

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Dezember 2024 (12.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/251320 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16C 33/58 (2006.01) *F16C 33/14* (2006.01)
F16C 33/62 (2006.01) *F16C 33/12* (2006.01)
F16C 33/64 (2006.01) *F16C 33/20* (2006.01)
F16C 33/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2024/100228

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. März 2024 (19.03.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 115 016.2
07. Juni 2023 (07.06.2023) DE
10 2024 107 407.8
15. März 2024 (15.03.2024) DE

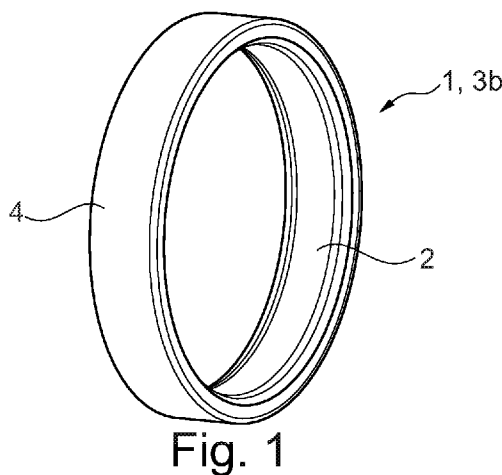
(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **MUELLER, Bjoern**; Rosenweg 3, 97262 Hausen (DE). **MADRON, Milan**; Sodener Str. 15, 63743 Aschaffenburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: BEARING RING AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF, AND ROLLING BEARING OR PLAIN BEARING HAVING AT LEAST ONE SUCH BEARING RING

(54) Bezeichnung: LAGERRING UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG, SOWIE WÄLZLAGER ODER GLEITLAGER MIT MINDESTENS EINEM SOLCHEN LAGERRING



(57) Abstract: The invention relates to a bearing ring (1, 1') of a rolling bearing (8) or plain bearing (9), comprising a metal ring body (2) and a ceramic layer (5), which is arranged at least at the outer circumference or at least at the inner circumference of the ring body (2) and is formed in an open-pored manner by thermal spraying, containing a pore volume in the range of 2% by volume to less than 10% by volume, wherein an open pore space of the ceramic layer (5) is filled with a plastics material (6) that comprises at least one polymeric binder, at least one reactive diluent, at least one photoinitiator and at least one curing agent and has been cured at least partially by means of UV radiation, wherein the ceramic layer (5) and the cured plastics material (6) form an electrically insulating coating (4). The invention also relates to a method for producing the bearing ring (1, 1') and to a rolling or plain bearing (8, 9) having such a bearing ring (1, 1').

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Lagerring (1, 1') eines Wälzlagers (8) oder Gleitlagers (9), umfassend einen metallischen Ringkörper (2) und eine zumindest am Außenumfang oder zumindest am Innenumfang des Ringkörpers (2) angeordnete, durch thermisches Spritzen offen-porig ausgebildete Keramikschicht (5) enthaltend ein Porenvolumen im Bereich von 2 Vol.-% bis kleiner als 10 Vol.-%, wobei ein offener Porenraum der Keramikschicht (5) mit einem Kunststoffmaterial (6) verfallt ist, das mindestens ein polymeres Bindemittel, mindestens einen Reaktivverdünner, mindestens einen Fotoinitiator und mindestens einen Härter umfasst und zumindest teilweise mittels UV-Strahlung ausgehärtet ist, wobei die Keramikschicht (5) und das ausgehärtete Kunststoffmaterial (6) eine elektrisch isolierende Beschichtung (4) ausbilden. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung des Lagerrings (1, 1') und ein Wälz- oder Gleitlager (8, 9) mit einem solchen Lagerring (1, 1').



WO 2024/251320 A1

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

**Lagerring und Verfahren zu dessen Herstellung, sowie
Wälzlager oder Gleitlager mit mindestens einem solchen Lagerring**

Die Erfindung betrifft einen Lagerring eines Wälzlagers oder Gleitlagers, umfassend
5 einen metallischen Ringkörper und eine zumindest am Außenumfang oder zumindest
am Innenumfang des Ringkörpers angeordnete, durch thermisches Spritzen offen-
porig ausgebildete Keramikschiicht, wobei ein offener Porenraum der Keramikschiicht
mit einem Kunststoffmaterial verfüllt ist. Dabei bilden die Keramikschiicht und das aus-
gehärtete Kunststoffmaterial eine elektrisch isolierende Beschichtung aus. Die Erfin-
10 dung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Lagerringes und
ein Wälz- oder Gleitlager, umfassend mindestens einen solchen Lagerring.

