcarbidelagen 9 en diamant-achtige koolstoflagen 10.

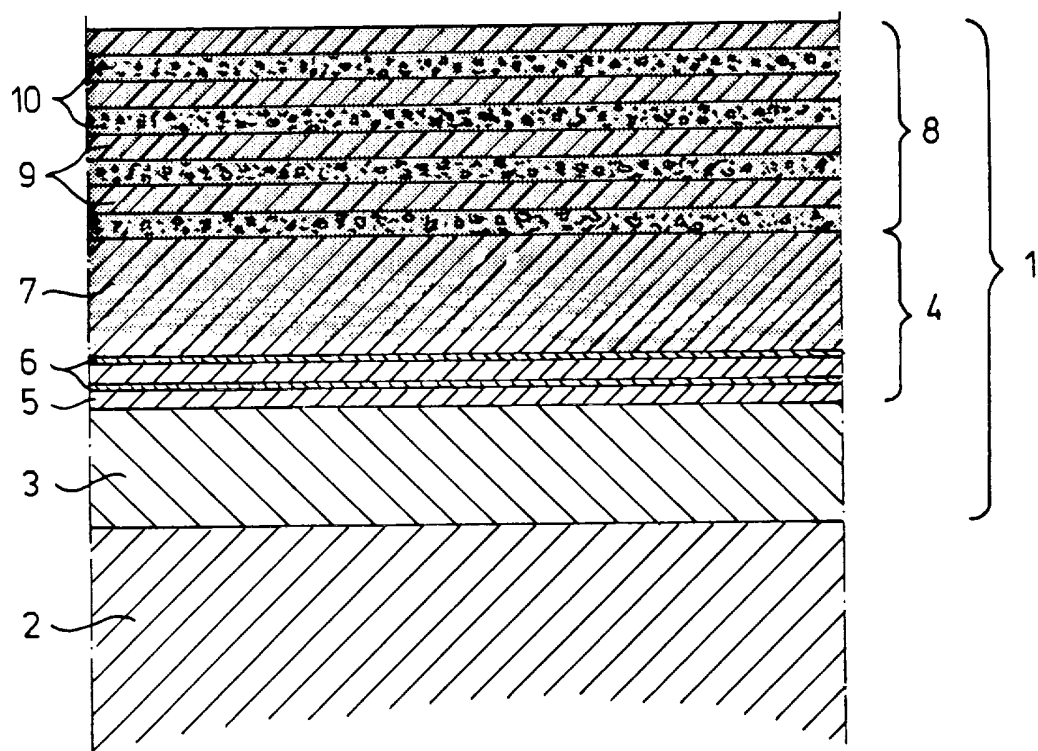
Conclusies

1. Wentellager, omvattende een binnenring, een buitenring en wentelelementen die rollend in aanraking zijn met de loopbanen van de binnenring en de buitenring, met het kenmerk dat de wentelelementen en/of de loopbaan van tenminste één der ringen is bekleed met een met metaal gemengde diamant-achtige koolstoflaag.
2. Wentellager volgens conclusie 1, en omvattende hulponderdelen zoals een kool, afdichtingen, schermen en/of een geleidingsring die in aanraking zijn met de ringen, de wentelelementen en/of een andere van die onderdelen, waarbij tenminste één van die hulponderdelen is bekleed met een met metaal gemengde diamant-achtige koolstoflaag.
3. Wentellager volgens conclusie 1 of 2, waarbij de dikte van de met metaal gemengde diamant-achtige koolstof bekleding tot 10 μm bedraagt.
4. Wentellager volgens conclusie 1, 2 of 3, waarbij de met metaal gemengde diamant-achtige koolstoflaag aangebracht is op een tussenliggende metaallaag.
5. Wentellager volgens conclusie 4, waarbij de met metaal gemengde diamant-achtige koolstofbekleding aangebracht is op een laag uit Cr, W, Mo, or Al.
6. Wentellager volgens conclusie 4 of 5, waarbij tussen de met metaal gemengde diamant-achtige koolstoflaag en de tussenliggende metaallaag zich een overgangsgebied bevindt.
7. Wentellager volgens één van de voorgaande conclusies, waarbij de metaal bevattende diamant-achtige koolstoflaag aangebracht is op de bekleding op een temperatuur van $< 240\text{ }^{\circ}\text{C}$.
8. Wentellager volgens conclusies 1, 2 en 3, waarbij er een graduele vermindering is van het metallisch carbide vormende element (bij voorkeur W, Mo of Ti) gehalte in de richting van het

bekledingsoppervlak zodanig dat de buitenste gebieden van de bekleding meer een diamant-achtige koolstofaard verkrijgen.

