



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 51 346 A1** 2005.06.09

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 51 346.9**  
(22) Anmeldetag: **31.10.2003**  
(43) Offenlegungstag: **09.06.2005**

(51) Int Cl.7: **F16C 33/56**

(71) Anmelder:  
**Myonic GmbH, 88299 Leutkirch, DE**

(74) Vertreter:  
**Vonnemann, Kloiber & Kollegen, 87437 Kempten**

(72) Erfinder:  
**Mösle, Peter, 88299 Leutkirch, DE**

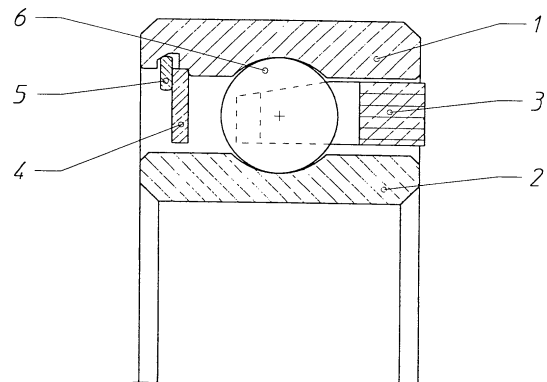
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 40 41 068 C2**  
**DE 23 26 405 B**  
**CH 1 72 149**  
**US 55 60 103 A**  
**EP 12 15 409 A2**  
**DE-Z, antriebstechnik 10 (1971) Nr. 7 A35;**  
**DE-Buch, Hansjürgen Sachtlein,**  
**Kunststoff-Tachen-**  
**buch, 22. Auflage, 1983, S.66,67 und 370 bis 383;**  
**Katalog TH66, SKF Gruppe, Miniatur-Kugellager**  
**C.102.01, 1967;**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kugellager**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kugellager mit einem Innenring (2) und einem coaxial dazu angeordneten Außenring (1), wobei zwischen Innenring (2) und Außenring (1) Lagerkugeln (6) angeordnet sind, die mittels eines Käfigs (3) geführt sind, wobei der Käfig (3) aus einem Verbundmaterial besteht. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Kugellager vorzuschlagen, welches eine lange Lebensdauer mit Notlaufeigenschaften vereint. Dies wird dadurch erreicht, dass das Verbundmaterial Epoxidharz sowie Fasern enthält.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Kugellager mit einem Innenring und einem koaxial dazu angeordneten Außenring, wobei zwischen Innenring und Außenring Lagerkugeln angeordnet sind, die mittels eines Käfigs geführt sind, wobei der Käfig aus einem Verbundmaterial besteht.

**[0002]** Solche Kugellager wurden und werden in vielen Bereichen der Technik eingesetzt. Dabei hat sich herausgestellt, dass in den meisten Fällen der Kugellagerkäfig das die Lebensdauer des Kugellagers begrenzende Bauteil ist. Dies ist damit zu erklären, dass der Käfig enormen Kräfteinwirkungen ausgesetzt ist. Er steht abwechselnd oder gleichzeitig in Kontakt mit den schnell rotierenden Kugeln, sowie mit dem Innenring und/oder dem Außenring, wobei Innenring und/oder Außenring ebenfalls um eine Drehachse rotieren. Diesen Belastungen, insbesondere bei hohen Drehzahlen von einem der Ringe von etwa 500 000 Umdrehungen pro Minute, halten Käfige aus herkömmlichen Verbundmaterial nicht auf Dauer stand. Besonders schwierig gestaltet sich die Verwendung von herkömmlichen Verbundmaterialien bei Anwendungen, bei denen das Kugellager zumindest zeitweise einer erhöhten Temperatur, einem erhöhten Druck und einem erhöhten Luftfeuchtigkeitsgehalt ausgesetzt ist. Insbesondere Kugellager in der Medizintechnik müssen diesen Bedingungen standhalten, da die Geräte mit den Kugellagern häufig autoklaviert werden müssen. Hierbei ist ein Druck von 1 bar, eine Temperatur größer oder gleich 134° C, sowie eine gesättigte Dampfatmosfera über einen Zeitraum von etwa drei Minuten vorgeschrieben. Kugellagerkäfige aus herkömmlichen Verbundmaterial wie Phenolharz in Kombination mit Baumwollfasern halten diesen Bedingungen nicht oder nicht lange stand. Es kommt zu Auflösungsprozessen, die die Zerstörung des gesamten Kugellagers zur Folge haben.

