



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 06 170 T2 2004.07.15**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 031 754 B1**

(51) Int Cl.7: **F16D 69/02**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 06 170.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 301 298.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **18.02.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.08.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **29.10.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.07.2004**

(30) Unionspriorität:

**4250499            22.02.1999        JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, GB**

(73) Patentinhaber:

**Nisshinbo Industries, Inc., Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:

**Kobayashi, Mitsuru, Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**LEINWEBER & ZIMMERMANN, 80331 München**

(54) Bezeichnung: **Asbestfreie Reibungsmaterialien**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

### Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft asbestfreie Reibmaterialien, die durch Formen und Härten von Zusammensetzungen hergestellt sind, die eine Faserbasis, einen anorganischen Füllstoff, einen organischen Füllstoff und ein Bindemittel umfassen. Genauer gesagt betrifft sie asbestfreie Reibmaterialien, die unerwünschte ruckartige Bewegungen beim Bremsen bei niedrigen Geschwindigkeiten verhindern können, und die sich so sehr gut als Reibmaterialien zur Verwendung bei großen Fahrzeugen wie Bussen und LKWs eignen.

[0002] Ein plötzlicher Anstieg der Bremsleistung oder -wirkung bei niedriger Geschwindigkeit, insbesondere bei großen Fahrzeugen wie Bussen oder LKWs, führt zu einem ruckartigen Niedergeschwindigkeits-Bremsen, das durch plötzliches Anhalten des Fahrzeugs begleitet von starken, schlingernden Bewegungen gekennzeichnet ist. Das macht das Fahren unbequem und verursacht manchmal sogar Verletzungen bei Passagieren dadurch, dass sie im Inneren des Fahrzeugs zu Fall kommen. Daher ist es notwendig, einen Weg zu finden, wie solche ruckartige Bewegung beim Niedergeschwindigkeits-Bremsen vermieden werden kann.

[0003] Gleichzeitig führt die Gesetzeslage in Japan zu einer erhöhten Notwendigkeit für stärkere Bremswirkung. Die folgenden Verbesserungen bei Reibmaterialien sind als Wege zur Erreichung einer besseren Bremswirkung vorgeschlagen worden.

(1) Zugabe einer großen Menge an Metallpulver zum Reibmaterial.

(2) Aufnahme einer großen Menge an Glasfasern in das Reibmaterial (z. B. zumindest 10 Vol.-%, bezogen auf die Gesamtzusammensetzung).

(3) Steigerung der mittleren Teilchengröße des im Reibmaterial verwendeten Reibmaterials und entsprechendes Einstellen des Gehalts an Schleifmittel. Ein typisches Beispiel ist die Verwendung von Zirkoniumsilikat oder Magnesiumoxid mit einer mittleren Teilchengröße von zumindest 10 µm.

[0004] Jedes dieser Verfahren nach dem Stand der Technik zur Verbesserung der Bremswirkung ist jedoch mit einer Reihe von Problemen verbunden. Beispielsweise bewirkt der erste Ansatz, bei dem dem Reibmaterial eine große Menge an Metallpulver zugegeben wird, das "Einfangen" von Metall, was zu unerwünschten Wirkungen wie Riefenbildung in der Bremstrommel und ungleichmäßige Bremswirkung führt, was bewirkt, dass das Fahrzeug während des Bremsens auf eine Seite zieht.

[0005] Der zweite Ansatz, der die Zugabe von zumindest 10 Gew.-% Glasfasern zum Reibmaterial umfasst, verbessert die Bremswirkung. Dieser Vorteil wird jedoch durch eine Erhöhung der "Geschwindigkeitsstreuung" zunichte gemacht, die hierin als der Absolutwert der Differenz zwischen der Bremswirkung bei 50 km/h und jener bei 100 km/h definiert ist, sowie auch durch größere und unerwünschte Veränderungen sowohl der Bremswirkung als auch der Geschwindigkeitsstreuung im Zeitverlauf.

[0006] Beim dritten oben genannten Ansatz ist im Reibmaterial ein Schleifmittel, wie z. B. Zirkoniumsilikat oder Magnesiumoxid, mit einer mittleren Teilchengröße von zumindest 10 µm enthalten. Diese Lösung verbessert tatsächlich wirksam die Bremswirkung, hat jedoch ebenfalls eine Reihe von Nachteilen. Unerwünschte Ergebnisse sind eine große Geschwindigkeitsstreuung, verringerte Bremswirkung bei hoher Geschwindigkeit sowie große und unerwünschte Änderungen im Zeitverlauf, sowohl was die Geschwindigkeitsstreuung als auch was die Bremswirkung betrifft. Außerdem verursacht das Schleifmittel Riefen an der Bremstrommel, und das führt zu ruckartigem Niedergeschwindigkeits-Bremsen.

[0007] Darüber hinaus bewirken diese Reibmaterialien (1) bis (3) aufgrund des hohen Gehalts der oben zugegebenen Komponenten ein höheres Ausmaß an Abnutzung auf der Kontaktfläche (z. B. Trommel- oder Scheibenoberfläche) als notwendig, wodurch die Lebensdauer der Bremse verkürzt wird.

[0008] Somit weisen alle Reibmaterialien nach dem Stand der Technik wesentliche Nachteile auf. Nicht nur erfüllen sie die Anforderungen an derartige Materialien nicht, es ist mit ihnen auch nicht möglich, unerwünschte ruckartige Bewegung während des Niedergeschwindigkeits-Bremsens zu verhindern.