Lagerringe der eingangs genannten Art sind bereits bekannt. So beschreibt die
WO 2014 174 382 A1 einen Lagerring mit einem Korpus, der eine elektrisch isolieren-
15 de Beschichtung aus einer Keramikschiicht mit 10 bis 50 % Poren aufweist und einem
Kunststoff, der zum Verfüllen der Poren und Ausbilden einer Beschichtung auf der Ke-
ramikschiicht vorgesehen ist. Die Keramikschiicht wird auf den Korpus mittels eines
thermischen Spritzverfahrens aufgebracht und insbesondere aus einem oder mehre-
ren Oxiden, Nitrid oder Spinell gebildet. Die elektrisch isolierende Beschichtung an
20 dem Lagerring gewährleistet eine hohe Isolationsleistung gegenüber hochfrequenten
beziehungsweise kapazitiven Strömen bei einem Einsatz des Lagerringes in einem
Wälzlager.

Die DE 100 29 917 A1 beschreibt einen Formkörper aufweisend einen elektrisch lei-
25 tenden Grundkörper, auf dem mindestens eine porenhaltige Schicht aufgebracht ist,
die im Vakuum mit einem polymerisierbaren Kunststoff infiltriert ist. Dabei kann der
Auftrag der porenhaltigen Schicht, die insbesondere einen Porenanteil bis zu 20 Vol.-%
aufweist, auf den Grundkörper durch thermisches Spritzen erfolgen. Die porenhalti-
ge Schicht wird bevorzugt aus einem Werkstoff einer Gruppe umfassend unter ande-
30 rem keramische Materialien in Form von Chromoxid, Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Spi-
nelle des Aluminiumoxids und Aluminiumtitanats, sowie Mullit, gebildet. Der polymeri-

sierbare Kunststoff wird unter Erwärmung oder UV-Bestrahlung ausgehärtet. Die infiltrierte Schicht soll den Grundkörper vor Korrosion schützen und elektrisch isolieren.

In heutigen Elektromotoren werden zunehmend elektrisch isolierte Wälzlager eingesetzt. Durch den verstärkten Bedarf im Bereich der Elektromobilität, besteht ein Mangel an kostengünstigen Verbundmaterialien zur elektrischen Isolation von Bauteilen. Die Aushärtezeiten der derzeit bekannten und zur Versiegelung thermischer Spritzschichten eingesetzter Kunststoffmaterialien betragen in der Regel länger als 30 min und beeinflussen die Beschichtungskosten negativ. Meist ist zudem ein Wärmeeintrag erforderlich, um das Aushärten zu initiieren und zu beschleunigen.

Es ist somit Aufgabe der Erfindung, eine Reduzierung der Aushärtezeiten der Kunststoffmaterialien zur Versiegelung thermischer Spritzschichten aus Keramik zu erzielen.

Die Aufgabe wird für einen Lagerring eines Wälzlagers oder Gleitlagers, umfassend einen metallischen Ringkörper und eine zumindest am Außenumfang oder zumindest am Innenumfang des Ringkörpers angeordnete, durch thermisches Spritzen offengeporig ausgebildete Keramikschicht enthaltend ein Porenvolumen im Bereich von 2 Vol.-% bis kleiner als 10 Vol.-%, dadurch gelöst, dass ein offener Porenraum der Keramikschicht mit einem Kunststoffmaterial verfüllt ist, das mindestens ein polymeres Bindemittel, mindestens einen Reaktivverdünner, mindestens einen Fotoinitiator und mindestens einen Härter umfasst und zumindest teilweise mittels UV-Strahlung ausgehärtet ist, wobei die Keramikschicht und das ausgehärtete Kunststoffmaterial eine elektrisch isolierende Beschichtung ausbilden.

Ein derartiger Lagerring ist kostengünstig und schnell herstellbar, wobei ein Aushärten des Kunststoffmaterials in maximal 10 min erreicht werden kann.

Vorzugsweise werden zumindest 20%, insbesondere zumindest 50%, bevorzugt zumindest 80%, der offenen Poren, insbesondere der an der Oberfläche der Keramikschicht angeordnete Poren, von dem Kunststoffmaterial ausgefüllt. Durch eine entsprechend niedrige Viskosität des Kunststoffmaterials, insbesondere im Bereich von

einer dynamischen Viskosität η im Bereich von $< 250 \pm 25$ mPa·s (bei 20 °C), kann eine Infiltration der Keramikschicht ermöglicht und verbessert werden.

Das noch nicht ausgehärtete Kunststoffmaterial weist demnach vorzugsweise eine
5 dynamische Viskosität η im Bereich von 250 ± 25 mPa·s (bei 20°C) auf, um eine ausreichende Infiltration der Keramikschicht sicherzustellen.

Durch die Verbindung eines Fotoinitiators mit mindestens einem polymeren Bindemittel kann ein Kunststoffmaterial zur Verfügung gestellt werden, welches mittels UV-
10 Bestrahlung zumindest teilweise oder vollständig gehärtet werden kann, wobei die mittels der UV-Bestrahlung eingebrachte Aktivierungsenergie eine Polymerisation des nicht unmittelbar von der UV-Bestrahlung bestrahlten Kunststoffmaterials bedingen kann. Hierdurch können auch Bereiche des Kunststoffmaterials zuverlässig ausgehärtet werden, die beispielsweise nicht mittels einer UV-Lampe bestrahlt werden können,
15 insbesondere weil sich diese Bereiche innerhalb von Poren und nicht an der Oberfläche der Keramikschicht befinden.