**[0003]** Daher wurden Kugellagerkäfige aus PEEK (Polyetheretherketon) oder PI (Polyimid) oder PAI (Polyamidimid) entwickelt. Kugellagerkäfige aus einem dieser Materialien haben jedoch den Nachteil, dass sie keine Notlaufeigenschaften aufweisen. Im Gegensatz zu den bekannten Verbundmaterial aus Phenolharz und Baumwollfasern enthalten die genannten Käfigmaterialien keine Fasern, so dass kein Schmiermittel im Käfig selbst gespeichert werden kann. Dies führt zur unmittelbaren Zerstörung des Kugellagers, wenn kein Schmiermittel mehr im Kugellager vorhanden ist. Kugellagerkäfige aus Phenolharz und Baumwollfasern geben jedoch in einer solchen Situation kleine Mengen des gespeicherten Schmiermittels an die Laufflächen und/oder die Kugeln ab, so dass die Lebensdauer des Kugellagers erheblich verlängert werden kann. Wie bereits erwähnt haben jedoch Kugellager mit einem Kugella-

gerkäfig aus Phenolharz und Baumwollfasern den Nachteil, dass sie den Belastungen denen ein Kugellager, insbesondere in der Medizintechnik, ausgesetzt ist, nur bedingt standhalten.

**[0004]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin ein Kugellager vorzuschlagen, welches eine lange Lebensdauer mit Notlaufeigenschaften vereint.

**[0005]** Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das Verbundmaterial Epoxidharz sowie Fasern enthält. Es hat sich herausgestellt, dass Epoxidharz den extremen Belastungen, denen ein Kugellagerkäfig ausgesetzt ist, über eine lange Zeit standhalten kann. Dies ist insbesondere deshalb wichtig, da beispielsweise in der Medizintechnik, insbesondere in der Dentaltechnik, die Bauteile, die mit dem Patienten direkt in Kontakt kommen, nach jeder Anwendung autoklaviert werden sollten. Bei dem Autoklavierprozess müssen diese Bauteile, inklusive der Kugellager über einen Zeitraum von mehreren Minuten einer Temperatur von mehr als 134° C, sowie einem Druck von etwa 1 bar bei gesättigtem Wasserdampf standhalten. Es wird heute von der Industrie gefordert, dass die Bauteile und damit die Kugellager mehr als 2 000 Autoklavierzyklen standhalten müssen. Diesen Anforderungen wird nur ein Kugellagerkäfig aus Verbundmaterial gerecht, welches Epoxidharz sowie Fasern enthält. Durch die enthaltenen Fasern wird die Notlaufeigenschaft des Kugellagerkäfigs gewährleistet. Sollte das Schmiermittel im Kugellager zur Neige gehen, so geben die im Epoxidharz enthaltenen Fasern gespeichertes Schmiermittel an die Laufflächen und/oder die Kugeln ab. Das Kugellager mit einem Kugellagerkäfig aus Epoxidharz sowie Fasern garantiert eine lange Lebensdauer sowie Notlaufeigenschaften. Der Kugellagerkäfig kann beispielsweise als Kronen- oder Kammkäfig oder als Massivkäfig ausgebildet werden.

**[0006]** Damit die erfindungsgemäßen Kugellager auch medizintechnischen Anforderungen genügen ist mit Vorteil vorgesehen, dass das Epoxidharz temperaturbeständig ist bei einer Temperatur größer 130 °C, insbesondere bei einer Temperatur größer oder gleich 134 °C und/oder dass das Epoxidharz druckbeständig ist, insbesondere bei Drücken um oder über 1 bar und/oder dass das Epoxidharz feuchtigkeitsbeständig ist, insbesondere beständig bei einer gesättigten Dampfatmosfera. Diese Temperaturen, Drücke und Feuchtigkeitsgehalte treten bei Autoklavierprozessen in Kombination auf. Vorzugsweise werden hierzu warmgehärtete Epoxidharze eingesetzt. Es ist weiterhin von großem Vorteil, wenn die Fasern ebenfalls diesen Temperaturen, Drücken und Feuchtigkeitsgehalten standhalten. Dabei wird gefordert, dass das Epoxidharz, sowie die Fasern den Temperaturen, den Drücken und Feuchtigkeitsgehalten über einen Zeitraum von mehreren