[0009] Die DE-A-3.727.809 offenbart ein asbestfreies Reibmaterial, das durch Formen und Härten einer Zusammensetzung hergestellt ist, die eine Faserbasis, einen anorganischen Füllstoff und ein Bindemittel umfasst, worin der anorganische Füllstoff 0,1 bis 5 Vol.-% der Gesamtzusammensetzung an Zirkoniumsilikat umfasst (das nicht näher definiert ist).

[0010] Die FR-A-2.372.129 offenbart eine Zusammensetzung, die Fasermaterial, nicht faserigen Serpentin und anorganischen Füllstoff enthält.

[0011] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung machen es möglich, ein asbestfreies Reibmaterial bereitzustellen, das hervorragende Bremswirkung bei herkömmlichem Einsatz, geringe Geschwindigkeitsstreuung und minimale Änderung im Zeitverlauf aufweist, sowohl was Bremswirkung als auch was Geschwindigkeitsstreuung betrifft, keine Morgenwirkung verursacht und ruckartige Bewegung während des Niedergeschwindigkeits-Bremsens verhindern kann. "Morgenwirkung" wie hierin verwendet bezeichnet eine Zunahme der Bremswirkung gegenüber der Anfangswirkung beim Kaltstart während des Betriebs bei kalten Temperaturen.

[0012] Die Erfinder des vorliegenden Anmeldungsgegenstandes haben festgestellt, dass, anders als bei frü-

heren Versuchen, die Bremswirkung zu erhöhen, die Zugabe einer spezifischen Menge eines anorganischen Füllstoffs mit großer Härte und geringer Teilchengröße und vorzugsweise auch die Zugabe einer geringeren Menge an zerhackten Glassträngen als üblich zur Reibmaterialzusammensetzung die überraschende und unerwartete Wirkung hat, dass ein herausragendes asbestfreies Reibmaterial bereitgestellt wird, das über gute Bremswirkung bei Normalbetrieb verfügt, ohne unerwünschte ruckartige Bewegung während des Niedergeschwindigkeits-Bremsens zu verursachen.

[0013] Das heißt, es wurde entdeckt, dass die Aufnahme von 0,1 bis 10 Vol.-%, bezogen auf die gesamte Zusammensetzung, eines anorganischen Füllstoffs, der zu 90 eine Teilchengröße von 0,1 bis 8 µm (im Gegensatz zur für den Stand der Technik typischen Teilchengröße von zumindest 10 µm) und eine Mohs-Härte von 6 bis 8 aufweist, und vorzugsweise die weitere Aufnahme einer gegenüber dem Stand der Technik geringeren Menge von 1 bis 6 Vol.-% an gehackten Glassträngen, bezogen auf der Gesamtzusammensetzung, in ein asbestfreies Reibmaterial, das durch Formen und Härten einer Zusammensetzung hergestellt wird, die eine Faserbasis, einen anorganischen Füllstoff, einen organischen Füllstoff und ein Bindemittel umfasst, synergistische Wirkungen zwischen diesen Bestandteilen und anderen Bestandteilen des Reibmaterials hervorruft. Dank dieser Wirkungen können hervorragende asbestfreie Reibmaterialien erhalten werden. Bevorzugte Ausführungsformen können eines oder mehrere der folgenden Wirkungen erzielen: hohe Bremswirkung im Normalbetrieb (im Allgemeinen etwa 50 km/h), geringe Geschwindigkeitsstreuung und unbeeinträchtigte Bremswirkung bei hoher Geschwindigkeiten, sie erfahren minimale Änderungen im Zeitverlauf der Bremswirkung und Geschwindigkeitsstreuung, ergeben keinen Morgen-Effekt, können ruckartige Bewegung während des Niedergeschwindigkeits-Bremsens verhindern, bewirken minimale Trommeloberflächenrauigkeit und Trommelabnutzungstiefe nach kontinuierlicher Verwendung und weisen hervorragende Haltbarkeit und eine längere Verwendungsdauer auf.

[0014] Die Gründe für die hervorragenden Eigenschaften des erfindungsgemäßen Reibmaterials sind nicht klar. Eine wahrscheinliche Erklärung besteht jedoch darin, dass das Formen der Reibmaterialzusammensetzung in einem Zustand, in dem der anorganische Füllstoff mit einer hohen Härte, der zu 90% eine spezifische Teilchengröße aufweist, gleichmäßig mit vorzugsweise einer kleinen Menge an gehackten Glassträngen gemischt ist, es ermöglicht, dass jeder Bestandteil seine vollen Fähigkeiten entfaltet. Das ermöglicht es, ein Reibmaterial zu erreichen, das anders als Reibmaterialien nach dem Stand der Technik, die nur ein Schleifmaterial mit hoher mittlerer Teilchengröße oder einem hohen Glasfasergehalt enthalten, hohe Bremswirkung bei Normalbetrieb aufweist und auch eine geringe Geschwindigkeitsstreuung aufweist, bei hohen Geschwindigkeiten keiner Beeinträchtigung der Bremswirkung unterliegt, minimale Änderungen der Bremswirkung und der Geschwindigkeitsstreuung im Zeitverlauf erfährt, unerwünschte ruckartige Bewegung beim Niedergeschwindigkeits-Bremsen verhindern kann, minimale Trommeloberflächen-Rauigkeit und Trommelabnutzungstiefe nach kontinuierlicher Verwendung verursacht sowie hervorragende Haltbarkeit und längere Verwendungsdauer aufweist.

