

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 2046/2005** (51) Int. Cl.⁸: **F16C 25/08** (2006.01),
(22) Anmeldetag: **21.12.2005** **F16C 33/62** (2006.01)
(43) Veröffentlicht am: **15.07.2007**

(73) Patentanmelder:

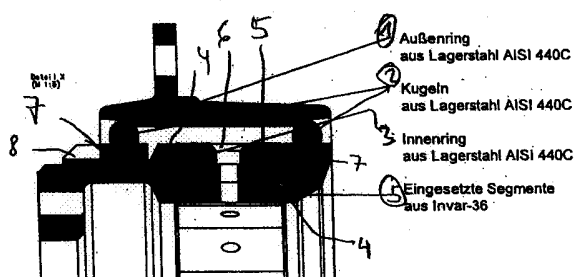
AUSTRIAN AEROSPACE GMBH
A-1120 WIEN (AT)

(72) Erfinder:

FALKNER MANFRED DR.
WINZENDORF (AT)
NEUGEBAUER CHRISTIAN DR.
WIEN (AT)

(54) **WÄRLAGER MIT TEMPERATURGESTEUERTER VORSPANNUNGSVERSTELLUNG FÜR
RAUMFAHRTANWENDUNGEN**

(57) Bei einem Wälzlager mit zwischen ringförmigen Laufringen (1,3) aufgenommenen Wälzkörpern (2) bzw. Kugeln wird vorgeschlagen, in den inneren oder äußeren Laufring (1,3) in Umfangsrichtung verlaufend Segmente (5) in Nuten (4) oder im Fall von geteilten Laufringen in eine Teilung einzulegen, wobei das Material der Segmente (5) z.B. (Invar) eine geringere Thermalausdehnung als das Material des inneren Laufrings (3) zur Behinderung eines Schrumpfens bei Temperaturänderung aufweist.



Zusammenfassung:

Bei einem Wälzlager mit zwischen ringförmigen Lagerschalen aufgenommenen Wälzkörpern bzw. Kugeln sind für die ringförmigen Lagerschalen und/oder die Wälzkörper wenigstens zwei verschiedene Werkstoffe mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten eingesetzt.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Wälzlager mit zwischen ringförmigen Lagerschalen aufgenommenen Wälzkörpern bzw. Kugeln.

Wälzlager werden je nach Beanspruchung üblicherweise in definierter Weise vorgespannt, wobei die Vorspannung des Wälzlagers einen spielfreien Betrieb des Lagers unter der jeweils erwarteten Last ermöglichen soll. Die Wahl der Vorspannung dient hierbei der Minimierung des Verschleißes und bei korrekter Optimierung auch der Aufrechterhaltung der Schmierung sowie der Verminderung des Verschleißes des Lagers.

Bei beweglichen Teilen von Mechanismen auf Trägerraketen, Sonden oder Satelliten werden Wälzlager eingesetzt. Hierbei ist zu beachten, dass beim Starten von Raumfahrzeugen erhebliche statische, dynamische und Schocklasten auftreten, sodass die Belastung von Wälzlagern beim Start von jener im Betrieb grundsätzlich verschieden ist. Die Wälzlager müssten die mechanischen Lasten, die beim Start auftreten, übertragen und werden aus diesem Grunde relativ hoch vorgespannt oder aus dem Lastpfad ausgekoppelt. Die gelagerten Mechanismen sind während des Starts üblicherweise nicht in Betrieb.

Während des Betriebs im Weltraum herrschen gänzlich andere Bedingungen. Zum einen befinden sich die gelagerten Produkte im Zustand der Schwerelosigkeit, wobei lediglich geringe Vibrationen und kaum mechanische Lasten übertragen werden müssen. Wälzlager, welche im Weltall im Einsatz sind, sollen sich durch eine möglichst hohe Lebensdauer bei hoher Genauigkeit und geringes Reibmoment auszeichnen und erfordern somit eine möglichst geringe Vorspannung, wobei im Zustand der Schwerelosigkeit sogar eine spielbehaftete Lagerung Vorteile bieten kann.

Bei der Auskopplung von gelagerten Bauteilen aus dem Lastpfad während des Startvorganges wird der gelagerte Bauteil mechanisch mit dem Raumfahrzeug verbunden. Die Verbindung des gelagerten Bauteiles mit dem Raumfahrzeug erfolgt dabei derart, dass das Wälzlager beispielsweise durch federnde Elemente oder durch Ausklinken einer Verbindung aus dem Lastpfad ausgekoppelt wird. Nach dem Start wird die feste Verbindung gelöst,

wobei dies beispielsweise durch mechanisches Auftrennen mittels einer Zündung von Treibsätzen oder durch Abschmelzen eines Drahtes erfolgen kann, worauf der gelagerte Bauteil nur noch durch das Lager getragen wird. Derartige Treibsätze bzw. nicht explodierende Lösevorrichtungen führen zu einem zusätzlichen Entwicklungsaufwand und einer erhöhten Masse solcher Systeme.