Fotoinitiatoren können nach Absorption von UV-Licht zerfallen und so reaktive Radikale oder Kationen bilden, die eine Polymerisation des Kunststoffmaterials, insbesondere der Polymerkomponenten, initiieren können. Es ist bevorzugt, dass es
20 sich bei dem Fotoinitiator vorzugsweise um einen radikalischen Fotoinitiator handelt. Bei dem mindestens einen Fotoinitiator kann es sich um einen aus der Gruppe der α -Hydroxy-, α -Alkoxy- oder α -Amino-Arylketone, Phosphinoxide, insbesondere Acylphosphinoxide und/oder Kombinationen hiervon handeln. Vorgenannte Fotoinitiatoren können in zuverlässiger Weise eine Polymerisation, insbesondere eine
25 Kettenpolymerisation, nach einer UV-Bestrahlung auslösen und daher eine im Wesentlichen vollständige Härtung des Kunststoffmaterials ermöglichen.

Durch das Vorsehen zumindest eines Reaktivverdünners kann die Viskosität des
30 Kunststoffmaterials eingestellt werden, so dass das Kunststoffmaterial in zuverlässiger Weise in die Poren der Keramikschicht eingebracht werden kann. Ebenfalls kann durch die Zugabe von Reaktivverdünnern die Haftung und die Vernetzung des Kunst-

stoffmaterials auf der Keramikschicht verbessert werden. Der zumindest eine Verdünner kann beispielsweise Acrylsäureester umfassen. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Verdünner ausgewählt aus der Gruppe umfassend Vinylester, Mono-, Di-, Tri- oder Poly(meth)acrylate, wie Hydroxyalkyl(meth)acrylate, wie Hydroxypropylmethacrylat, wie Trimethyl-1,5pentanedioldiacrylat, sonstige(Meth)acrylsäureester, wie Acetacetoxyalkyl(meth)acrylat, (Meth)acrylsäuremethylester, Butandioldi(meth)acrylat, diacrylate Ethandioldi(meth)acrylat, Diethylglykoldi(meth)acrylat, Trimethylolpropantri(meth)acrylat, oder Polyethylenglykoldi(meth)acrylat; Styrole, wie Styrol, α -Methylstyrol, Vinyltoluol, Butylstyrol, Divinylbenzol, Epoxide, und/oder Kombinationen hiervon. Insbesondere kann hierdurch eine vorteilhafte Viskosität des Versiegelungsmittels ermöglicht werden, so dass das Versiegelungsmittel in zuverlässiger Weise in die Poren der Struktur eingebracht werden kann.

Durch eine geeignete Auswahl des mindestens einen Bindemittels können die Versiegelungs- und Vernetzungseigenschaften des Kunststoffmaterials verbessert werden. Beispielsweise kann es sich bei dem mindestens einen Bindemittel um ein wasserlösliches Bindemittel handeln. Vorzugsweise umfasst das Bindemittel Urethanacrylat. Beispielsweise kann es sich um ein OH-funktionelles Acrylat, insbesondere Urethanacrylat, handeln.

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel ausgewählt ist aus der Gruppe umfassend Acrylate, insbesondere Methacrylat, (Poly-)Urethanacrylat, Isocyanat, Silikon, Silikat, Epoxidharz, Polyester, insbesondere ungesättigter Polyester, Vinylester, Polyesterharz, insbesondere ungesättigtes Polyesterharz, Vinylesterharz, Phenol-Formaldehydharz, Diallylphthalatharz, Methacrylatharz, Polyurethan, Aminoharze, wie beispielsweise Melaminharz, insbesondere Hexamethoxymethylmelamin, und/oder Harnstoffharz, und/oder Kombinationen hiervon. Vorgenannte Bestandteile können beispielsweise vorteilhafte Versiegelungs- und Vernetzungseigenschaften für das Kunststoffmaterial ermöglichen.

Das Bindemittel ist bevorzugt in einem Bereich von 20 bis 70 Gew.-%, insbesondere von 30 bis 55 Gew.-%, besonders bevorzugt von 35 bis 45 Gew.-% im Kunststoffmaterial vorhanden.

- 5 Der mindestens eine Verdünner beziehungsweise Reaktivverdünner ist bevorzugt in einem Bereich von 30 bis 70 Gew.-%, insbesondere in einem Bereich von 40 bis 60 Gew.-%, im Versieglungsmittel enthalten.

10 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Verdünner ausgewählt aus der Gruppe umfassend Vinylester, Mono-, Di-, Tri- oder Poly-(meth)acrylate, wie Hydroxyalkyl(meth)acrylate, wie Hydroxypropylmethacrylat, wie Trimethyl-1,5pentanedioldiacrylat, sonstige (Meth)acrylsäureester, wie Acetacetoxyalkyl(meth)acrylat, (Meth)acrylsäuremethylester, Butandioldi(meth)acrylat, diacrylate Ethandioldi(meth)acrylat, Diethylglykoldi(meth)acrylat, Trimethylolpropantri(meth)acrylat, 15 oder Polyethylenglykoldi(meth)acrylat; Styrole, wie Styrol, α -Methylstyrol, Vinyltoluol, Butylstyrol, Divinylbenzol, Epoxide, und/oder Kombinationen hiervon. Insbesondere kann hierdurch eine vorteilhafte Viskosität des Kunststoffmaterial ermöglicht werden, so dass es in zuverlässiger Weise in die Poren der Keramikschicht eingebracht werden kann.