[0015] Demgemäß stellt die vorliegende Erfindung ein asbestfreies Reibmaterial bereit, das durch Formen und Härten einer Zusammensetzung hergestellt ist, die eine Faserbasis, einen anorganischen Füllstoff, einen organischen Füllstoff und ein Bindemittel umfasst, worin der anorganische Füllstoff zu 90% eine Teilchengröße von 0,1 bis 8 µm und eine Mohs-Härte von 6 bis 8 aufweist und 0,1 bis 10 Vol.-% der gesamten Zusammensetzung ausmacht.

[0016] Das Reibmaterial gemäß vorliegender Erfindung weist vorzugsweise ein Differenzverhältnis zwischen der Bremswirkung bei 5 km/h (TP1) und der Bremswirkung bei 30 km/h (TP2), wie durch Niedertemperatur-Niedergeschwindigkeits-Bremstests gemäß der Norm JASO C407-87 der Japan Automobile Technology Association bestimmt und als  $(TP1-TP2)/TP1 \times 100$  ausgedrückt, von maximal 40% auf.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0017] Das asbestfreie Reibmaterial gemäß vorliegender Erfindung kann durch Formen und Härten einer Zusammensetzung hergestellt werden, die primär aus einer Faserbasis, einem anorganischen Füllstoff, einem organischen Füllstoff und einem Bindemittel besteht. Um die Ziele der Erfindung zu erreichen, ist es jedoch entscheidend, dass bei diesen Komponenten die Menge und der Typ an organischem Füllstoff so gewählt wird, dass ein spezifischer Anteil eines anorganischen Füllstoffs mit einer spezifischen Mohs-Härte und einer zu 90% spezifischen Teilchengröße in der Zusammensetzung formuliert ist. Darüber hinaus wird empfohlen, dass die Zusammensetzung als Faserbasis eine geringere Menge an gehackten Glassträngen enthält als üblich.

[0018] Der anorganische Füllstoff muss zu 90% eine Teilchengröße von 0,1 bis 8 µm und eine Mohs-Härte von 6 bis 8 aufweisen und 0,1 bis 10 Vol.-% der Gesamt-Reibmaterialzusammensetzung ausmachen. Die einen Anteil von 90% ausmachende Teilchengröße beträgt vorzugsweise 0,3 bis 6 µm, mehr bevorzugt 0,5 bis 4 µm und am meisten bevorzugt 0,5 bis 3 µm. Die Mohs-Härte beträgt vorzugsweise 7 bis 8. Der Gehalt an anorganischem Füllstoff beträgt vorzugsweise 3 bis 9 Vol.-% und am meisten bevorzugt 4 bis 8 Vol.-%, bezogen auf die Gesamt-Zusammensetzung. Mit einem Reibmaterial aus einer Zusammensetzung, in der der an-

organische Füllstoff eine 90%-Teilchengröße, eine Mohs-Härte oder einen Gehalt unter diesen jeweiligen Bereichen aufweist, lässt sich keine erhöhte Bremswirkung erzielen. Andererseits ergibt die Verwendung von anorganischem Füllstoff mit einer 90%-Teilchengröße, einer Mohs-Härte oder einem Gehalt über den obigen jeweiligen Bereichen ein Reibmaterial, das ruckartiges Niedergeschwindigkeits-Bremsen verursacht. Die Ziele und Vorteile der Erfindung können in keinem dieser Fälle erreicht werden.

[0019] Der Begriff „90%-Teilchengröße“ wie hierin verwendet bezieht sich auf die Teilchengröße bei 90% der kumulativen Teilchengrößenverteilung (d. h. 90 Gew.-% haben diese oder eine geringere Größe).

[0020] Die Gestalt der anorganischen Füllstoffteilchen ist nicht entscheidend, es wird jedoch eine kugelförmige oder annähernd kugelförmige Gestalt bevorzugt. Die Teilchen können, falls notwendig, oberflächenbehandelt werden.

[0021] Veranschaulichende Beispiele für derartige anorganische Füllstoffe mit einer mittleren Teilchengröße und einer Mohs-Härte innerhalb der angegebenen Bereiche sind Magnesiumoxid, Zirkoniumoxid, Zirkoniumsulfid, Zirkoniumsilikat,  $\alpha$ -Quarz (Mohs-Härte 7) und Chromoxid. Diese können allein oder in Kombinationen aus zwei oder mehr davon eingesetzt werden. Der bevorzugte anorganische Füllstoff ist Zirkoniumsilikat (Mohs-Härte 7,5).

[0022] Zusätzlich zum anorganischen Füllstoff mit der oben angegebenen mittleren Teilchengröße und Mohs-Härte kann das Reibmaterial gemäß vorliegender Erfindung auch andere anorganische Füllstoffe enthalten, die in Reibmaterialien üblicherweise verwendet werden. Veranschaulichende Beispiele sind Molybdändisulfid, Kalziumcarbonat, Bariumsulfat, Kalziumhydroxid, Kalziumfluorid, Talk, Eisenoxid, Glimmer, Eisensulfid, Metallpulver und Vermiculit. Derartige anderen anorganischen Füllstoffe können allein oder als Kombinationen aus zwei oder mehr davon verwendet werden. Der Gehalt dieser anderen anorganischen Füllstoffe in der Reibmaterialzusammensetzung beträgt vorzugsweise 0,1 bis 70 Vol.-%, mehr bevorzugt 3 bis 50 Vol.-% und am meisten bevorzugt 5 bis 30 Vol.-%.

[0023] Gemeinsam mit dem anorganischen Füllstoff mit der spezifischen 90%-Teilchengröße und Mohs-Härte, wie oben angeführt, umfasst das Reibmaterial gemäß vorliegender Erfindung vorzugsweise auch eine spezifische Menge an gehackten Glassträngen als Faserbasis.

