(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
4. April 2002 (04.04.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/26659 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: C04B 37/00, F16D 69/02, F16C 33/04, C04B 35/80, 35/573

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03669

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. September 2001 (24.09.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 48 012.8 26. September 2000 (26.09.2000) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SGL CARBON AG** [DE/DE]; Rheingaustrasse 182, 65203 Wiesbaden (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **GRUBER, Udo** [DE/DE]; Von Rehlingen-Str. 48a, 86356 Neusäss (DE). **HEINE, Michael** [DE/DE]; Gartenstrasse 7, 86695 Allmannshofen (DE). **KIENZLE, Andreas** [DE/DE]; Teilweg 2, 86672 Thierhaupten (DE).

(74) Anwalt: **WIEDEMANN, Markus**; Karolinenstrasse 21, 86150 Augsburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: CA, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*
— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** FRICTION OR SLIP BODY COMPRISING COMPOSITE MATERIALS, REINFORCED WITH FIBRE BUNDLES AND CONTAINING A CERAMIC MATRIX

(54) **Bezeichnung:** REIB- ODER GLEITKÖRPER AUS MIT FASERBÜNDELN VERSTÄRKTEN VERBUNDWERKSTOFFEN MIT KERAMISCHER MATRIX

(57) **Abstract:** The invention relates to a friction or slip body which consists of at least two composite materials, reinforced with fibre bundles and containing a ceramic matrix. A first composite material acts as a friction layer, forming the exterior of the slip body and a second composite material forms a support body which is in surface contact with the friction layer. The length of the fibre bundles of the friction layer is significantly shorter than the length of the fibre bundles of the support body. The bundles of fibres of the friction layer have a defined orientation that is perpendicular to the surface. The surface of the friction layer essentially has only small areas of a maximum 1.2 mm diameter of exposed carbon and the total proportion of exposed carbon on the surface is at maximum 35 %. The surface has a structure of extremely fine fissures and the friction layer has practically no tension close to the surface.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Reib- oder Gleitkörper, der aus mindestens zwei mit Faserbündeln verstärkten Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix besteht. Ein erster Verbundwerkstoff bildet dabei als Reibschicht die Aussenseite des Gleitkörpers und ein zweiter Verbundwerkstoff einen Tragkörper, der mit der Reibschicht flächig verbunden ist. Die Faserbündellängen der Reibschicht sind deutlich kleiner als die Faserbündellängen des Tragkörpers. Die Faserbündel der Reibschicht weisen dabei eine deutliche Ausrichtung senkrecht zur Oberfläche auf. Die Oberfläche der Reibschicht besitzt im wesentlichen nur kleine Bereiche von maximal 1,2 mm Durchmesser freien Kohlenstoffs und der Gesamtanteil der Fläche freien Kohlenstoffs an der Oberfläche beträgt maximal 35 %. Die Oberfläche weist eine höchstens feine Rissstruktur auf und die Reibschicht nahezu keine oberflächennahen Spannungen.

WO 02/26659 A1

Reib- oder Gleitkörper aus mit Faserbündeln verstärkten Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft Reib-oder Gleitkörper aus mindestens zwei mit Faserbündeln verstärkten Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix, wobei ein erster Verbundwerkstoff die Außenseite des Gleitkörpers bildet und ein zweiter Verbundwerkstoff mit dem ersten flächig verbunden ist sowie ein Verfahren zur Herstellung von Reib- oder Gleitkörpern aus mindestens zwei mit Faserbündeln verstärkten Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix, wobei ein erster Verbundwerkstoff die Außenseite des Reib- oder Gleitkörpers bildet und ein zweiter Verbundwerkstoff mit dem ersten flächig verbunden wird.

Mit hochtemperaturbeständigen Fasern und/oder Faserbündeln verstärkte Verbundwerkstoffe mit keramischer Matrix sind seit etwa 10 Jahren bekannt und werden in vielen Anwendungsfällen eingesetzt, wo extrem hohe Anforderungen an einen Werkstoff gestellt werden, wie hohe Temperaturbeständigkeit und gleichzeitige Festigkeit und Duktilität. Diese Anforderungen werden insbesondere an Reib- oder Gleitpartner gestellt.

Das Maß, in dem die mit Fasern und/oder Faserbündeln verstärkten Verbundwerkstoffe mit keramischer Matrix, im folgenden kurz CMC-Verbundwerkstoffe genannt, im Bereich der Anwendungen mit hohen Temperaturanforderungen eingesetzt werden können, hängt nicht zuletzt von der Struktur der Matrix der Verbundwerkstoffe und insbesondere

der Struktur ihrer Oberfläche ab. Solange die Matrix der Verbundwerkstoffe aus verschiedenen Phasen zusammengesetzt ist, kann die Matrixstruktur an der Oberfläche der CMC-Verbundwerkstoffe durch ein Herauslösen einer Matrixphase, die bei niedrigeren Temperaturen schmilzt und durch chemische Prozesse wie Oxidation angegriffen werden kann, geschädigt werden, wodurch die Einsatzzeit der CMC-Verbundwerkstoffe heutzutage begrenzt ist. Diese Probleme werden umso größer, wenn ein CMC-Werkstoff zusätzlich einem mechanischen Verschleiß ausgesetzt ist. Hierbei werden immer neue schon bei niedrigeren Temperaturen angreifbare Kristallite der Matrix freigesetzt, die sehr schnell abgebaut werden. Außerdem bieten die durch die herausgelösten Kristallite entstandenen Lücken im Matrixverbund eine Möglichkeit zu einem erhöhten mechanischen Angriff.

Anwendungsgebiete von CMC-Verbundwerkstoffen, bei denen die mechanische Beanspruchung eine wesentliche Rolle spielt, sind zum Beispiel die Anwendung von CMC-Elementen als Gleitlagerkomponenten und Reibbeläge, wie Bremsscheiben und Bremsbeläge. Zunächst wurden im Bereich der Reibbeläge vor allem mit Kohlenstoffasern verstärkte Verbundwerkstoffe mit Kohlenstoffmatrix, sogenannte CFC-Verbundwerkstoffe, eingesetzt. Diese wiesen jedoch den Nachteil einer nur unzureichenden Temperaturbeständigkeit des Werkstoffs gegen einen Oxidationsangriff auf. Daher ist man inzwischen bemüht, die Kohlenstoffmatrix des Verbundwerkstoffs durch eine oxidationsbeständigere Matrix zu ersetzen. Hierbei wird vor allem mit der gegen Oxidation bei wesentlich höheren Temperaturen (1500 °C) beständigen SiC-Matrix mit und ohne zusätzlicher Oberflächenschutzschicht gearbeitet,

so daß heute vor allem der Einsatz von mit Kohlenstoffasern verstärkten Verbundwerkstoffen mit SiC-Matrix, im weiteren C/SiC-Verbundwerkstoffe genannt, für Reibbeläge wie Bremsscheiben und Bremsbeläge vorgesehen ist.

Es gibt inzwischen eine Reihe von Verfahren, C/SiC-Verbundwerkstoffe herzustellen, insbesondere auch mit der Absicht, sie als Komponenten von Bremssystemen einzusetzen. So werden in DE 197 10 105 und DE 197 11 829 Verfahren zur Herstellung von C/SiC-Verbundwerkstoffen beschrieben, bei denen mit mindestens einer Kohlenstoffschicht bzw. mit einer verfestigten Bindemittelschicht versehene Faserbündel mit kohlenstoffhaltigen Bindern mit oder ohne weitere Füllstoffe vermischt werden, danach die Mischungen verpreßt und ausgehärtet werden, bevor sie carbonisiert, evtl. graphitiert und abschließend mit flüssigem Silicium infiltriert werden. Aus diesen Werkstoffen werden bisher auch Gleit- und Reibkörper herstellt, die dann homogen aus einem Werkstoff bestehen.