Minuten, insbesondere von etwa drei Minuten, standhalten. Das Verbundmaterial muss ca. 2000 Autoklavierzyklen überstehen. Entscheidend ist, dass das Verbundmaterial den plötzlichen Parameterveränderungen durch den schlagartig einströmenden heißen Wasserdampf standhält. Es liegt selbstverständlich auch im Rahmen der Erfindung, dass das Verbundmaterial den genannten Parametern in beliebiger Kombination oder einzelnen Parametern allein für sich standhält.

**[0007]** Um eine besonders lange Lebensdauer zu gewährleisten ist in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass das Verbundmaterial vollständig aus Epoxidharz sowie Fasern besteht. Hierdurch wird der Einsatz von Materialien mit geringerer Lebensdauer vermieden.

**[0008]** Es ist mit Vorteil vorgesehen, dass die Fasern Naturfasern und/oder synthetische Fasern sind. Als Naturfasern kommen beispielsweise pflanzliche Fasern wie Baumwolle oder tierische Fasern wie Wolle in Betracht. Baumwolle hat den Vorteil, dass es sich um ein sehr temperaturbeständiges Material handelt. Als synthetische Fasern kommen beispielsweise Polyamidfasern zum Einsatz, da diese neben hoher Temperaturbeständigkeit auch eine hohe Druck- und Feuchtigkeitsbeständigkeit aufweisen. Die Fasern dienen dazu Schmiermittel aufzunehmen.

**[0009]** Um die Festigkeit des Kugellagerkäfigs zu erhöhen, ist mit Vorteil vorgesehen, dass die Fasern als, insbesondere bahnförmiges, Trägermaterial für das Epoxidharz ausgebildet sind. Das Trägermaterial zeichnet sich dadurch aus, dass die Fasern miteinander in Verbindung stehen. Das Trägermaterial wird beim Herstellungsprozess in Epoxidharz getränkt und auf einen beheizten Dorn aufgewickelt. Daraufhin wird der Dorn entfernt und die verbleibende Röhre wird unter Druck und erhöhten Temperaturen ausgehärtet. Durch den Faserverbund erhält der Kugellagerkäfig eine besonders gute Festigkeit.

**[0010]** Mit Vorteil ist das Trägermaterial als strukturiertes Gewebe, insbesondere als gewebter Stoff, ausgebildet. Dieser Stoff lässt sich bei der Herstellung der Kugellagerkäfige besonders gut verarbeiten, da er besonders reißfest ist.

**[0011]** Eine besonders gute Verbindung der Fasern mit dem Epoxidharz wird dadurch erreicht, dass das Trägermaterial als Vlies ausgebildet ist. Vlies hat eine besonders große reaktive Oberfläche, da Vlies aus ausgerichteten oder wahllos zueinander angeordneten Fasern besteht, die durch Reibung und/oder Kohäsion und/oder Adhäsion miteinander verbunden sind. Durch die Verwendung von Vlies als Trägermaterial wird eine besonders gute Verbindung der Trägermaterialbahn beim Aufwickelprozess auf den beheizten Dorn erreicht. Ablösungen von einzelnen auf-

gewickelten Schichten werden mit Vorteil vermieden.

**[0012]** Damit die Notlaufeigenschaften des Kugellagerkäfigs von Beginn an gegeben sind, ist der Käfig mit Schmiermittel aufgefüllt. Dabei wird der Kugellagerkäfig einem Vakuum ausgesetzt, so dass das Schmiermittel besonders schnell in den Käfig eindringt. Würde man allein auf die Kapillarkräfte vertrauen, so wäre die Notlaufeigenschaft nicht von Anfang an gegeben.

**[0013]** Der Einsatz der Kugellagerkäfige, bestehend aus Epoxidharz sowie Fasern, ist insbesondere in Miniaturkugellagern interessant, die einen Außendurchmesser kleiner oder gleich dreißig Millimeter aufweisen. Hierbei handelt es sich meist um Kugellager, die enormen Drehzahlbelastungen ausgesetzt sind. Insbesondere sind die erfindungsgemäßen Kugellager für den Einsatz in der Medizintechnik, insbesondere in der Dentaltechnik geeignet, da in diesen Bereichen extremen Belastungen standgehalten werden muss. Drehzahlen eines der Ringe von etwa 500.000 Umdrehungen pro Minute und mehr sind keine Seltenheit.