[0024] Vorzugsweise weisen die gehackten Glasstränge eine Faserlänge von 2 bis 5 mm, insbesondere 2,5 bis 3,5 mm, einen Faserdurchmesser von 5 bis 12  $\mu\text{m}$ , insbesondere 7 bis 11  $\mu\text{m}$ , und eine Anzahl von Fasern pro Strang von 50 bis 500, insbesondere 100 bis 400, auf.

[0025] Der Gehalt an gehacktem Glassträngen beträgt vorzugsweise 1 bis 6 Vol.-%, mehr bevorzugt 2 bis 6 Vol.-%, und am meisten bevorzugt 2 bis 4 Vol.-%, bezogen auf die Gesamtzusammensetzung. Die Zugabe von zu wenig gehackten Glassträngen führt zu geringer Bremswirkung und schlechten Verstärkungswirkungen, was zu Riss- und Spaltbildung führt. Andererseits erhöht zu viel an zerhackten Strängen die Geschwindigkeitsstreuung.

[0026] Zusätzlich zu gehackten Glassträngen kann das Reibmaterial gemäß vorliegender Erfindung auch andere Faserbasen enthalten, die üblicherweise in Reibmaterialien verwendet werden. Veranschaulichende Beispiele sind anorganische Fasern, wie z. B. Metallfasern (z. B. Eisen, Kupfer, Messing, Bronze, Aluminium), Keramikfasern, Kaliumtitanatfasern, Kohlenstofffasern, Steinwolle, Wollastonit, Sepiolit, Attapulgit und künstliche Mineralfasern; sowie organische Fasern, wie z. B. Aramidfasern, Cellulosepulpe, Aramidpulpe und Acrylfasern. Es können eine beliebige oder Kombinationen aus zwei oder mehr davon verwendet werden. Derartige Faserbasen können in Form von Stapelfasern oder Pulvern verwendet werden. Der Gehalt dieser anderen Faserbasen beträgt vorzugsweise 5 bis 30 Vol.-% und mehr bevorzugt 5 bis 15 Vol.-%, bezogen auf die Gesamt-Reibmaterialzusammensetzung.

[0027] Beispiele für geeignete organische Füllstoffe, die gemäß vorliegender Erfindung eingesetzt werden können, sind Cashew-Staub, regenerierter Dire-Dust, Gummistaub, Graphit, Nitrilkautschukstaub (Vulkanisat) und Acrylkautschukstaub (Vulkanisat). Diese können allein oder als Kombinationen aus zwei oder mehr davon verwendet werden. Der organische Füllstoff wird in einer Menge von vorzugsweise 0,5 bis 60 Vol.-% und insbesondere 5 bis 35 Vol.-%, bezogen auf die Gesamt-Reibmaterialzusammensetzung, zugegeben.

[0028] Bei dem in der Zusammensetzung verwendeten Bindemittel kann es sich um jedes bekannte Bindemittel handeln, das üblicherweise in Reibmaterialien verwendet wird. Geeignete Beispiele sind Phenolharz, Melaminharz, Epoxyharz, verschiedene Kautschuk-modifizierte Phenolharze, Nitrilkautschuk, Acrylkautschuk und Silikonkautschuk. Diese können allein oder als Kombinationen aus zwei oder mehr davon verwendet werden. Das Bindemittel wird in einer Menge von vorzugsweise 7 bis 40 Vol.-% und insbesondere 10 bis 25 Vol.-% zugegeben.

[0029] Das Verfahren zur Herstellung des asbestfreien Reibmaterials gemäß vorliegender Erfindung umfasst zunächst das gleichmäßige Mischen der obigen Komponenten in einem geeigneten Mischer, wie einem Henschel-Mischer, Reidge-Mischer oder Eirich-Mischer, so dass ein Formungspulver entsteht, und das Vorformen des Pulvers in einer Form. Der Vorformling wird dann bei einer Temperatur von 130 bis 200°C und einem Druck von 100 bis 400 kg/cm<sup>2</sup> für einen Zeitraum von 2 bis 15 min geformt.

[0030] Der resultierende Formteil wird durch Wärmebehandlung bei 140 bis 250°C für 2 bis 48 h nachgehär-

tet, dann geschnitten, spanabhebend behandelt, gemalen und auf andere Weise verarbeitet, wie für die erforderlichen Abmessungen notwendig, was das fertige Produkt ergibt.

[0031] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist das Reibmaterial eine Bremswirkung TP1 bei 5 km/h und eine Bremswirkung TP2 bei 30 km/h auf, wie durch Niedertemperatur-Niedergeschwindigkeits-Bremsleistungstests entsprechend der Norm JASO C407-87 der Japan Automobile Technology Association (Dynamometer Test Methods for Truck and Bus Braking Equipment) bestimmt. Das Differenzverhältnis zwischen der Bremswirkung TP1 bei 5 km/h und der Bremswirkung TP2 bis 30 km/h, ausgedrückt als  $(TP1-TP2)/TP1 \times 100$ , darf maximal 40%, vorzugsweise maximal 30 %, mehr bevorzugt maximal 20% und am meisten bevorzugt maximal 15% betragen. Die Untergrenze des Differenzverhältnisses ist nicht entscheidend, es wird jedoch ein Wert von zumindest 0% bevorzugt. Ein zu großes Differenzverhältnis kann zu ruckartigem Bremsen bei niedrigerer Geschwindigkeit führen, bei dem die Bremswirkung während des Bremsvorgangs bei niedrigeren Geschwindigkeiten abrupt ansteigt.