9. Wentellager volgens één van de voorgaande conclusies, waarbij
5 er een graduele toename bestaat in het grafietgehalte naar het bekledingsoppervlak.

10. Wentellager volgens één van de voorgaande conclusies, waarbij de met metaal gemengde diamant-achtige koolstoflaag nikkel bevat.



SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)
RAPPORT BETREFFENDE
NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE

IDENTIFIKATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE	Kenmerk van de aanvrager of van de gemachtigde N.O. 41349 EH
Nederlandse aanvraag nr. 1007046	Indieningsdatum 16 september 1997
	Ingeroepen voorrangsdatum
Aanvrager (Naam) SKF INDUSTRIAL TRADING & DEVELOPMENT COMPANY 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. SN 30045 NL
I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven)	
Volgens de internationale classificatie (IPC) Int.Cl. ⁶ : F 16 C 33/30	
II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK	
Onderzochte minimum documentatie	
Classificatiesysteem	Classificatiesymbolen
Int.Cl. ⁶ :	F 16 C
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 1007046

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
IPC 6 F16C33/30

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

B. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
IPC 6 F16C

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)

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

Categorie *	Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 95, no. 3, 28 April 1995 & JP 06 341445 A (SHOJIRO MIYAKE), 13 December 1994, zie samenvatting ---	1,2
X	US 5 593 234 A (LISTON) 14 Januari 1997 zie kolom 10, regel 18 zie kolom 10, regel 34 - regel 40 ---	1,3,4,7
A	WO 95 12693 A (UTC) 11 Mei 1995 zie bladzijde 3, regel 20 - regel 23 zie bladzijde 9, regel 18 - regel 21 ---	1-5,7
A	US 5 631 761 A (LEE) 20 Mei 1997 zie kolom 1, regel 53 - regel 58 zie kolom 2, regel 37 - regel 60 ---	1,3,4
	--- -/--	

☒ Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

☒ 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 aanvraag, 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

4 Mei 1998

Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek van
internationaal type

Naam en adres van de instantie

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

De bevoegde ambtenaar

Orthlieb, C

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1007046

C.(Vervolg). VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN		
Categorie *	Geoteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie nr.
A	US 4 540 636 A (MAC IVER) 10 September 1985 zie het gehele document ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 617 (C-1129), 15 November 1993 & JP 05 186870 A (SEIKO), 27 Juli 1993, zie samenvatting ---	1,6,8
A	EP 0 438 775 A (GENERAL ELECTRIC) 31 Juli 1991 zie conclusie 5 ---	1,2
A	US 4 960 643 A (LEMELSON) 2 Oktober 1990 zie het gehele document ---	1
A	US 5 108 813 A (NODA) 28 April 1992 in de aanvraag genoemd zie het gehele document -----	1

**VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE**

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1007046

In het rapport genoemd octrooigescrift		Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)		Datum van publicatie
US 5593234	A	14-01-1997	JP 9133138	A	20-05-1997
WO 9512693	A	11-05-1995	US 5482602	A	09-01-1996
			AU 8086094	A	23-05-1995
US 5631761	A	20-05-1997	GEEN		
US 4540636	A	10-09-1985	DE 3447447	A	04-07-1985
			JP 60159168	A	20-08-1985
			US 4554208	A	19-11-1985
			US 4618505	A	21-10-1986
EP 438775	A	31-07-1991	US 4962519	A	09-10-1990
US 4960643	A	02-10-1990	US 5456406	A	10-10-1995
			US 4974498	A	04-12-1990
			US 5096352	A	17-03-1992
			US 5040501	A	20-08-1991
			US 5067826	A	26-11-1991
			US 5255929	A	26-10-1993
			US 5132587	A	21-07-1992
			US 5288556	A	22-02-1994
			US 5284394	A	08-02-1994
			US 5332348	A	26-07-1994
			US 5360227	A	01-11-1994
US 5108813	A	28-04-1992	JP 2620976	B	18-06-1997
			JP 3040984	A	21-02-1991