Alle bisher nach den obigen Verfahren hergestellten Gleit- und Reibkörper aus C/SiC- Verbundwerkstoffen weisen eine inhomogene Struktur der Matrix auf, die im Falle der Verfahren nach DE 197 10 105 und DE 197 11 829 sich dahingehend äußert, daß die Matrix auch Phasen von reinem Kohlenstoff und/oder Silicium aufweist und damit keine homogene Zusammensetzung der Matrix. Die Kohlenstoffbereiche oxidieren bei höherer Temperaturbeanspruchung, d.h. brennen aus dem Verbundwerkstoff aus, und die Siliciumbereiche schmelzen bereits bei einer Temperatur von ca. 1400 °C. Damit ist es mit diesen Verfahren bisher nicht gelungen, eine Matrixstruktur der

C/SiC-Verbundwerkstoffe zu erreichen, die geeignet ist, dauerhaften Temperaturbelastungen bei hohen Temperaturen standzuhalten, insbesondere nicht bei zusätzlicher mechanischer Belastung. Diese Belastungen treten insbesondere an der Oberfläche der Reib- oder Gleitkörper zusätzlich zu den Ausbrennungen auf, so daß die Oberfläche mit der Zeit ein rauhes Erscheinungsbild aufweist, wodurch die für den Gleit- oder Reibprozeß zur Verfügung stehende Fläche reduziert wird.

Mit dem in der deutschen Patentanmeldung DE 199 44 345 A1 beschriebenen Verfahren zur Herstellung von C/SiC-Verbundwerkstoffen ist es erstmals möglich einen C/SiC-Verbundwerkstoff herzustellen, der einen möglichst geringen Anteil der Silicium- und Kohlenstoffphase aufweist und eine Gefügestruktur mit Rissen, die sich bei mechanischer Beanspruchung nicht negativ auswirken. Der hierbei hergestellte faserbündelverstärkte Verbundwerkstoff mit keramischer Matrix beinhaltet Faserbündel, die aus zwei verschiedenen Anteilen bestehen, die eine unterschiedliche mittlere Faserbündellänge aufweisen, wobei diese beiden Faserbündelanteile in der Gesamtfaserbündelverteilung der Masse der Faserbündel des Verbundwerkstoffs bezüglich der Faserbündellänge durch ein Minimum der Faserbündel-verteilung getrennt werden. Auch wenn bei diesen Verbundwerkstoffen der Kohlenstoffanteil in der Matrix deutlich reduziert wurde, besteht immer noch das Problem, daß, insbesondere infolge der mechanischen Bearbeitung der Verbundwerkstoffe, immer noch an der Oberfläche des Verbundwerkstoffs freie Kohlenstoffbereiche existieren aufgrund der Kohlenstoffaserbündel, so daß bei hohen Temperaturbeanspruchungen in oxidativer Atmosphäre die

Faserbündel an der Oberfläche herausgebrannt werden, was insbesondere nach intensiver Beanspruchung z.B. von Bremsscheiben zu beobachten ist.

Ein Konzept, diesem Problem abzuhelfen, besteht darin, daß der tragende Kern von Reib- und Gleitkörpern aus einem anderen Werkstoff besteht als die äußere Reibschicht, was z.B. in DE 44 38 456 beschrieben wird. Für den tragenden Kern können hierbei die herkömmlich genutzten CMC-Verbundwerkstoffe, z.B. auch CFC- Verbundwerkstoffe, genutzt werden. Der Werkstoff der äußeren Reibschicht ist jedoch so zu modifizieren, daß ein Herausbrennen der oberflächennahen Faserbündel vermieden wird. Ein erster Ansatz hierzu wird in der Patentanmeldung DE 198 05 868 beschrieben, in dem verschiedene Preßmassen in einem einzigen Preßvorgang zu einem Formkörper verpreßt werden, der abschließend mindestens zwei ineinander übergehende Schichten eines CMC- Verbundwerkstoffs aufweist, wobei die Fasern in den beiden Schichten verschiedene Schutzbeschichtungen oder Mengenanteile aufweisen. Insbesondere besteht die Technologie der beschriebenen Formkörper darin, daß die äußere Schicht, die Reibschicht, überwiegend oder vollständig aus Siliziumcarbid besteht, da die Fasern der Reibschicht beim Silizierungsprozeß überwiegend oder sogar vollständig aufgezehrt werden. Im praktischen Einsatz derartiger Reib- oder Gleitkörper hat sich jedoch gezeigt, daß es bei den hohen auftretenden Temperaturbeanspruchungen zu Abplatzungen von Teilen der Reibschicht kommen kann, die durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Trägerschicht und Reibschicht hervorgerufen werden. Daher wird mit der Zeit die tragende Reibschicht zerstört, so daß ihre

beabsichtigte positive Wirkung sich bei diesen Reib- und Gleitkörpern mit der Zeit als Nachteil erweist.

Eine weitere Variante, einen Reibring aus einem Tragkörper und einer äußeren Reibschicht herzustellen, ist in der Patentanmeldung DE 198 34 704 A1 beschrieben. Hierbei weist der Tragkörper als Verstärkung Gewebelagen aus Kohlenstoffasern auf, während die Reibschicht durch Kurzfasern verstärkt ist. Bei den mit Kurzfasern verstärkten Reibschichten treten aber die Probleme des Ausbrennens von Fasern im Bereich der Oberfläche genauso auf wie bereits oben beschrieben für Gleit-und Reibkörper, die nur aus einem Verbundwerkstoff bestehen.

Bisher ist es noch nicht gelungen einen CMC- Gleit- oder Reibkörper zu finden, der insbesondere womöglich aus einem homogenen Werkstoff oder auch aus mindestens einem Trägerkörper und mindestens einer Reibschicht besteht und nach hoher thermischer und oxidativer Beanspruchung noch eine nahezu intakte Oberfläche aufweist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, Reib- und Gleitkörper auf der Basis faserbündelverstärkter Verbundwerkstoffe mit keramischer Matrix zur Verfügung zu stellen, deren Oberfläche durch eine äußere Reibschicht gegegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Gleit- und Reibkörpern auf der Basis faserbündelverstärkter Verbundwerkstoffe mit keramischer Matrix so modifiziert wurde, daß sie auch nach hohen Temperaturbeanspruchungen in oxidativer Atmosphäre weder Abplatzungen noch große Bereiche mit Ausbrennungen aufweist. Außerdem ist ein

Verfahren zu finden, derartige Verbundwerkstoffe herzustellen.

Die obige Aufgaben werden durch den kennzeichnenden Teil der Patentansprüche 1 und 15 gelöst.

Die erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper aus mindestens zwei mit Faserbündeln verstärkten Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix, wobei ein erster Verbundwerkstoff als Reibschicht die Außenseite des Gleitkörpers bildet und ein zweiter Verbundwerkstoff als Tragkörper mit der Reibschicht flächig verbunden ist, zeichnen sich dadurch aus, daß die mindestens zwei Verbundwerkstoffe verschiedene Anteile an Faserbündeln, ein Verstärkungsfaserbündelanteil und ein Matrixfaserbündelanteil, mit unterschiedlicher mittlerer Faserbündellänge aufweisen, so daß die Gesamtfaserbündelverteilung bezüglich der Faserbündellänge der in den Verbundwerkstoffen eingebrachten Faserbündel ein Minimum aufweist, das zwischen den mittleren Faserbündellängen des Verstärkungsfaserbündelanteils und Matrixfaserbündelanteils liegt, daß die Faserbündellängen der in die Reibschicht eingebrachten Faserbündel deutlich kleiner als die Faserbündellängen der in den Tragkörper eingebrachten Faserbündel sind und daß die Faserbündel der Reibschicht im Mittel auch eine deutliche Ausrichtung senkrecht zur Oberfläche aufweisen,daß die Oberfläche der Außenseite der Reib- und Gleitkörper zu einem größeren Anteil nur kleine Bereiche von maximal 1,2 mm Durchmesser freien Kohlenstoffs aufweist und der Gesamtanteil der Fläche freien Kohlenstoffs maximal 35 % der Oberfläche beträgt und daß die Oberfläche der Außenseite eine höchstens feine Rißstruktur aufweist sowie nahezu keine oberflächennahen Spannungen.

Weiterhin betrifft die Erfindung auch Herstellungsverfahren von Reib- und Gleitkörpers aus mindestens zwei mit Faserbündeln verstärkten Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix, wobei ein erster Verbundwerkstoff als Reibschicht die Außenseite des Reib- oder Gleitkörpers bildet und ein zweiter Verbundwerkstoff als Tragkörper mit dem ersten flächig verbunden wird, bei denen zur Herstellung der beiden Verbundwerkstoffe verschiedene Anteile an Faserbündeln , ein Verstärkungsfaserbündelanteil und ein Matrixfaserbündelanteil, mit unterschiedlicher mittlerer Faserbündellänge im Herstellungsprozeß als Ausgangsstoffe benutzt werden, so daß die Gesamtfaserbündelverteilung bezüglich der Faserbündellänge der im Verbundwerkstoff eingebrachten Faserbündel ein Minimum aufweist, das zwischen den mittleren Faserbündellängen des Verstärkungsfaserbündelanteils und Matrixfaserbündelanteils liegt, die Faserbündellängen der in den ersten Verbundwerkstoffkörper eingebrachten Faserbündel deutlich kleiner als die Faserbündellängen der in den zweiten Verbundwerkstoffkörper eingebrachten Faserbündel sind und zur Herstellung des ersten Verbundwerkstoffs eine Mischung der beiden Faserbündelanteile mit einem Binder hergestellt wird, die nach dem Mischen zunächst granuliert wird.