Die EP 1262676 zeigt und beschreibt eine aktuatorbetätigte Vorspannungsabsenkung. Ein derartiger Aktuator weist naturgemäß eine zusätzliche Masse auf, und es ist für die Betätigung des Aktuators zusätzlicher Aufwand zu betreiben.

Bei geringen Anforderungen an die Lager kann auch mit einer gleichbleibenden Vorspannung das Auslangen gefunden werden. Der Antrieb des Mechanismus muss aber dann auf diese, den Startlasten entsprechende Vorspannung ausgelegt werden, worauf in der Folge ein höherer Energiebedarf für den Antrieb des Mechanismus und eine geringere Lebensdauer von Lager und Schmierung aufgrund der permanenten mechanischen Belastung durch die Vorspannung eintritt.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, ein Wälzlager der eingangs genannten Art zu schaffen, welches insbesondere für Raumfahrtanwendungen geeignet ist und in der Lage ist, beim Starten eines Raumfahrzeuges die hohen axialen und radialen Kräfte sowie Momente normal auf die Rotationsachse des Wälzlagers sicher zu übertragen und in der Folge im Betrieb beim Übertragen wesentlich geringerer axialer und radialer Kräfte sowie Momente ein geringeres Reibmoment aufweist und während der gesamten Einsatzdauer des Mechanismus hohe Präzision bei geringer Masse gewährleistet und das ohne externe Aktuatoren, daher passiv arbeitet. Zur Lösung dieser Aufgabe ist das erfindungsgemäße Wälzlager im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass für die ringförmigen Lagerschalen und/oder die Wälzkörper wenigstens zwei verschiedene Werkstoffe mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten eingesetzt sind. Bei dieser Konstruktion wird den besonderen Gegebenheiten der Raumfahrt optimal Rechnung getragen. Während der Start üblicherweise bei Raumtemperatur erfolgt, erfolgt der Betrieb

bei wesentlich tieferen Temperaturen und insbesondere bei kryogenen Temperaturen von beispielsweise von 20 bis 40 K (Kelvin) oder bei hohen Temperaturen von beispielsweise über 200°C. Durch die entsprechende Wahl der Werkstoffe mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten gelingt es nun, die Deformation von Innen- und Außenring lediglich durch Temperaturveränderungen zu ändern, wobei die Lagervorspannung während des Starts höher gewählt wird als während des Betriebs, was durch entsprechende unterschiedliche Schrumpfungen der Materialien erfolgen kann. Der Innenring bzw. der Außenring des Lagers kann somit aus Werkstoffen mit unterschiedlicher thermischer Dehnung bestehen, sodass insgesamt entweder das axiale Schrumpfen des Innenrings behindert oder geringer gewählt wird als das Schrumpfen des Außenrings, sodass sich die Distanz von Laufbahnen ändern kann und die Lagervorspannung bei abnehmender Temperatur reduziert wird. Zu diesem Zweck ist mit Vorteil die Ausbildung so getroffen, dass Lageringe mit voneinander verschiedenen Werkstoffen mit unterschiedlicher thermischer Dehnung ausgebildet sind, wobei vorzugsweise wenigstens ein Lagerring wenigstens eine in Umfangsrichtung verlaufende Nut oder eine Teilung aufweist, in welche Segmente aus einem Material mit vom Werkstoff des Lagerrings verschiedener thermischer Ausdehnung eingesetzt sind.

In besonders einfacher Weise kann die Ausbildung so getroffen sein, dass die Wälzkörper und/oder ein äußerer Lagerring mit abnehmender Temperatur größere Schrumpfung aufweisen als ein innerer Lagerring. Eine besonders bevorzugte Ausbildung lässt sich dadurch erzielen, dass in einen inneren Lagerring in Umfangsrichtung verlaufend Segmente in Nuten oder eine Teilung eingelegt sind, deren Material (z.B. Invar), eine geringere Thermalausdehnung als das Material des Innenrings zur Behinderung eines axialen Schrumpfens des Innenringes beim Abkühlen aufweist.