20

Des Weiteren ist es bevorzugt, dem Kunststoffmaterial Zusatzstoffe zuzusetzen, um bestimmte gewünschte Eigenschaften zu erzielen. Beispielsweise kann bis zu 1,0 Gew.-% eines Trocknungsmittels, insbesondere eines Trocknungsmittels umfassend Zink, als Zusatzstoff vorgesehen werden. Vorzugsweise können auch bis zu 1,5 Gew.-% 25 % eines Katalysators zur Verbesserung der Härtungseigenschaften des Kunststoffmaterials zugesetzt werden. Beispielsweise kann der Katalysator p-Toluolsulfonsäure aufweisen.

30

Auch der Zusatz von Additiven, wie mindestens eines UV-Stabilisators und/oder mindestens einer Antioxidantie hat sich bewährt, insbesondere um farbliche Veränderungen des ausgehärteten Kunststoffmaterials mit zunehmender Verwendungszeit das Lagerringes bei Temperatureinfluss zu unterdrücken.

Das Kunststoffmaterial umfasst weiterhin zumindest einen Härter oder ein Härtergemisch. Durch die Zugabe eines Härters kann die Aushärtung des Kunststoffmaterials weiter beschleunigt werden. Vorzugsweise ist der Härter oder das Härtergemisch
5 ausgewählt aus der Gruppe umfassend Polyaminamide, Polyamine, Polyamidamine, Phenalkamine, Phenalkaminamide, Isocyanate, und/oder Kombinationen hiervon. Insbesondere kann hierdurch die Härtung des in den Poren angeordneten Versiegelungsmittels weiter verbessert werden.

10 Bevorzugt weist das Kunststoffmaterial 40 bis 45 Gew.-% eines Bindemittels, insbesondere Urethanacrylat, 35 bis 40 Gew.-% eines ersten Reaktivverdünners, insbesondere Isobornylacrylat, 15 bis 20 Gew.-% eines zweiten Reaktivverdünners, insbesondere Trimethyl-1,5pentanedioldiacrylat, 3 bis 4 Gew.-% eines Fotoinitiators, insbesondere Phosphinoxid, auf, sowie bis zu 2 Gew.-% eines Zusatzstoffs, insbesondere
15 eines Trocknungsmittels umfassend Zink. Die einzelnen Bestandteile in diesem Beispiel ergänzen sich zu 100 Gew.-%.

Ein solches Kunststoffmaterial wird beispielsweise bei atmosphärischer Anwendung (also ohne Vakuumatmosphäre) auf eine zu versiegelnde Oberfläche einer Keramik-
20 schicht aufgetragen. Aufgrund der niedrigen Viskosität kann das Kunststoffmaterial tief in die offenen Poren eindringen. Vorzugsweise beträgt eine Eindringtiefe zumindest 80%. Alternativ kann das Kunststoffmaterial auch unter Schutzgasatmosphäre oder in Vakuum auf die Keramikschicht aufgetragen werden.

25 Der Auftrag des Kunststoffmaterials auf die Keramikschicht erfolgt bevorzugt durch ein Aufsprühen, Aufpinseln, Aufrakeln oder durch Tauchen.

In der Keramikschicht weisen vorzugsweise maximal 10 % der offenen Poren einen Porendurchmesser im Bereich von $>20 \mu\text{m}$ bis $\leq 35 \mu\text{m}$ auf und die übrigen offenen
30 Poren vorzugsweise einen Porendurchmesser von $\leq 20 \mu\text{m}$ auf. Dies gewährleistet ein Eindringen des Kunststoffmaterials in die offenen Poren.

Die Keramikschicht ist vorzugsweise aus Aluminiumoxid oder aus Aluminiumoxid mit Anteilen an Titandioxid und/oder Siliziumdioxid oder aus Mullit gebildet. Vorzugsweise ist die Keramikschicht enthaltend ein Aluminiumsilikat mit einem Anteil an Al_2O_3 im Bereich von 70 bis 80 Gew.-% und an SiO_2 im Bereich von 20 bis 30 Gew.-% gebildet.

- 5 Die Keramikschicht enthält vorzugsweise weiterhin < 1 Gew.-% TiO_2 oder 0,1 bis 3 Gew.-% Cr_2O_3 .

Eine Dicke der elektrisch isolierenden Beschichtung liegt insbesondere im Bereich von 0,05 bis 2 mm.