Die erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper zeichnen sich dadurch aus, daß sie auch nach einem langen Einsatz unter sehr hohen Temperaturen in oxidativer Umgebung nahezu eine noch unversehrte Reiboberfläche der Reibschicht aufweisen. Ermöglicht wird dies durch die spezielle Struktur, in der die Reibschicht mit den Trägerkörper verbunden ist. Sie weist zwar auch Risse durch die Verspannungen auf, die beim Abkühlen nach der Silizierung oder durch hohe

Temperaturbeanspruchung entstehen, die reichen jedoch nur in begrenzten Maße an die Oberfläche der Reibschicht, wobei oft die Rißbreite im Übergangsbereich der Schichten wesentlich größer ist als in Oberflächennähe. Verstärkt wird die günstige Struktur der Reibschicht dadurch, daß die in ihr enthaltenen Faserbündel zu einem größeren Teil zu mindestens zum Teil senkrecht zur Oberfläche der Reibschicht ausgerichtet sind, wohingegen die Faserbündel im Trägermaterial nahezu parallel zur Grenzschicht der Schichten ausgerichtet sind. Es hat sich überraschenderweise gezeigt, daß die erfindungsgemäßen Reib- oder Gleitkörper aufgrund ihrer speziellen Zusammmensetzung und Herstellung eine Struktur im Verbundwerkstoff aufweisen, die nur eine geringere Schädigung der Oberfläche durch Ausbrennen und keine Abplatzungen der Reibschicht zuläßt. Wie der vorbeschriebene Stand der Technik zeigt, ist dies nur durch das Auffinden einer geeigneten Kombination von Merkmalen der Reib- und Gleitkörper möglich geworden.

Das ein Ausbrennen insbesondere von Faserbündeln an der Reiboberfläche bei den erfindungsgemäßen Reib-oder Gleitkörpern nur in sehr gegrenzten Maße möglich ist, zeigt sich an dem Anteil der Reiboberfläche, die womöglich durch mechanisches Nacharbeiten erhalten wurde, der aus Kohlenstoff besteht. Bei den erfindungsgemäßen Reib- und Gleitkörpern liegt dieser üblicherweise zwischen 2 % und 35 % der Fläche der Oberfläche, bevorzugt zwischen 5 % und 30 % und besonders bevorzugt zwischen 15 % und 25 % der Fläche der Oberfläche. Außerdem ist der Anteil der Oberfläche, die größere Bereiche freien Kohlenstoffs an der Oberfläche aufweist, gering. So weisen üblicherweise zwischen 1,5 %

und 30 % der Fläche der Oberfläche, bevorzugt zwischen 4 % und 25 % und besonders bevorzugt zwischen 12 % und 20 % der Fläche der Oberfläche Bereiche freien Kohlenstoffs an der Oberfläche auf, die einen Maximaldurchmesser von mindestens 1,2 mm aufweisen.

Es zeichnet die Erfindung aus, daß die bisher bekannten Verfahren zur Herstellung von CMC-Verbundwerkstoffen zur Herstellung der mindestens zwei Verbundwerkstoffe eingesetzt werden können, wenn statt bisher nur einem Faser- bzw. Faserbündelanteil ein Verstärkungsfaserbündelanteil und einen Matrixfaserbündelanteil in die Verbundwerkstoffe eingebracht werden und zur Herstellung der Reibfläche die beide Faserbündelanteile enthaltende Mischung nach ihrer Herstellung granuliert wird. Die bekannten Vorteile der bisherigen Herstellungsverfahren geraten so nicht ins Hintertreffen.

Die erfindunggemäßen Reib-und Gleitkörper weisen verschiedene Schichten von mit Faserbündel verstärkten Verbundwerkstoffen auf, wobei es sich im einfachsten Falle um einen Tragkörper handelt, auf dem sich einseitig eine Reibschicht befindet, was zum Beispiel oft bei Gleitlagerelementen der Fall ist. Oft jedoch weist der Tragkörper jedoch auf beiden Seiten eine Reibschicht auf, die zumeist aus dem gleichen Verbundwerkstoff besteht. Eine derartige Struktur wird z.B. als Bremsscheibe eingesetzt. Die verschiedenen Verbundwerkstoffe, aus den die Reib-oder Gleitkörper zusammengesetzt sind, können an ihrer gemeinsamen Grenzfläche einen scharfen und einen ineinander übergehenden Übergang aufweisen. Weiterhin können zwischen der außen liegenden Reibschicht und dem Tragkörper auch

noch ein oder mehrere Übergangsschichten angeordnet sein, um so eine verbesserte Anpassung der Materialparameter wie insbesondere des thermischen Ausdehnungskoeffizienten, von Tragschicht und Reibschicht zu erhalten. Hierdurch kann erreicht werden, daß die Reibschicht nahezu spannungsfrei an dem inneren Träger angebracht ist.

Die Geometrie der Reibkörper kann beliebige Formen aufweisen, wesentlich ist jedoch ein flächiger Kontakt zwischen den einzelnen Schichten, wobei jedoch am Kontakt sowohl die Fläche der Reibschicht die des Trägerkörpers überragen kann als auch umgekehrt. Ebenso ist es denkbar, daß mehrere Reibschichtelemente nebeneinander auf dem Trägerkörper angeordnet sind.

Bei Bremsscheiben, die ein-oder beidseitig mit Reibschichten versehen sind, wird die Dicke jeder Reibschicht üblicherweise zwischen 1 % und 25 % der Dicke der gesamten Bremsscheibe gewählt, bevorzugt zwischen 3 % und 15 % und besonders bevorzugt zwischen 5 % und 12 % der Dicke der gesamten Bremsscheibe.

Die Faserbündel, die die erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper beinhalten oder die im erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung der Reib-und Gleitkörper eingesetzt werden, weisen vorteilhafterweise eine Schutzschicht auf, um sie vor einem zu starken Angriff beim Reagieren mit dem Matrixsystem zu schützen, damit sie ihre Verstärkungseigenschaften nicht verlieren. Ein weiterhin verbesserter Schutz der in den erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper eingebundenen Faserbündel kann durch mehrere womöglich verschiedene Schutzschichten übereinander

erreicht werden. Die bevorzugt benutzten Schutzschichten bestehen aus Kohlenstoff, Graphit, Pyrokohlenstoff, TiC, TiN, SiC, Titandiborid, Zirkoniumdiborid, Hafniumdiborid, Verbindungen auf der Basis von Si,B,C,N und Mischungen davon. Ein anderer oder zusätzlicher Faserbündelschutz kann dadurch erreicht werden, daß bei der Herstellung eingebrachten Faserbündel mindestens mit einer Schicht eines pyrolysierbaren Bindemittels beschichtet sind, das verfestigt oder ausgehärtet wurde. Insbesondere können derart beschichtete Faserbündel auch in den erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren verwendet werden. Die Schutzschicht wird während der Herstellung der einzelnen Verbundwerkstoffe der erfindungsgemäßen Reib-oder Gleitringe pyrolysiert. Die Schutzschichten der Faserbündel von Tragkörper und Reibfläche könnnen unterschiedlich sein, bevorzugt sind sie jedoch wegen der einfacheren Herstellung gleich.

Zur Verstärkung der erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper und bei den erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren können alle hochtemperaturbeständigen Fasern, insbesondere jedoch Kohlenstoffasern, Graphitfasern, SiC- Fasern, Aluminiumoxidfasern, $Al_2O_3SiO_2$ -Fasern, $Al_2O_3SiO_2B_2O_3$- Fasern, carbonisierte Formen von Cellulosefasern, Holzfasern und anderen organischen Fasern, sowie hochwarmfesten Fasern auf der Basis von Verbindungen, die Si,C,B,N,Al enthalten, verwendet werden. Ebenso können statt der in den Faserbündeln enthaltenen Fasern auch Nanofasern, Whisker und Nanoröhrchen zur Verstärkung der CMC-Verbundwerkstoffe und bei deren Herstellung benutzt werden.