Prinzipiell ist der Einsatz von Materialien unterschiedlicher Thermaldehnung im Innenring, im Außenring oder in beiden Ringen denkbar. Wenn Innenring und Außenring aus Materialien unterschiedlicher Thermaldehnung ausgeführt sind, lässt

sich durch Temperaturänderung gleichfalls eine Änderung der Vorspannung erzielen.

Als Ringmaterialien kommen zum Beispiel AISI 52100, AISI 440C, Cronidur-30, oder XD-15 in Betracht.

Werden Kugeln und Ringe des Lagers aus Material unterschiedlicher Thermaldehnung ausgeführt, wird ebenfalls eine Änderung der Vorspannung bei Temperaturänderung des Lagers erzielt. Als Ringmaterial kommen zum Beispiel AISI 52100, AISI 440C, Cronidur-30 oder XD-15 in Betracht, als Kugelmateriale AISI 52100 oder AISI 440C.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels eines derartigen Wälzlagers näher erläutert.

In der Zeichnung ist mit 1 ein Außenring aus Lagerstahl, beispielsweise aus dem Stahl AISI 440C bezeichnet. Die mit 2 bezeichneten Kugeln sind gleichfalls aus Lagerstahl AISI 440C ausgebildet. Bei der Ausbildung in der Zeichnung ist auch der Innenring aus dem gleichen Material gefertigt und mit 3 bezeichnet. Der Innenring weist Nuten 4 auf, in welche Segmente 5 eingelegt sind. Diese eingelegten bzw. eingesetzten Segmente bestehen nun aus einem Material geringerer Thermaldehnung und beispielsweise aus Invar-36. Die Segmente können eingepresst oder eingelegt sein, wobei die Festlegung beispielsweise durch in Bohrungen 6 eingesetzte Schrauben erfolgen kann. Das Material geringerer Thermaldehnung, nämlich Invar, behindert axiales Schrumpfen des Innenrings beim Abkühlen, wobei der Außenring 1 ungehindert schrumpfen kann. Auf diese Weise verändert sich die Distanz zwischen den Laufbahnen 7 und die Lagervorspannung wird reduziert. Die Lagervorspannung wird zu Beginn mittels einer Mutter 8 auf den für den Start gewünschten wesentlich höheren Wert eingestellt.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Wälzlager mit zwischen ringförmigen Lagerschalen aufgenommenen Wälzkörpern bzw. Kugeln, dadurch gekennzeichnet, dass für die ringförmigen Lagerschalen und/oder die Wälzkörper wenigstens zwei verschiedene Werkstoffe mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten eingesetzt sind.

2. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der innere und der äußere Lagerring aus unterschiedlichen Werkstoffen mit unterschiedlicher thermischer Dehnung bestehen.

3. Wälzlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass geteilte Lagerringe mit voneinander verschiedenen Werkstoffen mit unterschiedlicher thermischer Dehnung ausgebildet sind.

4. Wälzlager nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Lagerring wenigstens eine in Umfangsrichtung verlaufende Nut oder eine Teilung aufweist, in welche Segmente aus einem Material mit vom Werkstoff des Lagerrings verschiedener thermischer Ausdehnung eingesetzt sind.

5. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper und/oder ein äußerer Lagerring bei sich ändernder Temperatur größere Schrumpfung aufweisen als ein innerer Lagerring.

6. Wälzlager nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einen inneren oder äußeren Lagerring in Umfangsrichtung verlaufend Segmente in Nuten oder eine Teilung eingelegt sind, deren Material (z.B. Invar), eine geringere Thermalausdehnung als das Material des Innenrings zur Behinderung eines Schrumpfens bei Temperaturänderung aufweist.

7. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagerringmaterialien aus der Gruppe AISI 52100, AISI 440C, Cronidur-30 oder XD-15 ausgewählt sind.