10

Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Lagerringes mit den folgenden Schritten gelöst:

- a) Bereitstellen des metallischen Ringkörpers,
b) Aufbringen der Keramikschicht auf den Ringkörper mittels thermischen Spritzens,
15 c) optional Evakuieren des beschichteten Ringkörpers,
d) Infiltrieren der Keramikschicht mit dem Kunststoffmaterial,
e) Bestrahlen der infiltrierten Keramikschicht mit ultraviolettem Licht unter zumindest teilweiser Aushärtung des Kunststoffmaterials und optional Lagern des Lagerringes bei Raumtemperatur oder einer Temperatur von mindestens 120 °C, wobei das Be-
20 strahlen und optionale Lagern über insgesamt maximal 10 min, bevorzugt maximal 2 min, erfolgt, wobei das Kunststoffmaterials vollständig ausgehärtet wird.

Die Bestrahlung in Schritt e) erfolgt besonders bevorzugt über einen Zeitraum von maximal 1 min.

25

Eine Härtung des Kunststoffmaterials erfolgt insbesondere mittels Bestrahlung durch eine UV-Lampe für 30 bis 60 Sekunden. Prinzipiell können dabei jegliche UV-Lampen eingesetzt werden. Eine bevorzugte UV-Lampe weist folgende Spezifikationen auf: 250 W; Fe dotiert; Lichtleistung ca. 800 mW/cm²; Quarzglasfilter; Wellenlänge: 320-
30 400 nm. Nach Bestrahlung mit der UV-Lampe findet vorzugsweise ein weiterer Här-

tungsschritt im Rahmen einer Polymerisation statt, so dass auch das in den Poren angeordnete Kunststoffmaterial, welches nicht von der UV-Lampe bestrahlt werden kann, im Wesentlichen vollständig aushärtet. Vorzugsweise beträgt auch der weitere Härtungsschritt zwischen 30 bis 60 Sekunden, so dass die Härtung in unter 2 Minuten, insbesondere in unter 1 Minute durchgeführt werden kann. Als weiterer Härtungsschritt erfolgt bevorzugt das Lagern des Lagerringes bei Raumtemperatur oder einer Temperatur von mindestens 120 °C.

Es hat sich bewährt, wenn nach Schritt e) eine Wiederholung des Schritts d) und des Schritts e) erfolgt. Dadurch lässt sich der Füllgrad der offenen Poren weiter verbessern.

Das noch nicht ausgehärtete Kunststoffmaterial wird vorzugsweise mit einer dynamischen Viskosität η im Bereich von 250 ± 25 mPa·s (bei 20°C) aufgebracht, um eine ausreichende Infiltration der Keramikschicht sicherzustellen.

Ein Wälzlager oder Gleitlager, umfassend mindestens einen erfindungsgemäßen Lagerring, hat sich bewährt, wobei der Lagerring einen Lageraußenring bildet und die elektrisch isolierende Beschichtung zumindest am Außenumfang aufweist oder wobei der Lagerring einen Lagerinnenring bildet und die elektrisch isolierende Beschichtung zumindest am Innenumfang aufweist.

Bei dem Wälzlager kann es sich um ein Zylinderrollenlager, ein Kugellager, ein Kegellager, ein Tonnenrollenlager, ein Nadellager und dergleichen handeln.

Die Figuren 1 und 2 sollen einen erfindungsgemäßen Lagerring und dessen Herstellung beispielhaft erläutern. So zeigt

Figur 1 einen Lagerring in dreidimensionaler Ansicht,

Figur 2 einen Schnitt durch den Lagerring gemäß Figur 1,

Figur 3 einen vergrößerten Ausschnitt aus Figur 2 im Bereich eines Überganges des Außenumfangs zu einer Stirnseite des metallischen Ringkörpers,

5 Figur 4 ein Wälzlager in dreidimensionaler Ansicht umfassend den Lageraußenring gemäß Figur 1, und

Figur 5 ein Gleitlager im Schnittbild.

10 Figur 1 zeigt einen Lagerring 1 in Form eines Lageraußenrings 3b in einer dreidimensionalen Ansicht. Der Lagerring 1 weist einen metallischen Ringkörper 2 auf, der an seinem Außenumfang und weiterhin seinen angrenzenden Stirnseiten eine elektrisch isolierende Beschichtung 4 aufweist.

15 Figur 2 zeigt einen Schnitt durch den Lagerring 1 gemäß Figur 1, wobei die elektrisch isolierende Beschichtung 4 und ihre Anordnung auf dem metallischen Ringkörper 2 im Detail zu erkennen ist. Die elektrisch isolierende Beschichtung 4 besteht aus einer, durch thermisches Spritzen gebildeten Keramiksicht 5, beispielsweise aus Mullit, deren offene Porosität zumindest überwiegend mit einem ausgehärteten Kunststoffmaterial 6 verfüllt ist.

20

Figur 3 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt aus Figur 2 im Bereich eines Überganges des Außenumfangs zu einer Stirnseite des metallischen Ringkörpers 2. Die elektrisch isolierende Beschichtung 4 auf dem metallischen Ringkörper 2 weist dabei hier insgesamt eine Dicke D von 0,5 mm auf.