Wesentlich beitragen zu der hohen Beständigkeit der oberfläche der Reibschichten tut auch die richtige Wahl der verstärkenden Faserbündel. Zum einen weisen die Verbundwerkstoffe zwei verschiedene Faserbündelfraktionen unterschiedlicher Faserbündellänge, was gemäß der noch nicht offengelegten deutschen Patentanmeldung 199 44 345.9 zu einer verbesserten Struktur der Matrix der Verbundwerkstoffe führt und zum anderen die Tatsache, daß in der Reibschicht kürzere Faserbündel als in dem Tragkörper eingesetzt werden. Bevorzugt weisen die kürzeren Faserbündel jedoch die gleiche Schutzschicht auf wie die Faserbündel der Tragschicht, so daß sie ihren verstärkenden Charakter nicht durch z.b. eine Silizierung verlieren. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der Schutzschicht der Faserbündel um eine Kohlenstoffschicht, die graphitiert wurde.

Bevorzugte Varianten der erfindungegemäßen Reib-und Gleitkörper besitzen Faserbündel zur Verstärkung, die sich durch die folgenden Merkmale auszeichnen.

Diese in den einzelnen Verbundwerkstoffen enthaltenen Faserbündel sollen im folgenden und den Ansprüchen durch sogenannte Faserbündelverteilungen beschrieben werden. Hierunter ist im weiteren die Massenverteilung der im jeweiligen Verbundwerkstoff enthaltenen Faserbündel bezogen auf die Länge der Faserbündel zu verstehen, d.h., der Verteilung ist zu entnehmen, welche Masse die Faserbündel einer bestimmten Faserbündellänge besitzen bzw. welchen Massenanteil die Faserbündel einer bestimmten Faserbündellänge an der gesamten Masse der Faserbündel besitzen.

Die Faserbündelverteilungen zeichnen sich insbesondere durch folgende Eigenschaften aus:

Die mittlere Faserbündellänge des Verstärkungsfaserbündelanteils des Tragkörpers liegt üblicherweise zwischen 4 mm und 20 mm, bevorzugt zwischen 5 mm und 16 mm und besonders bevorzugt zwischen 6 mm und 12 mm.

Die mittlere Faserbündellänge des Matrixfaserbündelanteils des Tragkörpers liegt üblicherweise zwischen 0,2 mm und 5 mm, bevorzugt zwischen 0,5 mm und 4 mm und besonders bevorzugt zwischen 1 mm und 3,5 mm.

Die mittlere Faserbündelbreite des Verstärkungsfaserbündelanteils des Tragkörpers liegt üblicherweise zwischen 0,02 mm und 5 mm, bevorzugt zwischen 0,1 mm und 3 mm und besonders bevorzugt zwischen 0,5 mm und 2 mm.

Die mittlere Faserbündelbreite des Matrixfaserbündelanteils des Tragkörpers liegt üblicherweise zwischen 0,02 mm und 2 mm, bevorzugt zwischen 0,1 mm und 1 mm und besonders bevorzugt zwischen 0,3 mm und 0,7 mm.

Die mittlere Faserbündellänge des Verstärkungsfaserbündelanteils der Reibschicht liegt üblicherweise zwischen 0,5 mm und 8 mm, bevorzugt zwischen 1 mm und 6 mm und besonders bevorzugt zwischen 2 mm und 4 mm.

Die mittlere Faserbündellänge des Matrixfaserbündelanteils des Reibschicht liegt üblicherweise zwischen 0,25 mm und 4

mm, bevorzugt zwischen 0,5 mm und 3 mm und besonders bevorzugt zwischen 1 mm und 2 mm.

Die mittlere Faserbündelbreite des Verstärkungsfaserbündelanteils der Reibschicht liegt üblicherweise zwischen 0,01 mm und 1,5 mm, bevorzugt zwischen 0,1 mm und 1 mm und besonders bevorzugt zwischen 0,3 mm und 0,7 mm.

Die mittlere Faserbündelbreite des Matrixfaserbündelanteils der Reibschicht liegt üblicherweise zwischen 0,001 mm und 0,6 mm, bevorzugt zwischen 0,05 mm und 0,4 mm und besonders bevorzugt zwischen 0,1 mm und 0,2 mm.

Das Verhältnis der mittleren Faserbündellänge des Verstärkungsfaserbündelanteils zur mittleren Faserbündellänge des Matrixfaserbündelanteils des Tragkörpers beträgt üblicherweise zwischen 1,5 und 10, bevorzugt zwischen 1,8 und 7 und besonders bevorzugt zwischen 2,1 und 5.

Das Verhältnis der mittleren Faserbündellänge des Verstärkungsfaserbündelanteils zur mittleren Faserbündellänge des Matrixfaserbündelanteils der Reibschicht beträgt üblicherweise zwischen 1,35 und 7, bevorzugt zwischen 1,5 und 5 und besonders bevorzugt zwischen 1,8 und 2,3.

Das Verhältnis der mittleren Faserbündellänge des Verstärkungsfaserbündelanteils des Tragkörpers zur mittleren Faserbündellänge des Verstärkungsfaserbündelanteils der Reibschicht beträgt üblicherweise zwischen 2 und 15, bevorzugt zwischen 3 und 10 und besonders bevorzugt

zwischen 5 und 8.

Das Verhältnis der mittleren Faserbündellänge des Matrixfaserbündelanteils des Tragkörpers zur mittleren Faserbündellänge des Matrixfaserbündelanteils der Reibschicht beträgt üblicherweise zwischen 1,3 und 12, bevorzugt zwischen 1,5 und 7 und besonders bevorzugt zwischen 2 und 4.

Die keramische Matrix der mindestens zwei Verbundwerkstoffe der erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper weist jeweils bevorzugt mindestens eine Phase von mindestens einem der Stoffe Kohlenstoff, Silicium, Bor, Aluminium, Zirkonium, und/oder der Legierungen aus der Gruppe Siliciumcarbid, Siliciumnitrid, Siliciumoxid, Bornitrid, Borcarbid, SiBCN, Al_2O_3, ZrO_2, TiC, Eisensilicide und anderer Silicide sowie Glaskeramiken auf, wobei die beiden Verbundwerkstoffe bevorzugt nahezu die gleichen Phasen aufweisen. Besonders bevorzugt weisen zwei Verbundwerkstoffe der erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper die gleiche Matrix aus nahezu nur einem der oben genannten Stoffe und Legierungen auf und nur sehr wenig Bereiche mit einer der Hauptphase naheliegenden Verbindung. D.h., daß bei einer Legierung als Matrix nur geringe Anteile der Phasen der einzelnen Legierungsbestandteile in der Matrix vorhanden sind. Weiterhin kann die keramische Matrix der zwei Verbundwerkstoffe der erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper auch Zusätze von Eisen, Chrom, Titan, Molybdän, Nickel oder Aluminium beinhalten.

CMC-Verbundwerkstoffe, die heute schon für technische Aufgaben hoher Anforderungen eingesetzt werden, beinhalten

bevorzugt Kohlenstoff- und Graphitfasern, da diese in großtechnischen Maßstäben verfügbar sind. Sie werden zumeist auf der Basis von PAN-Fasern, Pechfasern, Mesophasenpech, Viscosefasern, Phenolfasern, Polyphenylenfasern und Hohlfasern durch Pyrolyse hergestellt. Daher sind auch erfindungsgemäße Reib-und Gleitkörper bevorzugt mit Kohlenstoff- oder Graphitfaserbündeln verstärkt, bzw. in den erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren bevorzugt Kohlenstoff- und Graphitfaserbündel zu verwenden.

Die erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper zeigen ihre Eigenschaften besonders ausgeprägt, wenn es sich bei den mindestens zwei Verbundwerkstoffen um C/SiC-Verbundwerkstoffe, also Werkstoffe, deren keramische Matrix im wesentlichen Phasen von Silicium, Kohlenstoff und Silicumcarbid beinhaltet, handelt.

Bei den meisten erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren werden zur Herstellung der beiden Verbundwerkstoffe jeweils die zwei verschiedene Anteile an Faserbündeln während eines Mischungsprozesses anderen Komponenten zur Herstellung des Verbundwerkstoffs zugesetzt. Bevorzugt werden die zwei verschiedene Anteile an Faserbündeln während des Mischungsprozesses mit mindestens einem carbonisierbaren Bindemittel vermischt. Als Füllmittel werden außerdem vor allem Kohlenstoffpartikel, Ruß, Kokse, Graphit, Silicium, Carbide, Nitride, Eisensilicide und andere Silicide sowie Boride zugesetzt. Zusätzlich können während des Mischungsprozesses auch andere Bindemittel z.B. aus der Gruppe der Polyvinylalkohole, Methyl-, Ethyl- und Buthylcellulosen zugesetzt werden. Die Mischung für die Herstellung der

Reibschicht wird dann anschließend einem Granulierungsprozeß unterzogen.

Das Granulieren der Mischung für die Reibschicht erfolgt bevorzugt in einem Pflugscharmischer mit oder ohne Messerkopf, einem Wirbelschichtmischer, einer Mischtrommel mit oder ohne Pelletierteller oder in mehreren dieser Anlagen hintereinander. Das hierbei anfallende Granulat wird entweder anschließend direkt zu einem Formkörper verpresst oder zunächst aufgesiebt. Überlicherweise werden dann Granulate mit einem mittleren Durchmesser von 0,25 mm bis 8 mm, bevorzugt von 0,8 mm bis 4 mm und besonders bevorzugt von 1,5 mm bis 3 mm verpresst.

Bei den carbonisierbaren Bindemittel werden bevorzugt Bindemittel aus der Gruppe der Harze und Peche eingesetzt. Unter den Harzen werden vor allem Harze aus der Gruppe der Thermoplaste, Phenolharze, Furanharze, Polyacrylatharze, Polyimidharze, Cyanatharze und Epoxidharze benutzt. Als Peche werden vor allem Fest- und Flüssigpeche, Mesosphasenpeche, Steinkohlenteerpeche und Petrolpeche eingesetzt. Als carbonisierbare Bindemittel können aber z.B. auch Bindemittel aus der Gruppe der Polysilane, Polycarbosilane , Polysilazane, Mono- und Polysaccharide, Polyallylcarbodiimide, Polysillylcarbodiimide, Öle und Teere eingesetzt werden.

Der Masseanteil der beim Mischprozeß eingebrachten Faserbündel beträgt für den Trägerkörper üblicherweise insgesamt 50 bis 99 % der Gesamtmasse der Mischung, bevorzugt 60 bis 90 % und besonders bevorzugt 65 bis 80 % der Gesamtmasse der Mischung und für die Reibschicht

üblicherweise insgesamt 35 bis 90 % der Gesamtmasse der Mischung, bevorzugt 45 bis 85 % und besonders bevorzugt 60 bis 80 % der Gesamtmasse der Mischung.

Der Masseanteil der beim Mischprozeß eingebrachten Faserbündel des Verstärkungsfaserbündelanteils beträgt für den Trägerkörper üblicherweise 20 bis 80 % der Gesamtmasse der Mischung, bevorzugt 35 bis 65 % und besonders bevorzugt 42 bis 55 % der Gesamtmasse der Mischung und für die Reibschicht üblicherweise insgesamt 0 bis 55 % der Gesamtmasse der Mischung, bevorzugt 15 bis 45 % und besonders bevorzugt 30 bis 40 % der Gesamtmasse der Mischung. Eine erfindungsgemäße Variante der Reib-oder Gleitkörper besteht also auch darin, daß die äußeren Reibschichten zumindestens teilweise nur Matrixfaserbündel beinhalten und keinen zweiten Anteil an längeren Verstärkungsfaserbündeln.

Der Masseanteil der beim Mischprozeß eingebrachten Faserbündel des Matrixfaserbündelanteils beträgt für den Trägerkörper üblicherweise 10 bis 40 % der Gesamtmasse der Mischung, bevorzugt 15 bis 35 % und besonders bevorzugt 20 bis 30 % der Gesamtmasse der Mischung und für die Reibschicht üblicherweise insgesamt 12 bis 55 % der Gesamtmasse der Mischung, bevorzugt 20 bis 45 % (?)und besonders bevorzugt 30 bis 40 % (?)der Gesamtmasse der Mischung.

Die durch Mischvorgang erhaltene Mischung für den Trägerkörper und das durch den Granulierprozeß erhaltene Granulat zur Herstellung der Reibschicht werden zumeist anschließend verdichtet. Dieses Verdichten erfolgt

bevorzugt in einer Gesenkpresse, isostatischen Presse, Stranggußpresse, Kolbenhubpresse oder einem Extruder, z.B. Schneckenextruder. Hierbei stellt der Fachmann den auf die Mischung wirkenden Druck mit seinem Wissen über Verdichtungsvorgänge so ein, daß er am Ende der Herstellungsverfahren zu den geeigneten Verbundwerkstoffen für die erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper gelangt. Dieses Verdichten der Mischung bzw. des Granulats erfolgt bevorzugt bei erhöhter Temperatur, wenn Harze als Bindemittel in der Mischung vorhanden sind besonders bevorzugt bei Temperaturen oberhalb der Aushärtungstemperatur der Harzbinder. Es ist aber auch möglich, die verdichteten Formkörper erst anschließend einer Temperaturbehandlung zu unterziehen. So ist es bei Harzen als Bindemittel auch möglich, nach dem Verdichten die Formkörper einer Temperaturbehandlung oberhalb der Aushärtungstemperatur der Harzbinder zu unterziehen, um dadurch die Formkörper auszuhärten.

Bei erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren zur Herstellung von Reib-oder Gleitkörpern, deren Matrix Kohlenstoff und/oder Carbide beinhaltet, wie Z.B. C/SiC-Verbundwerkstoffen, werden zumeist in einem weiteren Verfahrensschritt die Bindemittel in den erhaltenen Formkörpern carbonisiert.

Weiterhin können die erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren auch Verfahrensschritte beinhalten, bei denen ein ein- oder mehrfach mittels CVI-Prozeß oder Imprägnierung carbonisierbare Substanzen in das Porensystem der herzustellenden Verbundwerkstoffe eingebracht werden und die herzustellenden Verbundwerkstoffe anschließend einem Carbonisierungsschritt ausgesetzt wird. Bevorzugt werden

diese Verfahrenschritte dann eingesetzt, wenn die erfindungsgemäßen Reib-oder Gleitkörper aus CMC-Verbundwerkstoffen, deren Matrix Kohlenstoff und/oder Carbide beinhaltet, hergestellt werden sollen.

An den oben beschriebenen Carbonisierungschritten der Verbundwerkstoffe kann sich als ein weiterer Verfahrenschritt die Graphitierung der carbonisierten Vorprodukte bei Temperaturen über 2000 °C anschließen.

Hiernach folgt zumeist eine mechanische Bearbeitung der erhaltenen Formteile, um ihnen die endgültige Geometrie von Tragkörper und Reibschichten zu geben.

Spätestens im Anschluß an diesen Verfahrenschritt werden die verschiedenen Verbundwerkstoffe der erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper miteinander verbunden. Bereits beim Verpressen der Preßmasse des Tragkörpers und des Granulats für die Reibschicht kann eine stoffschlüssige Verbindung durch ein gemeinsames Verpressen hergestellt werden. Der hierbei entstehende Verbund durchläuft anschließend die üblichen Prozeßschritte der Herstellungsverfahren von CMC-Formkörpern nach dem Verpressen. Ebenso können Tragkörper und Reibschicht nach dem Aushärten der Bindemittel als CFK-Formkörper oder nach den Carbonisieren bzw. Graphitieren als CFC- Formkörper verbunden werden. Die Verbindung kann z.B. durch Verkleben erfolgen, üblicherweise mit carbonisierbaren Klebern, bevorzugt mit Harzen und Pechen aus der Gruppe der Thermoplaste, Phenolharze, Furanharze, Polyacrylatharze, Polyimidharze, Cyanatharze, Epoxidharze, Fest- und Flüssigpeche, Mesosphasenpeche, Steinkohlenteerpeche und Petrolpeche und Mischungen davon. Besonders

bevorzugt sind dem verwendeten Kleber Faserbündel, insbesondere Kohlenstoff- und Graphitfaserbündel beigemischt, deren Länge bevorzugt nahezu der Länge der Matrixfasern der Reibschicht entspricht. Werden CFC-Formkörper miteinander verbunden, so erfolgt anschließend ein zumindestens ein weiterer Carbonisierungsschritt, während beim Verbinden von CFK- Formkörpern die Carbonisierung des Klebers üblicherweise gemeinsam mit der der Formteile erfolgt. Eine andere Verbindungsvariante besteht darin, daß die CFC- Formteile von Tragkörper und Reibschicht aufeinander gelegt werden oder zusammengehalten werden und dann bei einer abschließenden Silizierung die SiC- Bildung in der Matrix zu einer schlüssigen Verbindung führt, wobei hierdurch die Werkstoffe von Tragkörper und Reibschicht ineinander übergehen können.