[0032] Typischerweise werden die Niedertemperatur-Niedergeschwindigkeits-Bremsleistungstests entsprechend der JASO C407-87 bei einer Temperatur von etwa 10°C durchgeführt. Das Differenzverhältnis  $(TP1-TP2)/TP1 \times 100$ , wie bei 10°C gemessen, beträgt vorzugsweise maximal 30%, und am meisten bevorzugt von 0 bis 20%. Das Differenzverhältnis  $(TP1-TP2)/TP1 \times 100$ , wie bei 100°C gemessen, das als Vergleichsbasis dient, beträgt vorzugsweise maximal 20% und insbesondere 0 bis 15 %.

[0033] Bei den Niedertemperatur-Niedergeschwindigkeits-Bremsleistungstests gemäß der JASO C407-87 werden das Bremsdrehmoment T und der Bremsflüssigkeitsdruck P bei einer simulierten Leerfahrzeug-Trägheit und unter vier Sätzen von Bedingungen gemessen: einer Vorbremms-Bremstemperatur von 10°C oder 100°C (Vergleichsbasis) gepaart mit einer anfänglichen Bremsgeschwindigkeit von 5 km/h oder 30 km/h. Diese Ergebnisse werden verwendet, um die hier als T/P definierte Bremswirkung zu berechnen, die wiederum verwendet wird, um den Anstieg der Bremswirkung bei niedrigen Geschwindigkeiten (d. h. die Differenz der Bremswirkung, gegeben durch T/P bei 5 km/h – T/P bei 30 km/h) und das Differenzverhältnis der Bremswirkung zu berechnen. Die Bremstemperatur wurde mit einem auf der Bremsanordnung montierten Temperatursensor gemessen.

[0034] Vorzugsweise weisen die Reibmaterialien gemäß vorliegender Erfindung auch eine Veränderung im Zeitverlauf der Geschwindigkeitsstreuung, dargestellt durch die nachstehend gezeigte Formel, von einem ersten Bremswirkungstest (vor dem Einbetten) bis zu einem letzten (5.) Bremswirkungstest bei Bremsleistungstests bei Normalbetrieb, durchgeführt bei einer konstanten Trägheit in belastetem Zustand gemäß der JASO C407-87 (Dynamometer Test Methods for Truck and Bus Braking Equipment), von 90 auf 150% und insbesondere von 90 auf 120% auf. Außerdem beträgt die Veränderung der Bremswirkung im Zeitverlauf, dargestellt durch die nachstehend gezeigte Formel, vorzugsweise 90 bis 110%, insbesondere 95 bis 105 %, bei 50 km/h, und vorzugsweise 90 bis 105%, insbesondere 97 bis 103%, bei 100 km/h.

Prozentuelle Änderung der Geschwindigkeitsstreuung im Zeitverlauf =  $((\text{Geschwindigkeitsstreuung im 5. Test})/(\text{Geschwindigkeitsstreuung im 1. Test})) \times 100$

Prozentuelle Änderung der Bremswirkung im Zeitverlauf =  $[(T/P \text{ bei } 50 \text{ oder } 100 \text{ km/h im 5. Test})/(T/P \text{ bei } 50 \text{ oder } 100 \text{ km/h im 1. Test})] \times 100$

[0035] Nach dem ersten (vor dem Einbetten) bis letzten (5.) Bremswirkungstest bei den Bremsleistungstests bei Normalbetrieb, der mit einer konstanten Belastungs-Trägheit gemäß der JASO C407-87 durchgeführt wurde, beträgt die Trommeloberflächen-Rauigkeit, ausgedrückt als Mittel für 10 Punkte (RzD) in der Rauigkeitskomponente gemäß der deutschen Norm DIN-4769, vorzugsweise nicht mehr als 15 µm, mehr bevorzugt nicht mehr als 10 µm und am meisten bevorzugt 1 bis 7 µm. Die Trommelabnutzungstiefe beträgt, ausgedrückt als Mittel für 10 Punkte in der Abnutzungstiefe von der Oberfläche einer neuen Trommel vorzugsweise nicht mehr als 20 µm, mehr bevorzugt nicht mehr als 15 µm und am meisten bevorzugt 5 bis 13 µm.

[0036] Beim Konstantbelastungs-Trägheits-Bremsleistungstest bei Normalbetrieb gemäß der JASO C407-87 ist der Bremsbelag auf der Hinterrad-Bremsanordnung eines Groß-LKWs montiert. Unter Einsatz eines Brems-Dynamometers werden das Brems-Drehmoment T und der Bremsflüssigkeitsdruck P gemessen, indem Bremsleistungstests von einem ersten (vor dem Einbetten) bis zu einem letzten (5.) Wirkungstest unter einer simulierten konstanten Belastung (Brutto-Fahrzeuggewicht, 20 metrische Tonnen) gemäß der JASO C407-87 durchgeführt werden. Die resultierenden Daten werden verwendet, die Bremswirkung T/P zu berechnen.

[0037] Unter Einsatz der Reibmaterialien gemäß vorliegender Erfindung kann eine KFZ-Bremsschuhanordnung hergestellt werden, indem das fertige Produkt auf einer Stahl- oder Gusseisenbremsschuhplatte angeordnet wird, die gereinigt, oberflächenbehandelt und mit einem Kleber beschichtet worden ist. Der Bremsschuh und das fertige Produkt werden dann in diesem Zustand unter Druck aneinander gehalten und durch die An-

wendung von Wärme aneinander geklebt. Eine Bremsschuhanordnung für einen Bus oder LKW kann hergestellt werden, indem das fertige Produkt an eine Stahl- oder Gusseisenbremsschuhplatte genietet wird, die gereinigt und oberflächenbehandelt worden ist.