**[0014]** Anhand der einzigen Figur, die ein Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt, wird die Erfindung im Detail beschrieben.

**[0015]** Die [Fig. 1](#) zeigt einen Schnitt durch ein Kugellager. Zwischen Außenring **1** und koaxial dazu angeordnetem Innenring **2** sind Kugellagerkugeln **6** angeordnet, die mittels des Kugellagerkäfigs **3** geführt und auf Abstand zueinander gehalten werden. Am unteren Ende der Figur ist die Drehachse angedeutet. Der Kugellagerkäfig **3** ist in diesem Ausführungsbeispiel als Kronenkäfig ausgebildet. Selbstverständlich ist die Ausbildung des Käfigs **3** auch als Massivkäfig möglich. Auf der linken Seite des Kugellagers ist ein Sprengring **5** mit daneben angeordneter Deckscheibe **4** vorgesehen.

**[0016]** Der Kugellagerkäfig **3** besteht vollständig aus Verbundmaterial bestehend aus Epoxidharz und synthetischen, als Vlies angeordneten Fasern. Nimmt man an, dass der Außenring fixiert ist und sich der Innenring **2** mit einer Drehzahl von 500 000 Umdrehungen pro Minute dreht, so drehen sich die Kugeln um ihre eigene Achse mit einer Drehzahl von ca. 1 000 000 Umdrehungen pro Minute (Faktor 2), wobei der Kugellagerkäfig **3** mit einer Drehzahl von ca. 200 000 Umdrehungen pro Minute (Faktor 0,4) um die Drehachse rotiert. Auf den Kugellagerkäfig **3** wirken dabei enorme Kräfte, da er ständig in Berührung mit den schnell rotierenden Kugeln **6**, dem fixierten Außenring **1**, sowie dem schnell rotierenden Innenring **2** steht. Der Kugellagerkäfig **3** bestehend aus Epoxidharz sowie Fasern hält diesen Belastungen stand und gibt durch die Fasern im Bedarfsfall Schmiermittel an die Kugel und/oder den Außen-

bzw. den Innenring **2** ab. Durch diese sogenannten Notlauf Eigenschaften wird die Lebensdauer des gesamten Kugellagers wesentlich erhöht.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Außenring
- 2 Innenring
- 3 Kugellagerkäfig
- 4 Deckscheibe
- 5 Sprengring
- 6 Kugeln

#### Patentansprüche

1. Kugellager mit einem Innenring und einem koaxial dazu angeordneten Außenring, wobei zwischen Innenring und Außenring Lagerkugeln angeordnet sind, die mittels eines Käfigs geführt sind, wobei der Käfig aus einem Verbundmaterial besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbundmaterial Epoxidharz sowie Fasern enthält.

2. Kugellager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Epoxidharz temperaturbeständig ist bei einer Temperatur größer 130 °C, insbesondere bei einer Temperatur größer oder gleich 134 °C und/oder dass das Epoxidharz druckbeständig ist, insbesondere bei Drücken um oder über 1 bar, und/oder dass das Epoxidharz feuchtigkeitsbeständig ist, insbesondere beständig bei einer gesättigten Dampf Atmosphäre.

3. Kugellager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbundmaterial vollständig aus Epoxidharz sowie Fasern besteht.

4. Kugellager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern Naturfasern und/oder synthetische Fasern sind.

5. Kugellager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern als, insbesondere bahnförmiges, Trägermaterial für das Epoxidharz ausgebildet sind.

6. Kugellager nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägermaterial als strukturiertes Gewebe, insbesondere Stoff, ausgebildet ist.

7. Kugellager nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägermaterial als Vlies ausgebildet ist.

8. Kugellager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Käfig (**3**), insbesondere die Fasern, mit Schmiermittel aufgefüllt ist.

9. Kugellager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kugellager ein Miniaturkugellager mit einem Außendurchmesser kleiner oder gleich dreißig Millimeter ist, insbesondere einen Außendurchmesser zwischen etwa 6 mm und 12 mm aufweist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