Erfindungsgemäße Herstellungsverfahren von Reib-oder Gleitkörpern mit Verbundwerkstoffen, deren Matrix auch Silicum und/oder Silicide beinhaltet, wie z.B. C/SiC-Verbundwerkstoffe, beinhalten nach dem Verbinden von Trägerkörper und Reibschicht bevorzugt einen abschließenden Verfahrensschritt, indem eine Silicierung vorgenommen wird. Diese abschließende Silicierung kann durch die Infiltration von flüssigem Silicium oder Siliciumlegierungen aus der Gruppe der Eisen-, Chrom-, Titan-, Molybdän-, Nickel- und Aluminiumsilicide oder die CVI-Abscheidung von Silicium, Siliciumcarbid, oder anderen Siliciumverbindungen vorgenommen werden. Nach der Silizierung kann der Übergang zwischen Tragkörper und Reibschicht weiter sehr scharf markiert sein, aber auch ineinander übergehen.

Eingesetzt werden die erfindungsgemäßen Reib-und Gleitkörper als Bremsscheiben und Bremsbeläge insbesondere für Maschinen, Luftfahrzeuge, Schienenfahrzeuge und Kraftfahrzeuge und Komponenten von Gleitlagern und Gleitelementen.

Beispiele

Im folgenden sollen exemplarisch das Verhalten von Bremsscheiben verglichen werden, die zum einen (Beispiel 1) nur aus einem C/SiC- Verbundwerkstoff gemäß der noch nicht offengelegten deutschen Patentanmeldung der Anmeldenummer 199 44 345.9 bestehen und zum anderen (Beispiel 2) als erfindungsgemäße Bremsscheiben aus dem Verbundwerkstoff der Vergleichsprobe als Tragkörper und zwei Reibschichten, die auf beiden Seiten des Tragkörpers angebracht sind, hergestellt wurden.

Die beschriebenen Bremsscheiben bestehen aus C/SiC-Verbundwerkstoffen. Es handelt sich jedoch bei C/SiC-Verbundwerkstoffen nur um ein Beispiel für die erfindungsgemäßen Reib-oder Gleitkörper, die auch aus anderen CMC-Verbundwerkstoffen bestehen können. Gemäß den obigen Erläuterungen sind ähnliche Ergebnisse auch mit anderen CMC-Systemen zu beobachten.

Die Bremsscheibe des Vergleichsbeispiels 1 besteht aus einem C/SiC- Verbundwerkstoff, der auf der Basis der noch nicht offengelegten deutschen Patentanmeldung der Anmeldenummer 199 44 345.9 und dem in der Offenlegungs-schrift DE 197 10 105 offenbarten Herstellungsverfahren hergestellt wurde.

Der Tragkörper der erfindungsgemäßen Bremsscheiben des Beispiels 2 besteht aus dem gleichen C/SiC- Verbundwerkstoff wie die Bremsscheiben des Vergleichsbeispiels 1, ist jedoch mit jeweils einer Reibschicht auf beiden Außenseiten verbunden. In diesem werden erfindungsgemäß Faserbündel anderer Faserlängen zur Verstärkung eingesetzt.

Die Bremsscheibe des Vergleichsbeispiels 1 bzw. der Tragkörper des Beispiels 2 und die Reibschichten des Beispiels 2 wiesen die folgende Faserbündelanteile auf:

Tabelle 1: Zusammensetzung der Faserbündelanteile der Beispiele

	Matrixfaserbündelanteil		Verstärkungsfaserbündelanteil	
Beispiel	Faserbündelmasse [%]	mittlere Faserbündellänge [mm]	Faserbündelmasse [%]	mittlere Faserbündellänge [mm]
1 Tragkörper von 2	30	3 ± 1,5	12 18 40	15 ± 2,55 11 ± 2,5 8 ± 2,5
Reibschicht von 2	50	1,5 ± 0,6	50	3 ± 1,5

Die in die Beispiele eingebrachten Faserbündelanteile wiesen hierbei die folgenden Faserbündeldicken auf:

Tabelle 2: Abmessungen der einzelnen Faserbündelfraktionen der Beispiele

mittlere Faserbündellänge [mm]	Mittlere Faserbündeldicke [mm]
1,5 ± 0,5	0,15 ± 0,1
3 ± 1,5	0,5 ± 0,4
8 ± 2,5	1,46 ± 0,7
11 ± 2,5	1,46 ± 0,75
15 ± 2,55	1,46 ± 0,8

Die Bremsscheiben der beiden Beispiele wurden wie folgt hergestellt:

Zunächst wurde ein Prepreg aus 3K-Kohlenstoffaserbündeln (3000 Einzelfilamente) hergestellt, wobei die Kohlenstoffasern auf der Basis von PAN-Fasern hergestellt worden sind. Hierzu wurden die Faserbündel zu einem Köpergewebe verflochten, anschließend das Gewebe in Phenolharz (Resol-Typ) getränkt und mit einem Trennpapier auf beiden Seiten versehen. Danach wurde das harzgetränkte Gewebe auf 130 °C erhitzt, um die Klebrigkeit des Prepegs herzustellen.

Anschließend wurden die Prepregplatten übereinandergelegt und zu einem Preßkörper verpreßt. Dieser wurde anschließend bei 900 °C gebrannt, wobei die Brennkurve im Bereich zwischen 400 °C und 600 °C eine Steigung von 5 °C pro Minute aufwies. Anschließend wurde der so erhaltene CFC-Körper dreimal hintereinander zunächst jeweils mit einem Steinkohlenteerpech mit einem Erweichungspunkt von 60 °C

imprägniert und dann ebenfalls bei 900 °C gebrannt, um ihn weiter zu verdichten.

Der so erhaltene CFC-Körper wurde danach zunächst in einem Backenbrecher (Hersteller: Fa. Alpine Hosokawa) zerkleinert und anschließend in einer Schneidmühle (Hersteller: Fa. Alpine Hosokawa) in Faserbündel zerschnitten. Abschließend wurden die Faserbündel in einer Taumelsiebanlage (Hersteller Fa. Allgaier) in einzelne Faserbündelfraktionen sortiert, wobei die Siebeeinsätze (Siebfläche 1,15 m^2) eine lichte Maschenweite von 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm und 6 mm aufwiesen gemäß ISO 9044. Als Ergebnis dieses Siebprozesses wurden die oben beschriebenen Faserbündelfraktionen erhalten, wobei der Wert hinter dem ±-Zeichen jeweils die halbe Halbwertsbreite der einzelnen Fraktionen angibt, die der Faserbündelverteilung der Masse der Faserbündel der einzelnen Faserbündelfraktionen bezüglich der Faserbündellänge und Faserbündelbreite zu entnehmen sind.

Danach wurden für das Beispiel 1 und den Tragkörper des Beispiels 2 eine Mischung A aus 70 % der Gesamtmasse Faserbündeln gemäß der oben angegebenen Zusammensetzung und als Bindemittel 21 % der Gesamtmasse Phenolharz (Resol-Typ) und 9 % der Gesamtmasse Steinkohlenteerpech (Erweichungspunkt: 230 °C) in einem Z-Arm-Kneter (Hersteller: Fa. Werner & Pfleiderer) hergestellt. Anschließend wurden die Mischungen in einer Gesenkpresse bei einem spezifischen Druck von 12 Kp/cm^2 und einer Temperatur von 130 °C zu einem Formkörper entsprechend der benötigten Geometrie der Bremsscheibe verpreßt, wobei der Tragkörper entsprechend dünner war, um auf ihm später die Reibschichten auf beiden

Seiten anzubringen. Danach erfolgte die Carbonisierung der Proben bei 900 °C unter Schutzgas.

Für die Reibschichten des Beispiels 2 wurde zunächst eine Mischung B aus 70 % der Gesamtmasse Faserbündeln gemäß der oben angegebenen Zusammensetzung und 30 % der Gesamtmasse Phenolharz (Novolak- Typ) durch einminütiges Mischen in einem Mischer das Fa. Eirich (Deutschland) vom Typ R02-E bei einer Drehzahl von 1000 U/min hergestellt, die sofort anschließend in dem Mischer durch Erhöhung der Drehzahl auf 2000 U/min unter steter Zugabe einer 2 % wässrigen Polyvinylalkohollösung innerhalb von 4 Minuten in ein Granulat umgewandelt wird. Durch einem Siebprozeß werden die Granulatkörner mit einem Korndurchmesser größer 3 mm von Granulat abgetrennt und anschließend das so erhaltene Granulat mit maximaler Korngröße 3 mm in einer Gesenkpresse unter einem spezifischen Preßdruck von 9 Kp/cm^2 zu Scheiben der Dicke 3 cm und einer Temperatur von 130 °C verpreßt. Auch in diesem Fall erfolgte die Carbonisierung der Scheiben bei 900 °C unter Schutzgas.