[0038] Die asbestfreien Reibmaterialien vorliegende Erfindung eignen sich sehr gut zur Verwendung bei Kraftfahrzeugen. Insbesondere, wenn die Reibmaterialien für große Fahrzeuge wie Busse und LKWs eingesetzt werden, kommt es nicht zum ruckartigen Bremsen bei langsamer Geschwindigkeit, das bisher ein Problem war. Die Reibmaterialien gemäß vorliegender Erfindung eignen sich auch gut zum Einsatz bei verwandten Anwendungen, wie Scheibenauflagen, Bremsschuhen und Bremsbelägen bei Scheibenbremsen und Trommelbremsen.

#### BEISPIELE

[0039] Beispiele gemäß vorliegender Erfindung und Vergleichsbeispiele sind nachstehend zur Veranschaulichung angeführt und sollen die Erfindung nicht einschränken.

#### Beispiele 1 bis 4 und Vergleichsbeispiele 1 bis 4

[0040] Die in Tabelle 1 gezeigten Reibmaterial-Zusammensetzungen wurden formuliert, dann in einem Redige-Mischer gleichmäßig gemischt und in einer Formpresse unter einem Druck von 100 kg/cm<sup>2</sup> 10 min lang vorgeformt. Jeder Vorformling wurde für die gewünschte Zeitspanne bei einer Temperatur von 145°C und einem Druck von 180 kg/cm<sup>2</sup> geformt, dann durch 5-stündige Wärmebehandlung bei 180°C nachgehärtet, was bei jedem der acht Beispiele für Hinterrad-Bremsbeläge für Groß-LKWs ergab.

Tabelle 1

	Bsp.1	Bsp.2	Bsp.3	Bsp.4	Vergl.1	Vergl.2	Vergl.3	Vergl.4
Aramidfasern	10	10	10	10	10	10	10	10
Phenolharz	23	23	23	23	23	23	23	23
Cashew-Staub	33	33	33	33	33	33	33	33
Kalziumcarbonat	7	10	9	3	7	7	5	-
Bariumsulfat	10	10	10	10	10	10	10	9
Graphit	7	7	7	7	7	7	7	7
Herkömmliches Zirkoniumsilikat <sup>1)</sup>	-	-	-	-	8	4	4	8
Feines Zirkoniumsilikat <sup>2)</sup>	8	4	4	8	-	-	-	-
Glasfasern <sup>3)</sup>	2	3	4	6	2	6	8	10
Gesamt (Vol.-%)	100	100	100	100	100	100	100	100

<sup>1)</sup> Altzweck-Zirkoniumsilikat: Mohs-Härte: 7,5; 90% Teilchengröße: 10 µm.

<sup>2)</sup> Feines Zirkoniumsilikat: Mohs-Härte: 7,5; 90% Teilchengröße: 1,5 µm.

<sup>3)</sup> Zerhackte Glasstränge: Faserlänge: 3 mm; Faserdurchmesser: 9 µm; Fasern pro Strang: 100.

[0041] Die in den Beispielen erhaltenen Bremsbeläge wurden zwei Dynamometer-Tests unterzogen die gemäß der JASO C407-87 durchgeführt wurden: (1) einem simulierten Leerfahrzeug-Trägheits-Niedertemperatur-Niedergeschwindigkeits-Bremsleistungstest und (2) einem simulierten Konstantbelastungs-Trägheits-Bremsleistungstest bei Normalbetrieb.

#### (1) Niedertemperatur-Niedergeschwindigkeits-Bremsleistungstest

[0042] Das Brems-Drehmoment T und der Bremsflüssigkeitsdruck P wurden nach der JASO C407-87 bei einer simulierten Leerfahrzeug-Trägheit und unter vier Sätzen von Bedingungen durchgeführt: einer Vorbrems-Bremstemperatur von 10°C oder 100°C gepaart mit einer Anfangs-Bremsgeschwindigkeit von 5 km/h

oder 30 km/h. Diese Ergebnisse wurden verwendet, um die Bremswirkung T/P zu berechnen. Die Bremswirkungsdaten wurden dann verwendet, um das Ausmaß des Anstiegs der Niedergeschwindigkeits-Bremswirkung bei verschiedenen Temperaturen zu bewerten: nämlich T/P bei 5 km/h (TP1) – T/P bei 30 km/h (TP2). Außerdem wurde das Differenzverhältnis der Bremswirkung  $(TP1-TP2)/TP1 \times 100$  berechnet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 2 gezeigt.

Tabelle 2

	Bsp.1	Bsp.2	Bsp.3	Bsp.4	Vergl.1	Vergl.2	Vergl.3	Vergl.4
T/P bei 5 km/h (TP1) bei 10 °C	8,1	7,8	7,8	8,2	17,8	15,4	16,2	18,7
T/P bei 30 km/h (TP2) bei 10 °C	7,2	7,1	7,2	7,3	7,6	6,3	6,4	7,7
Differenz der Wirkung (TP1-TP2) bei 10 °C	0,9	0,7	0,6	0,9	10,2	9,1	9,8	11,0
Differenzverhältnis der Wirkung (TP1-TP2)/TP1 x 100, bei 10 °C	11,1	9,0	7,7	11	57,3	59,1	60,5	58,8
T/P bei 5 km/h (TP1) bei 100 °C	7,5	7,4	7,3	7,5	14,7	13,4	14,5	15,2
T/P bei 30 km/h (TP2) bei 100 °C	7,2	7,0	7,1	7,3	7,9	5,8	6,0	8,2
Differenz der Wirkung (TP1-TP2) bei 100 °C	0,3	0,4	0,2	0,2	6,8	7,6	8,5	7,0
Differenzverhältnis der Wirkung (TP1-TP2)/TP1 x 100, bei 100 °C	4,0	5,4	2,7	2,7	46,3	56,7	58,6	46,1