25

Figur 4 zeigt ein Wälzlager 8 in dreidimensionaler Ansicht umfassend die Lagerringe 1, 1' und dazwischen eine Anzahl an Wälzkörpern 7. Der Lagerring 1 entspricht dem Lageraußenring 3b gemäß Figur 1. Gleiche Bezugszeichen wie in Figur 1 kennzeichnen gleiche Elemente. Der Lagerring 1' bildet einen Lagerinnenring 3a des Wälzlagers 8.

30

Bezugszeichenliste

1, 1'	Lagerring
2	metallischer Ringkörper
3a	Lagerinnenring
3b	Lageraußenring
4	elektrisch isolierende Beschichtung
5	Keramikschiicht
6	Kunststoffmaterial
7	Wälzkörper
8	Wälzlager
9	Gleitlager
D	Dicke

Patentansprüche

1. Lagerring (1, 1') eines Wälzlagers (8) oder Gleitlagers (9), umfassend einen metallischen Ringkörper (2) und eine zumindest am Außenumfang oder zumindest am Innenumfang des Ringkörpers (2) angeordnete, durch thermisches Spritzen offenporig ausgebildete Keramiksicht (5) enthaltend ein Porenvolumen im Bereich von 2 Vol.-% bis kleiner als 10 Vol.-%, wobei ein offener Porenraum der Keramiksicht (5) mit einem Kunststoffmaterial (6) verfüllt ist, das mindestens ein polymeres Bindemittel, mindestens einen Reaktivverdünner, mindestens einen Fotoinitiator und mindestens einen Härter umfasst und zumindest teilweise mittels UV-Strahlung ausgehärtet ist, wobei die Keramiksicht (5) und das ausgehärtete Kunststoffmaterial (6) eine elektrisch isolierende Beschichtung (4) ausbilden.
2. Lagerring (1, 1') nach Anspruch 1, wobei maximal 10 % der offenen Poren einen Porendurchmesser im Bereich von $> 20 \mu\text{m}$ bis $\leq 35 \mu\text{m}$ aufweist und die übrigen offenen Poren einen Porendurchmesser von $\leq 20 \mu\text{m}$ aufweisen.
3. Lagerring (1, 1') nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Keramiksicht (5) aus Aluminiumoxid oder aus Aluminiumoxid mit Anteilen an Titandioxid und/oder Siliziumdioxid oder aus Mullit gebildet ist.
4. Lagerring (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Kunststoffmaterial (6) weiterhin mindestens ein Trocknungsmittel und/oder einen mindestens einen Katalysator aufweist.
5. Lagerring (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das mindestens eine Bindemittel durch ein (Poly)Urethanacrylat gebildet ist oder ein solches umfasst.
6. Verfahren zur Herstellung eines Lagerringes (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit den folgenden Schritten:

- a) Bereitstellen des metallischen Ringkörpers (2),
- b) Aufbringen der Keramikschicht (5) auf den Ringkörper (2) mittels thermischen Spritzens,
- c) optional Evakuieren des beschichteten Ringkörpers (2),
- 5 d) Infiltrieren der Keramikschicht (5) mit dem Kunststoffmaterial (6),
- e) Bestrahlen der infiltrierten Keramikschicht (5, 6) mit ultraviolettem Licht unter zumindest teilweiser Aushärtung des Kunststoffmaterials (6) und optional Lagern des Lagerrings (1, 1') bei Raumtemperatur oder einer Temperatur von mindestens 120 °C, wobei das Bestrahlen und optionale Lagern über insgesamt maximal 10 min, bevorzugt maximal 1 min, erfolgt, wobei das Kunststoffmaterial (6) vollständig ausgehärtet wird.
- 10
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Bestrahlung in Schritt e) über einen Zeitraum von maximal 2 min erfolgt.
- 15
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei nach Schritt e) eine Wiederholung des Schritts d) und des Schritts e) erfolgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei das Kunststoffmaterial (6) zur
- 20 Infiltration der Keramikschicht (5) auf eine Viskosität von 250 ± 25 mPas (bei 20°C) eingestellt wird.
10. Wälzlager (8) oder Gleitlager (9), umfassend mindestens einen Lagerring (1, 1') nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Lagerring (1) einen Lageraußenring (3b) bildet und die elektrisch isolierende Beschichtung (4) zumindest am Außenumfang aufweist oder wobei der Lagerring (1') einen Lagerinnenring (3a) bildet und die elektrisch isolierende Beschichtung (4) zumindest am Innenumfang aufweist.
- 25

1/2

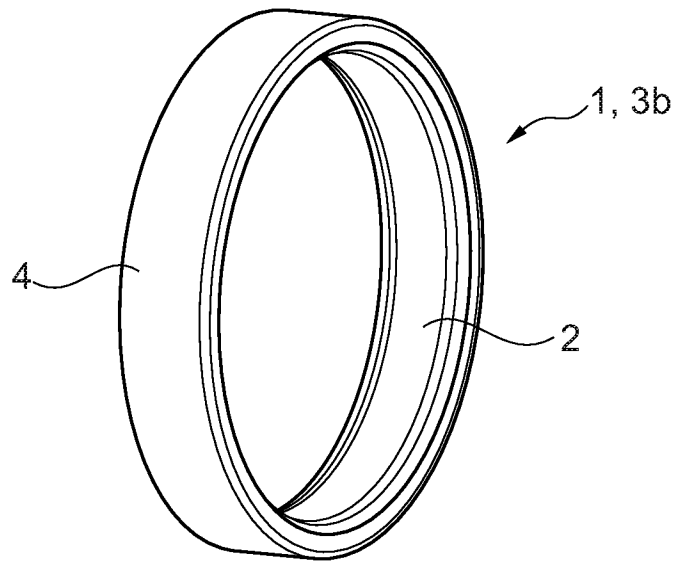


Fig. 1

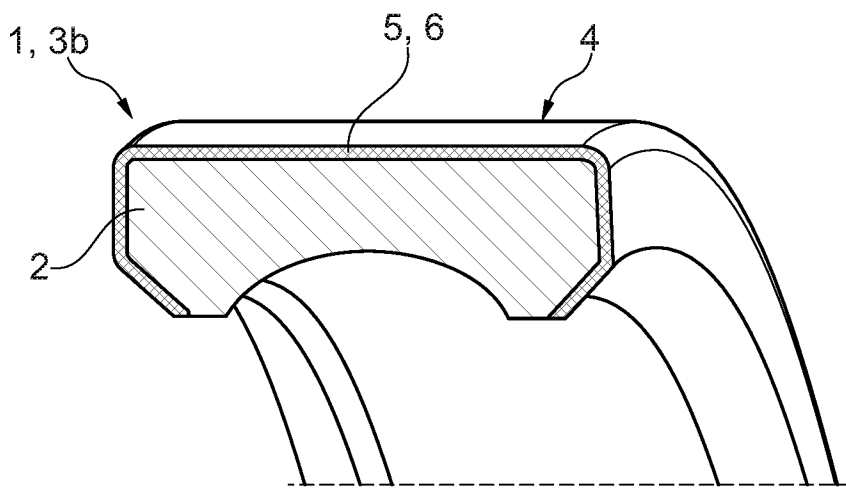


Fig. 2

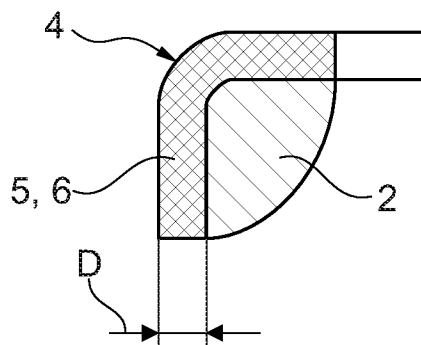


Fig. 3

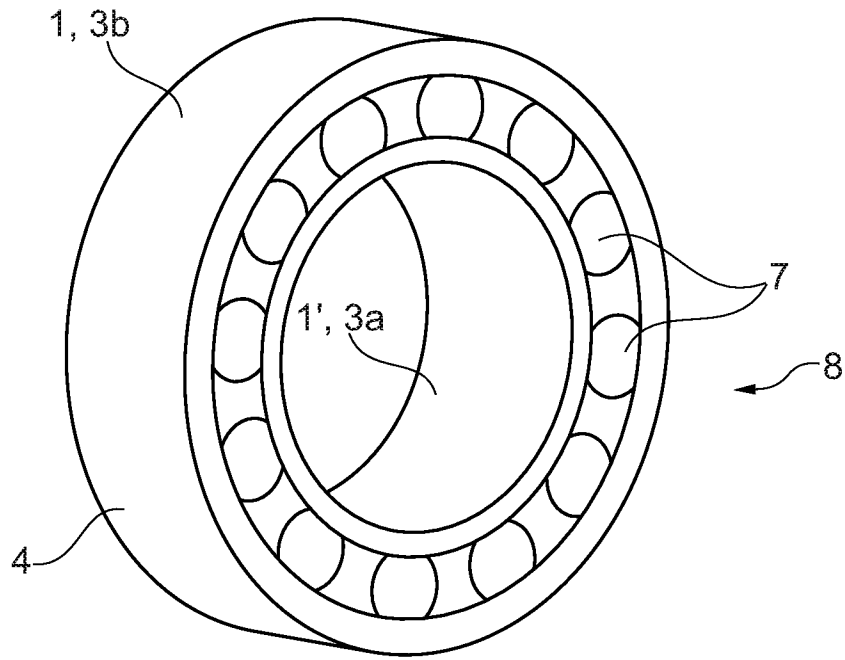


Fig. 4

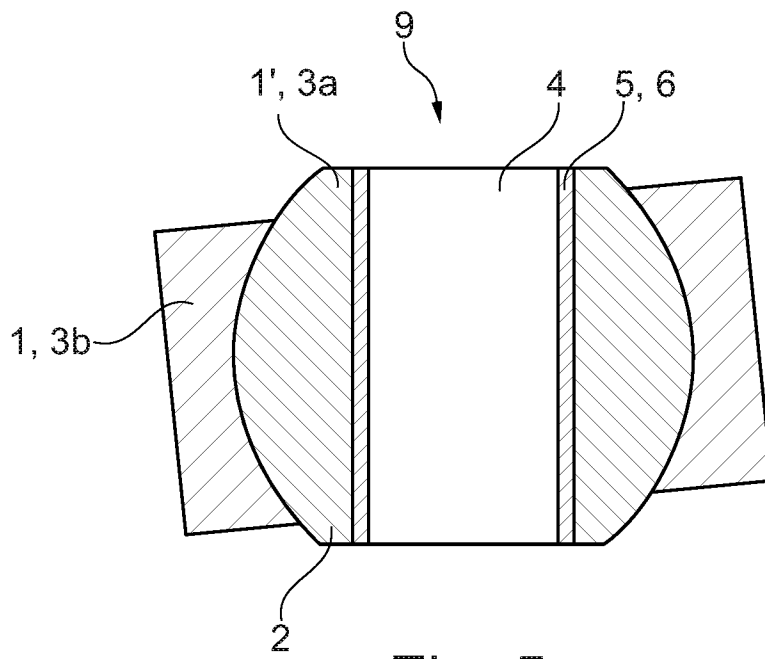


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2024/100228

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F16C 33/58</i> (2006.01)i; <i>F16C 33/62</i> (2006.01)i; <i>F16C 33/64</i> (2006.01)i; <i>F16C 33/04</i> (2006.01)i; <i>F16C 33/14</i> (2006.01)i; <i>F16C 33/12</i> (2006.01)i; <i>F16C 33/20</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F16C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 102020131772 A1 (RHEINISCH WESTFAELISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE RWTH AACHEN KOERPERSCHAF) 02 June 2022 (2022-06-02) paragraph [0029] - paragraph [0034]; figures 1-5	1-10
Y	WO 2014156205 A1 (TOCALO CO LTD [JP]) 02 October 2014 (2014-10-02) the whole document	1-10
Y	JP H05106014 A (NIPPON OILS & FATS CO LTD; AKANUMA MASANOBU ET AL.) 27 April 1993 (1993-04-27) the whole document	1-4, 6, 8-10
Y	JP H01142070 A (NOMURA TOKIN KK; KOKI ENG KK) 02 June 1989 (1989-06-02) the whole document	1-3,5-10
A	DE 10029917 A1 (AXIVA GMBH [DE]) 20 December 2001 (2001-12-20) cited in the application paragraph [0022] - paragraph [0054]; figures 1-5	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 22 May 2024		Date of mailing of the international search report 11 June 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Kamara, Amadou Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2024/100228

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102020131772	A1	02 June 2022	NONE			
WO	2014156205	A1	02 October 2014	CN	105051240	A	11 November 2015
				JP	6120361	B2	26 April 2017
				JP	2014189887	A	06 October 2014
				WO	2014156205	A1	02 October 2014
JP	H05106014	A	27 April 1993	JP	3165926	B2	14 May 2001
				JP	H05106014	A	27 April 1993
JP	H01142070	A	02 June 1989	JP	H0256427	B2	30 November 1990
				JP	H01142070	A	02 June 1989
DE	10029917	A1	20 December 2001	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2024/100228

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F16C33/58 F16C33/62 F16C33/64 F16C33/04 F16C33/14
F16C33/12 F16C33/20

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F16C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2020 131772 A1 (RHEINISCH WESTFAELISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE RWTH AACHEN KOERPERSCHAF) 2. Juni 2022 (2022-06-02) Absatz [0029] - Absatz [0034]; Abbildungen 1-5 -----	1-10
Y	WO 2014/156205 A1 (TOCALO CO LTD [JP]) 2. Oktober 2014 (2014-10-02) das ganze Dokument -----	1-10
Y	JP H05 106014 A (NIPPON OILS & FATS CO LTD; AKANUMA MASANOBU ET AL.) 27. April 1993 (1993-04-27) das ganze Dokument -----	1-4,6, 8-10
	- / - -	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Mai 2024

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/06/2024

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kamara, Amadou

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP H01 142070 A (NOMURA TOKIN KK; KOKI ENG KK) 2. Juni 1989 (1989-06-02) das ganze Dokument -----	1-3,5-10
A	DE 100 29 917 A1 (AXIVA GMBH [DE]) 20. Dezember 2001 (2001-12-20) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0022] - Absatz [0054]; Abbildungen 1-5 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2024/100228

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102020131772 A1	02-06-2022	KEINE	

WO 2014156205 A1	02-10-2014	CN 105051240 A	11-11-2015
		JP 6120361 B2	26-04-2017
		JP 2014189887 A	06-10-2014
		WO 2014156205 A1	02-10-2014

JP H05106014 A	27-04-1993	JP 3165926 B2	14-05-2001
		JP H05106014 A	27-04-1993

JP H01142070 A	02-06-1989	JP H0256427 B2	30-11-1990
		JP H01142070 A	02-06-1989

DE 10029917 A1	20-12-2001	KEINE	