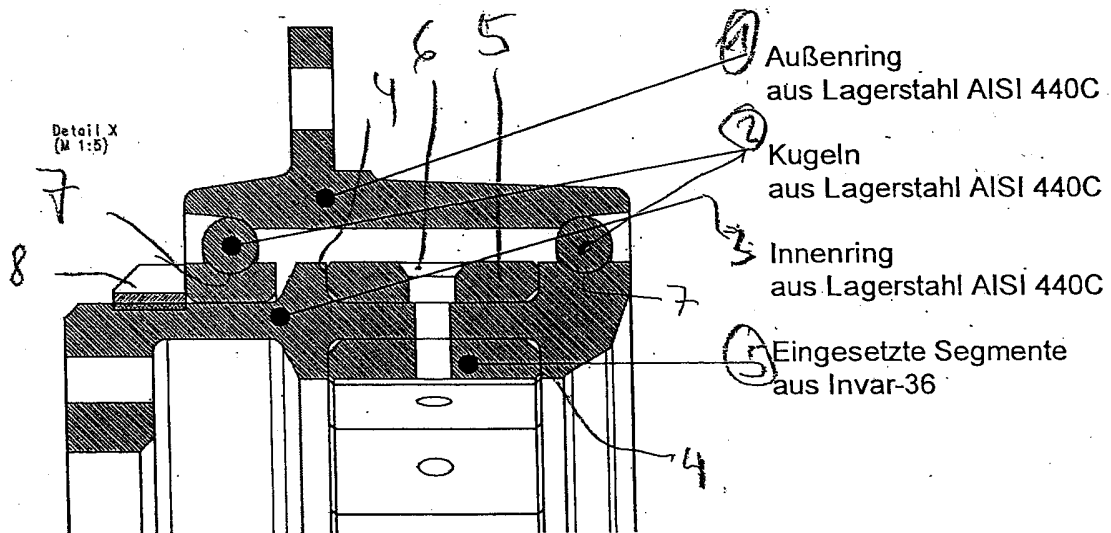
8. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Material für die Wälzkörper bzw. Kugeln AISI 52100 oder AISI 440C gewählt ist.

Wien, am 21. Dezember 2005

Austrian Aerospace GmbH
durch:
Patentanwalt
Dr. Thomas M. Haffner

014908

41 439



re: Österreichische Patentanmeldung A 2046/2005, Kl. F 16 C
Austrian Aerospace GmbH in Wien (Österreich)

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Wälzlager mit zwischen ringförmigen Lagerschalen aufgenommenen Wälzkörpern bzw. Kugeln, dadurch gekennzeichnet, dass in einen inneren oder äußeren Laufring in Umfangsrichtung verlaufend Segmente in Nuten oder im Fall von geteilten Laufringen in eine Teilung eingelegt sind, deren Material (z.B. Invar), eine geringere Thermalausdehnung als das Material des inneren Laufrings zur Behinderung eines Schrumpfens bei Temperaturänderung aufweist.

2. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der innere und der äußere Laufring aus unterschiedlichen Werkstoffen mit unterschiedlicher thermischer Dehnung bestehen.

3. Wälzlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass geteilte Laufringe mit voneinander verschiedenen Werkstoffen mit unterschiedlicher thermischer Dehnung ausgebildet sind.

4. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper und/oder ein äußerer Laufring bei sich ändernder Temperatur größere axiale Längenänderung aufweisen als ein innerer Laufring.

5. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufringmaterialien aus der Gruppe AISI 52100 (100Cr6), AISI 440C (X105CrMo17), Cronidur-30 (X30CrMoN151) oder XD-15 ausgewählt sind.

6. Wälzlager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Material für die Wälzkörper bzw. Kugeln AISI 52100 (100Cr6) oder AISI 440C (X105CrMo17) gewählt ist.

Wien, am 28.03.2007

Austrian Aerospace GmbH
durch:

Patentanwalt
Dr. Thomas M. Haffner

NACHGEREICHT

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC⁸:

F16C 25/08 (2006.01); **F16C 33/62** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:

F16C 25/08, F16C 33/62

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F16C

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPI, TXTE, TXTG, TXTF

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 21. Dezember 2005 eingereichten Ansprüchen erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 5 628 571 A (OTHA ET AL.) 13. Mai 1997 (13.05.1997) <i>Fig. 2, Kurzfassung, Spalte 4 Zeilen 41-60</i> --	1, 2, 5, 7, 8
X	JP 62 - 024 025 A (NIPPON SEIKO) 2. Februar 1987 (02.02.1987) --	1, 2, 5, 7, 8
X	EP 1 167 787 A2 (MINEBEA) 2. Jänner 2002 (02.01.2002) <i>Fig. 6, 8, 10, Absätze [0017], [0037], [0041], [0043]</i> --	1-4, 6, 7
X	DE 1 116 481 B (L'ALUMINIUM) 2. November 1961 (02.11.1961) <i>Spalten 1, 2, Ansprüche 1-3</i> --	1-5
A	DE 101 47 926 A1 (NSK LTD.) 6. Juni 2002 (06.06.2002) <i>Absätze [0002], [0034]</i> --	7, 8
A	EP 718 416 B1 (TORRINGTON COMPANY) 19. Mai 1999 (19.05.1999) <i>Absatz [0004], Anspruch 1</i> ----	7, 8

Datum der Beendigung der Recherche:
22. November 2006

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dr. EHRENDORFER

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
- P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.