[0043] Die Ergebnisse in Tabelle 2 zeigen, dass die Vergleichsbeispiele 1 bis 4 ruckartige Bewegung beim Niedergeschwindigkeits-Bremsen ergab, da die Bremswirkung bei 5 km/h gegenüber jener bei 30 km/h beträchtlich zunahm. Darüber hinaus war die Differenz der Bremswirkung zwischen 10°C und 100°C groß (es trat ein Morgen-Effekt auf). Auch war das Differenzverhältnis der Wirkung bei diesen Vergleichsbeispielen sehr hoch und lag im Bereich von 57,3 bis 60,5% bei 10°C und 46,1 bis 58,6% bei 100°C.

[0044] Im Gegensatz dazu verhindern die Beispiele 1 bis 4 gemäß vorliegender Erfindung ruckartiges Niedergeschwindigkeits-Bremsen, da die Zunahme der Bremswirkung bei langsamer Geschwindigkeit (5 km/h) gering war. Die Differenz der Bremswirkung zwischen 10°C und 100°C war gering (keine Morgen-Wirkung). Darüber hinaus war das Differenzverhältnis der Wirkung sehr gering und betrug bei 10°C von 7,7 bis 11,1% und bei 100°C von 2,7 bis 5,4%.

#### (2) Normalbetriebs-Bremsleistungstest bei simulierter Konstantbelastungsträgheit

[0045] Die in den Beispielen 1 bis 4 und Vergleichsbeispielen 1 bis 4 hergestellten Bremsbeläge wurden wiederum jeweils auf einer Groß-LKW-Hinterrad-Bremsanordnung montiert. Bremsleistungstests von einem ersten (vor dem Einbetten) bis zu einem letzten (5.) Wirkungstest gemäß der JASO C407-87 wurden unter einer simulierten konstanten Belastung (GVW = 20 t) mit einem Brems-Dynamometer durchgeführt. Das Brems-Drehmoment T und der Bremsflüssigkeitsdruck P, die in den Tests gemessen wurden, wurden verwendet, um die Bremswirkung T/P zu berechnen. Die Trommeloberflächenrauigkeit und die Trommelabnutzungstiefe nach den Tests 1 bis 5 wurden wie nachstehend beschrieben gemessen. Die Ergebnisse werden in Tabelle 3 gezeigt.

## Trommeloberflächenrauigkeit

[0046] Ausgedrückt als Mittel für 10 Punkte (RzD) der Rauigkeitskomponente, wie gemäß der deutschen Norm DIN-4769 bestimmt.

## Trommelabnutzungstiefe

[0047] Ausgedrückt als Mittel für 10 Punkte der Tiefe der Abnutzung von der Oberfläche einer neuen Trommel.

[0048] Als nächstes wurde die Geschwindigkeitsstreuung, oben als Absolutwert der Differenz zwischen der Bremswirkung bei 50 km/h und der Bremswirkung bei 100 km/h definiert, aus den resultierenden T/P-Werten berechnet. Die Änderung im Zeitverlauf der Geschwindigkeitsstreuung und die Änderung im Zeitverlauf der Bremswirkung wurden auf Basis der nachstehend angeführten Formeln berechnet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 3 gezeigt.

Prozentuelle Änderung der Geschwindigkeitsstreuung im Zeitverlauf = (Geschwindigkeitsstreuung im 5. Test)/(Geschwindigkeitsstreuung im 1. Test) × 100

Prozentuelle Änderung der Wirkung im Zeitverlauf = (T/P bei 50 oder 100 km/h im 5. Test)/(T/P bei 50 oder 100 km/h im ersten Test) × 100

Tabelle 3

	Bsp. 1	Bsp. 2	Bsp. 3	Bsp. 4	Vergl. 1	Vergl. 2	Vergl. 3	Vergl. 4
T/P bei 50 km/h im ersten Test	8,9	8,7	8,8	9,1	9,0	8,7	8,9	9,3
T/P bei 100 km/h im ersten Test	6,8	6,4	6,3	7,0	4,6	4,7	4,8	4,8
T/P bei 50 km/h im fünften Test	8,8	8,5	8,7	9,0	14,2	13,2	13,0	14,6
T/P bei 100 km/h im fünften Test	6,6	6,2	6,3	6,9	4,8	4,9	4,5	4,6
Geschwindigkeitsstreuung im ersten Test (Absolutwert von 100 km/h - 50 km/h)	2,1	2,3	2,5	2,1	4,4	4,0	4,1	4,5
Geschwindigkeitsstreuung im fünften Test (Absolutwert von 100 km/h - 50 km/h)	2,2	2,3	2,4	2,1	9,4	8,3	8,5	10,0
Änderung der Geschwindigkeitsstreuung im Zeitverlauf (%)	105	100	96	100	214	208	207	222
Änderung im Zeitverlauf bei 50 km/h (%)	99	98	99	99	124	151	146	157
Änderung im Zeitverlauf bei 100 km/h (%)	97	97	100	99	104	104	94	96
Trommeloberflächenrauigkeit (µm)	7,1	6,3	6,5	6,8	28,2	25,4	26,3	31,6
Trommelabnutzungstiefe (µm)	11	9	10	12	53	47	50	85

[0049] Wie aus den Ergebnissen in Tabelle 3 hervorgeht, war die Geschwindigkeitsstreuung in jedem der Vergleichsbeispiele stark, die Bremswirkung nahm bei hoher Geschwindigkeit (100 km/h) beträchtlich ab, die Änderung der Geschwindigkeitsstreuung im Zeitverlauf war groß, die Änderung der Bremswirkung im Zeitverlauf war groß (insbesondere bei 50 km/h) und die Trommelabnutzung war beträchtlich.