Die erhaltenen Formkörper für die Bremsscheiben des Beispiels 1, Formkörper für die Tragkörper des Beispiels 2 und die Scheiben für die Reibringe des Beispiels 2 werden werden anschließend mechanisch bearbeitet, um ihnen ihre endgültige Geometrie zu geben.

Zur Herstellung der Bremsscheiben des Beispiels 2 wurden die so erhaltenen CFC- Tragkörper und Reibringe anschließend mit einer faserhaltigen Masse verklebt, wobei jede Seite des Tragkörpers jeweils mit einer Reibschicht versehen wurde. Die faserhaltige Masse besteht zu 70 Gewichtsprozent aus

einem Phenolharz vom Resol-Typ und zu 30 Gewichtsprozent aus Faserbündeln der Faserbündelfraktion mit der mittleren Faserbündellänge 1,5 mm. Der so erhaltene Verbundkörper wird anschließend erneut bei 900 °C unter Schutzgas carbonisiert.

Abschließend erfolgte die Infiltrierung der CFC-Bremsscheibenkörper beider Beispiele bei 1700°C mit flüssigem Silicium im Vakuum unter einem Siliciumangebot des Anderthalbfachen der Probenmasse, wodurch die SiC-Struktur der Matrix der Bremsscheiben erzeugt wird.

Bei der Betrachtung der Oberfläche der Bremsscheiben beider Beispiele ist eine deutlich unterschiedliche Oberflächenstruktur zu beobachten. Während die Bremsscheiben des Vergleichsbeispiels 1 an der Oberfläche lediglich Faserbündel parallel zur Oberfläche aufweisen, sind bei den erfindungsgemäßen Bremsscheiben des Beispiels 2 auch Faserbündel zu erkennen, die zumindestens in die Reibschicht weiter hineinragen und zum Teil sogar in ihrem Querschicht an der Oberfläche zu beobachten sind.

Von Interesse ist jedoch besonders die Struktur der Oberfläche der Bremsscheiben, wenn sie dauerhaften Beanspruchungen im Kraftfahrzeug ausgesetzt waren, insbesondere wenn hierbei hohe Temperaturen auftraten (z.B. Bergfahrten, Rennbedingungen). Hier zeigt sich der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Beispielen 1 und 2. Während die Oberfläche der bisherigen homogenen Bremscheiben mit der Zeit eine sehr rauhes Profil aufwiesen, insbesondere durch ein Ausbrennen der Faserbündel, erscheint die Oberfläche der erfindungsgemäßen Bremsscheiben auch nach intensiver Nutzung nahezu eben und glatt. Zwar sind auch

hier Ausbrennungen von Faserbündeln nicht zu vermeiden, jedoch treten diese in wesentlich verringertem Maße und zumeist mit verringerten Abmessungen auf, so daß nahezu die gesamte Oberfläche als Reibfläche erhalten bleibt.

Überraschenderweise gelang es mit den erfindungs-gemäßen Bremsscheiben nicht nur die Rauheit der Bremsscheibenoberfläche durch Ausbrennungen fast vollständig zu vermeiden, es war auch sichergestellt, daß keine Abplatzungen der Oberfläche trotz großer thermischer Beanspruchung auftraten. Damit wurde erstmals das Problem bisheriger Bremsscheiben, die Tragkörper und Reibschicht aufwiesen, gelöst. Weiterhin wurden die Eigenschaften bisheriger einteiliger C/SiC- Bremsscheiben nahezu unverändert erreicht.

Patentansprüche

1. Reib- oder Gleitkörper aus mindestens zwei mit Faserbündeln verstärkten Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix, wobei ein erster Verbundwerkstoff als Reibschicht die Außenseite des Gleitkörpers bildet und ein zweiter Verbundwerkstoff als Tragkörper mit dem ersten flächig verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß
die mindestens zwei Verbundwerkstoffe verschiedene Anteile an Faserbündeln, ein Verstärkungsfaserbündelanteil und ein Matrixfaserbündelanteil mit unterschiedlicher mittlerer Faserbündellänge aufweisen, so daß die Gesamtfaserbündelverteilung bezüglich der Faserbündellänge der im Verbundwerkstoff eingebrachten Faserbündel ein Minimum aufweist,das zwischen den mittleren Faserbündellängen des Verstärkungsfaserbündelanteils und Matrixfaserbündelanteils liegt,
daß die Faserbündellängen der in den ersten Verbundwerkstoffkörper eingebrachten Faserbündel deutlich kleiner als die Faserbündellängen der in den zweiten Verbundwerkstoffkörper eingebrachten Faserbündel sind,
daß die Faserbündel des ersten Verbundwerkstoffs im Mittel auch eine deutliche Ausrichtung senkrecht zur Oberfläche aufweisen,
daß die Oberfläche der Außenseite zu einem größeren Anteil nur kleine Bereiche von maximal 1,2 mm Durchmesser freien Kohlenstoffs aufweist,
daß der Gesamtanteil der Fläche freien Kohlenstoffs maximal 35 % der Oberfläche beträgt,

und daß die Oberfläche der Außenseite eine höchstens feine Rißstruktur aufweist sowie nahezu keine oberflächennahen Spannungen.

2. Reib- oder Gleitkörper gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Gesamtanteil der Fläche freien Kohlenstoffs zwischen 2 % und 35 % der Oberfläche, bevorzugt zwischen 5 % und 30 % und besonders bevorzugt zwischen 15 % und 25 % der Oberfläche beträgt.

3. Reib- oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil der Oberfläche, der Bereiche freien Kohlenstoffs von mindestens 1,2 mm Maximaldurchmesser aufweist, zwischen 1,5 % und 30 % der Fläche der Oberfläche, bevorzugt zwischen 4 % und 25 % und besonders bevorzugt zwischen 12 % und 20 % der Fläche der Oberfläche liegt.

4. Reib- oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Reib-oder Gleitkörper aus einem Tragkörper besteht, auf dem sich einseitig ein Reibschicht befindet.

5. Reib- oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Tragkörper auf beiden Außenseiten eine Reibschicht aufweist, die aus dem gleichen Verbundwerkstoff besteht.

6. Reib- oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
zwischen mindestens einer der außen liegenden Reibschichten und einem Tragkörper ein oder mehrere Übergangsschichten angeordnet sind.

7. Reib- oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
mehrere Reibschichtelemente nebeneinander auf einem Tragkörper angeordnet sind.

8. Reib- oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Faserbündel des Reib-oder Gleitkörper eine mindestens Schutzschicht aufweisen.

9. Reib- oder Gleitkörper gemäß Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Schutzschichten der Faserbündel von Tragkörper und Reibflächen gleich sind.

10. Reib- oder Gleitkörper gemäß Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
die mindestens eine Schutzschicht aus Kohlenstoff und/oder Graphit besteht.

11. Reib- oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
statt der in den Faserbündeln enthaltenen Fasern Nanofasern, Whisker und/oder Nanoröhrchen zur Verstärkung der Verbundwerkstoffe benutzt werden.

12. Reib- oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Reib-oder Gleitkörper lediglich Graphit- und/oder Kohlenstoffasern beinhalten.

13. Reib- oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
die keramische Matrix der Verbundwerkstoffe nur Phasen von Silicium, Kohlenstoff und Silicumcarbid beinhaltet.

14. Reib- oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß
mindestens eine der Reibschichten keine Verstärkungsfaserbündel aufweist.

15. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers aus mindestens zwei mit Faserbündeln verstärkten Verbundwerkstoffen mit keramischer Matrix, wobei ein erster Verbundwerkstoff als Reibschicht die Außenseite des Reib- oder Gleitkörpers bildet und ein zweiter Verbundwerkstoff als Tragkörper mit dem ersten flächig verbunden wird,
dadurch gekennzeichnet, daß
zur Herstellung dieser beiden Verbundwerkstoffe verschiedene Anteile an Faserbündeln , ein Verstärkungsfaserbündelanteil und ein Matrixfaserbündelanteil mit unterschiedlicher mittlerer Faserbündellänge im Herstellungsprozeß als Ausgangsstoffe benutzt werden, so daß die Gesamtfaserbündelverteilung bezüglich der

Faserbündellänge der im Verbundwerkstoff eingebrachten Faserbündel ein Minimum aufweist, das zwischen den mittleren Faserbündellängen des Verstärkungsfaserbündelanteils und Matrixfaserbündelanteils liegt, daß die Faserbündellängen der in den ersten Verbundwerkstoffkörper eingebrachten Faserbündel deutlich kleiner als die Faserbündellängen der in den zweiten Verbundwerkstoffkörper eingebrachten Faserbündel sind und daß zur Herstellung des ersten Verbundwerkstoffs eine Mischung der beiden Faserbündelanteile mit einem Binder hergestellt wird, die nach dem Mischen zunächst granuliert wird.

16. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein Tragkörper einseitig mit einer Reibschicht verbunden wird.

17. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß ein Tragkörper auf beiden Außenseiten mit einer Reibschicht aus dem gleichen Verbundwerkstoff verbunden wird.

18. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß mindestens einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen mindestens einer der außen liegenden Reibschichten und einem Tragkörper ein oder mehrere Übergangsschichten angeordnet werden.

19. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß mindestens einem der Ansprüche 15 bis 18 ,
dadurch gekennzeichnet, daß
mehrere Reibschichtelemente nebeneinander auf einem Tragkörper angeordnet werden.

20. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß mindestens einem der Ansprüche 15 bis 19 ,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Faserbündel, die im Verfahren zur Herstellung der Reib-und Gleitkörper eingesetzt werden, mindestens eine Schutzschicht aufweisen, die bevorzugt aus Kohlenstoff und/oder Graphit besteht.

21. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß mindestens einem der Ansprüche 15 bis 20 ,
dadurch gekennzeichnet, daß
statt der in den Faserbündeln enthaltenen Fasern Nanofasern, Whisker und/oder Nanoröhrchen zur Verstärkung der Verbundwerkstoffe eingesetzt werden.

22. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß mindestens einem der Ansprüche 15 bis 21 ,
dadurch gekennzeichnet, daß
in das Herstellungsverfahren lediglich Graphit- und/oder Kohlenstoffasern eingebracht werden.

23. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß mindestens einem der Ansprüche 15 bis 22 ,

dadurch gekennzeichnet, daß
zur Herstellung der mindestens einen Reibschicht Granulate mit einem mittleren Durchmesser von 0,25 mm bis 8 mm, bevorzugt von 0,8 mm bis 4 mm und besonders bevorzugt von 1,5 mm bis 3 mm verpresst werden.

24. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß mindestens einem der Ansprüche 15 bis 23 ,
dadurch gekennzeichnet, daß
eine stoffschlüssige Verbindung zwischen Tragkörper und Reibschicht durch ein gemeinsames Verpressen der Preßmasse des Tragkörpers und des Granulats für die Reibschicht hergestellt.

25. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß mindestens einem der Ansprüche 15 bis 24 ,
dadurch gekennzeichnet, daß
in einem Verfahrenschritt Tragkörper und Reibschicht als CFK- oder CFC- Formteile durch Verkleben verbunden werden.

26. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet, daß
zum Verkleben carbonisierbaren Kleber, bevorzugt Harzen und Peche benutzt werden, denen besonders bevorzugt Faserbündel, insbesondere Kohlenstoff- und Graphitfaserbündel beigemischt wurden.

27. Verfahren zur Herstellung eines Reib- oder Gleitkörpers gemäß mindestens einem der Ansprüche 15 bis 26 ,
dadurch gekennzeichnet, daß

in die Herstellung mindestens einer Reibschicht nur Matrixfaserbündel eingebracht werden.

28. Verwendung der Reib-oder Gleitkörper gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 14 als Bremsscheiben und Bremsbeläge insbesondere für Maschinen, Luftfahrzeuge, Schienenfahrzeuge und Kraftfahrzeuge und Komponenten von Gleitlagern und Gleitelementen.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte ial Application No
PCI/DE 01/03669

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C04B37/00 F16D69/02 F16C33/04 C04B35/80 C04B35/573

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)
IPC 7 C04B F16D F16C B32B

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 practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99 41069 A (DAIMLERCHRYSLER AG) 19 August 1999 (1999-08-19) cited in the application	27
A	page 6, paragraph 5 -page 7, paragraph 3; claims 1-25; examples 1,2	1-26,28
A	US 5 242 746 A (C. BOMMIER ET AL.) 7 September 1993 (1993-09-07) column 5, line 28 - line 33; claims 1-12; example 1	1-28
A	DE 199 01 215 A (UNIVERSITÄT STUTTGART) 27 July 2000 (2000-07-27) column 6, line 10 - line 16; claims 1,7,15,17-19 column 8, line 44 - line 62	1-28

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 February 2002	21/02/2002

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Hauck, H

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte onal Application No
PCT/DE 01/03669

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 34 704 A (KNORR-BREMSEN SYSTEME FÜR SCHIENENFAHRZEUGE GMBH) 24 February 2000 (2000-02-24) cited in the application claims 1-5,10,16	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte onal Application No
PCT/DE 01/03669

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9941069 A	19-08-1999	DE 19805868 A1	28-10-1999
		WO 9941069 A1	19-08-1999
		EP 1054765 A1	29-11-2000
US 5242746 A	07-09-1993	FR 2661866 A1	15-11-1991
		FR 2674587 A1	02-10-1992
		AT 121060 T	15-04-1995
		BR 9101857 A	17-12-1991
		CA 2041921 A1	11-11-1991
		DE 69108776 D1	18-05-1995
		DE 69108776 T2	24-08-1995
		EP 0459916 A1	04-12-1991
		JP 6241253 A	30-08-1994
DE 19901215 A	27-07-2000	DE 19901215 A1	27-07-2000
		AU 2664100 A	01-08-2000
		WO 0041982 A1	20-07-2000
		EP 1154970 A1	21-11-2001
DE 19834704 A	24-02-2000	DE 19834704 A1	24-02-2000
		FR 2781852 A1	04-02-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intel nales Aktenzeichen
PCT/DE 01/03669

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 C04B37/00 F16D69/02 F16C33/04 C04B35/80 C04B35/573

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 C04B F16D F16C B32B

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, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99 41069 A (DAIMLERCHRYSLER AG) 19. August 1999 (1999-08-19) in der Anmeldung erwähnt	27
A	Seite 6, Absatz 5 -Seite 7, Absatz 3; Ansprüche 1-25; Beispiele 1,2	1-26,28
A	US 5 242 746 A (C. BOMMIER ET AL.) 7. September 1993 (1993-09-07) Spalte 5, Zeile 28 - Zeile 33; Ansprüche 1-12; Beispiel 1	1-28
A	DE 199 01 215 A (UNIVERSITÄT STUTTGART) 27. Juli 2000 (2000-07-27) Spalte 6, Zeile 10 - Zeile 16; Ansprüche 1,7,15,17-19 Spalte 8, Zeile 44 - Zeile 62	1-28

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] 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" älteres Dokument, 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 anderen 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. Februar 2002	21/02/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Hauck, H

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen
PCT/DE 01/03669

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 34 704 A (KNORR-BREMSEN SYSTEME FÜR SCHIENENFAHRZEUGE GMBH) 24. Februar 2000 (2000-02-24) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-5,10,16	1-28

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inte ıales Aktenzeichen
PCT/DE 01/03669

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9941069	A	19-08-1999	DE	19805868 A1	28-10-1999
			WO	9941069 A1	19-08-1999
			EP	1054765 A1	29-11-2000
US 5242746	A	07-09-1993	FR	2661866 A1	15-11-1991
			FR	2674587 A1	02-10-1992
			AT	121060 T	15-04-1995
			BR	9101857 A	17-12-1991
			CA	2041921 A1	11-11-1991
			DE	69108776 D1	18-05-1995
			DE	69108776 T2	24-08-1995
			EP	0459916 A1	04-12-1991
			JP	6241253 A	30-08-1994
DE 19901215	A	27-07-2000	DE	19901215 A1	27-07-2000
			AU	2664100 A	01-08-2000
			WO	0041982 A1	20-07-2000
			EP	1154970 A1	21-11-2001
DE 19834704	A	24-02-2000	DE	19834704 A1	24-02-2000
			FR	2781852 A1	04-02-2000