[0050] Im Gegensatz dazu war in den Beispielen 1 bis 4 gemäß vorliegender Erfindung die Bremswirkung bei Normalbetrieb (50 km/h) hoch, die Geschwindigkeitsstreuung war gering, die Bremswirkung bei hoher Geschwindigkeit erfuhr nur eine geringe Abnahme, die Änderung der Geschwindigkeitsstreuung im Zeitverlauf war gering, die Änderung der Bremswirkung im Zeitverlauf war gering, und die Trommelabnutzung war gering.

[0051] Die asbestfreien Reibmaterialien gemäß vorliegender Erfindung weisen somit die folgenden hervorragenden und bisher nie erreichten Leistungseigenschaften auf.

(1) Keine Morgen-Wirkung. Das heißt, die Differenz der Bremswirkung zwischen 100 °C und 10°C ist gering. Insbesondere kann ein Anstieg der Bremswirkung am Morgen in kaltem Winterwetter verhindert werden.

(2) Die Differenz der Bremswirkung bei 5 km/h und 30 km/h ist gering. Daher kommt es nicht nur ruckartigen Bewegung während des Niedergeschwindigkeits-Bremsens, das durch eine abrupte Zunahme der Bremswirkung bei langsamen Geschwindigkeiten verursacht wird.

(3) Geringe Geschwindigkeitsstreuung. Der absolute Wert für die Differenz zwischen der Bremswirkung bei 100 km/h und der Bremswirkung bei 50 km/h ist gering, was zu einer geringeren Abnahme der Bremswirkung bei hoher Geschwindigkeit führt.

(4) Die Änderungen im Zeitverlauf, sowohl was die Bremswirkung als auch was die Geschwindigkeitsstreuung betrifft, sind gering.

(5) Die Trommeloberflächenrauigkeit und die Trommelabnutzungstiefe nach der kontinuierlichen Verwendung sind beide gering, was zu hervorragender Haltbarkeit und langer Verwendungsdauer führt.

[0052] Die die Reibmaterialien gemäß vorliegender Erfindung keine ruckartige Bewegung beim Niedergeschwindigkeitsbremsen verursachen, eignen sie sich sehr gut zur Verwendung an großen Fahrzeugen wie Bussen und LKWs.

[0053] Es sind zwar einige bevorzugte Ausführungsformen beschrieben worden, aber im Licht der obigen Lehren können viele Modifikationen und Variationen daran vorgenommen werden. Es versteht sich daher, dass die Erfindung anders praktisch umgesetzt werden kann als spezifisch beschrieben, ohne vom Schutzzumfang der beiliegenden Ansprüche abzuweichen.

### Patentansprüche

1. Asbestfreies Reibmaterial, das durch Formen und Härten einer Zusammensetzung hergestellt ist, die eine Faserbasis, einen anorganischen Füllstoff, einen organischen Füllstoff und ein Bindemittel umfasst, worin der anorganische Füllstoff zu 90% eine Teilchengröße von 0,1 bis 8 µm sowie eine Mohs-Härte von 6 bis 8 aufweist und 0,1 bis 10 Vol.-% der gesamten Zusammensetzung ausmacht.

2. Asbestfreies Reibmaterial nach Anspruch 1, worin der anorganische Füllstoff aus der aus Magnesiumoxid, Zirconiumoxid, Zirconiumsulfid, Zirconiumsilikat, α-Quarz, Chromoxid und Gemischen davon bestehenden Gruppe ausgewählt ist.

3. Asbestfreies Reibmaterial nach Anspruch 1, worin die Faserbasis gehackte Glasstränge in einer Menge enthält, die 1 bis 6 Vol.-% der gesamten Zusammensetzung ausmacht.

4. Asbestfreies Reibmaterial nach einem der vorangegangenen Ansprüche, das eine solche Bremswirkung TP1 bei 5 km/h und eine solche Bremswirkung TP2 bei 30 km/h, die durch Niedertemperatur-Niedergeschwindigkeits-Bremsleistungstests entsprechend der Norm JASO C407-87 der Japan Automobile Technology Association bestimmt werden, aufweist, dass das Differenzverhältnis zwischen den Bremswirkungen TP1 und TP2, ausgedrückt als  $(TP1-TP2)/TP1 \times 100$ , maximal 40% beträgt.

5. Asbestfreies Reibmaterial nach Anspruch 4, worin das bei 10°C gemessene Differenzverhältnis  $(TP1-TP2)/TP1 \times 100$  maximal 30% beträgt.

6. Asbestfreies Reibmaterial nach Anspruch 4, worin das bei 100°C gemessene Differenzverhältnis  $(TP1-TP2)/TP1 \times 100$  maximal 20% beträgt.

7. Bremsschuhanordnung, die einen Metallbremsschuh und daran befestigtes Reibmaterial nach einem der vorangegangenen Ansprüche umfasst.

8. Scheibenbremsenanordnung, Bremsschuhanordnung oder Trommelbremsenanordnung, die ein Reibmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 6 umfasst.

9. Kraftfahrzeug, das ein Bremssystem aufweist, das eine Anordnung nach Anspruch 7 oder 8 umfasst.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen