



(19)

REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer:

AT 408 102 B

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer:

397/2000

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: C23C 14/22

(22) Anmeldetag:

09.03.2000

F16C 33/12

(42) Beginn der Patentdauer:

15.01.2001

(45) Ausgabetag:

25.09.2001

(56) Entgegenhaltungen:

DE 19514835C1

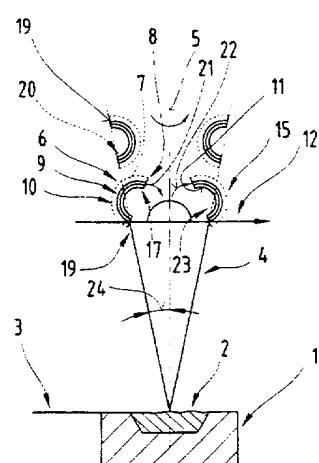
(73) Patentinhaber:

MIBA GLEITLAGER AKTIENGESELLSCHAFT  
A-4663 LAAKIRCHEN, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES GLEITELEMENTES SOWIE EINE VORRICHTUNG ZUR  
BESCHICHTUNG EINES GLEITELEMENTES

AT 408 102 B

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gleitelementes (6), mit dem auf zumindest eine Oberfläche (10) des Gleitelementes (6) zumindest eine Schicht im Vakuum derart aufgebracht wird, daß das Gleitelement (6) durch einen die Schicht zumindest teilweise bildenden Partikelstrom (4) in Form einer Drehbewegung um eine senkrecht auf eine Partikelstromlängsmittelachse (5) stehende bzw. zu einer Länge einer den aufzudämpfenden Werkstoff (2) aufnehmenden Einrichtung parallelen Achse geführt wird.

**Fig.1**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Gleitelementes gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie eine Vorrichtung zur Beschichtung eines Gleitelementes gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 17 und 18.

Verfahren zur Abscheidung metallischer Schichten auf einem metallischen Substrat im Vakuum sind schon seit längerem bekannt. So ist z.B. aus der DE 195 14 835 C1 bekannt, auf konkav gekrümmte Gleitelemente eine Schicht durch Vakuumaufdampfen aufzubringen. Dazu wird zwischen dem Substrat und der Verdampferbadoberfläche ein bestimmter Abstand eingestellt. Das aufzudampfende Material ist in Verdampfertiegeln angeordnet und erfolgt die Verdampfung mittels Elektronenbestrahlung. Das Substrat wird durch den sich ausbildenden Partikelstrom in der Weise geführt, daß während des Aufdampfens der Schicht der Verdampfer und der Trägerkörper relativ zueinander mit ungleichförmiger Geschwindigkeit bewegt werden. Die Geschwindigkeit der Linearbewegung erreicht ihre Maximalkomponente sowohl beim Ein- als auch beim Austritt durch diese Dampfkeule. Um darüber hinaus zu erreichen, daß die Abweichung der Schichtdicke der aufgedampften Schicht von der Maximalschichtdicke weniger als 15 % beträgt, werden Teile des Dampfstroms mit Hilfe von Blenden ausgeblendet.

Nachteilig an dieser Art der Bedampfung ist, daß die Schichtdicke durch mehrere aufeinander abzustimmende Parameter festgelegt wird, sowie daß ein relativ komplexer Bewegungsablauf vorgegeben und überwacht bzw. geregelt werden muß. Zusätzlich sind noch konstruktive Maßnahmen zu setzen, um das gewünschte Schichtdickenverhältnis zu erreichen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem bzw. bei der auf konstruktive Maßnahmen im Partikelstrom zur Erzeugung von Schichten mit bestimmten Schichtdickenverlauf verzichtet werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale im Kennzeichenteil des Anspruches 1 gelöst. Von Vorteil ist dabei, daß einerseits durch die Drehbewegung eine Flanke und insbesondere der Scheitel der konkav gekrümmten Oberfläche des Gleitelementes durch das Gleitelement selbst zumindest teilweise ausgeblendet bzw. abgeschattet werden und andererseits jeder Bereich der gekrümmten Oberfläche des Gleitelementes während der Drehung zumindest annähernd die selbe Stellung zum Partikelstrom einnimmt, wodurch die niedergeschlagene Menge auf den Flanken des Substrats an die Menge im Scheitelpunkt des Gleitelementes angepaßt und damit eine weitgehend gleichmäßige Schichtdicke erreicht werden kann. Damit kann auf die zusätzliche Anordnung von Blenden im Zentrum des Partikelstroms verzichtet werden. Vorteilhaft ist weiters gegenüber dem aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, daß mit diesem Verfahren auch sogenannte Großlager, welche in Motoren außerhalb der PKW-Industrie verwendet werden, z.B. mit einem Radius größer 150 mm beschichtet werden können.

Von Vorteil sind weiters Ausführungsvarianten nach den Ansprüchen 2 und 3, da mit Hilfe der Linearbewegung eine Verfahrensweise zur Beschichtung von Einzelteilen zur Verfügung gestellt und durch deren Bewegungsrichtung optimal auf die Beschichtungsverhältnisse angepaßt werden kann.

Es ist weiters von Vorteil, daß entsprechend Anspruch 4 die Linearbewegung kontinuierlich und/oder gleichförmig durchgeführt wird, wodurch sich der technische Aufwand für dieses Verfahren im Vergleich zum aus dem Stand der Technik bekannt gewordenen Verfahren entsprechend verringern läßt.

Vorteilhaft ist aber auch ein Verfahren nach Anspruch 5, da damit eine weitere Vereinheitlichung der Schichtdicke der aufzudampfenden Schicht erreicht werden kann.

Es sind aber auch Verfahren nach den Ansprüchen 6, 7 oder 8 möglich, da damit eine vollständige Überstreichung der für derartige Gleitelemente vorzugsweise verwendeten konkaven Oberfläche erreicht werden kann und zudem die Drehung der Gleitelemente an das Gleitelement angepaßt werden kann. Durch die wahlweise Drehung um mehr oder weniger als 180° ist eine benutzerspezifische Ausbildung einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens möglich.

Von Vorteil bei der Weiterbildung nach Anspruch 9 ist, daß die Zeiten für die Drehbewegung optimiert werden können und sich somit einer Verkürzung der Taktzeiten und damit auch eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens erreichen läßt.

Weiters ist eine Ausführungsvariante nach Anspruch 10 möglich, bei der von Vorteil ist, daß mehrere Gleitelemente wirtschaftlich während eines Herstellungsschrittes beschichtet werden

können.

Von Vorteil ist dabei auch eine Ausführungsvariante nach Anspruch 11, wonach eine gegenseitige Beeinträchtigung der einzelnen Gleitelemente vermieden werden kann.

Vorteilhaft ist weiters eine Variante des Verfahrens nach Anspruch 12, da damit ein kontinuierlicher Produktionsprozeß ermöglicht wird.

Mit einer weiteren Ausführungsvariante gemäß Anspruch 13 kann als Vorteil erreicht werden, daß Gleitelemente unterschiedlichster Größen beschichtet werden können.

Vorteilhaft ist aber auch eine Verfahrensvariante nach Anspruch 14, da damit unterschiedliche Schichtdicken erreichbar sind.

Es ist aber auch eine Ausführungsvariante nach Anspruch 15 von Vorteil, wonach eine gezielte Schichtdickenverteilung über die zu beschichtende Oberfläche in einem breiten Bereich variiert werden kann.

Von Vorteil ist auch eine Weiterbildung des Verfahrens nach Anspruch 16, da damit auf einfache Weise eine Mehrfachbeschichtung und/oder eine Legierungsbildung für die aufzubringende Schicht bzw. eine Beschichtung in mehreren Schritten erreicht werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung wird aber auch durch die Merkmale des Kennzeichenteils in Anspruch 17 gelöst. Vorteilhaft ist dabei, daß durch die Anordnung eines Drehelementes im Beschichtungsbehälter eine einfache Halterung für die zu beschichtenden Teile zur Verfügung gestellt werden kann und daß darüber hinaus der Antrieb für dieses Drehelement mit einfachen, aus dem Stand der Technik bekannten Mitteln gesteuert werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung wird weiters durch die Merkmale des Kennzeichenteils in Anspruch 18 gelöst. Von Vorteil ist dabei, daß mit dieser Vorrichtung mit einfachen Mitteln auf kundenspezifische Wünsche schnell reagiert werden kann, da diese Vorrichtung diskontinuierlich für die Beschichtung verschiedenster Größen von Gleitelementen verwendet und damit ein weitgehend gleichmäßiger Schichtdickenverlauf erreicht werden kann.

Vorteilhaft ist dabei weiters eine Ausgestaltung der Vorrichtung nach Anspruch 19, wonach eine kontinuierlich arbeitende Vorrichtung für die Herstellung von Gleitelementen zur Verfügung gestellt werden kann.

Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 20 kann der konstruktive Aufwand für die Vorrichtung verringert werden.

Schließlich sind aber auch Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 21 oder 22 möglich, wodurch eine Vorrichtung zur Verfügung gestellt werden kann, die an unterschiedlichste Beschichtungsverhältnisse für unterschiedliche Gleitelemente angepaßt werden kann.

Zum besseren Verständnis wird die Erfindung anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 das erfindungsgemäße Verfahren, schematisch vereinfacht dargestellt;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Verfahrens nach dem Stand der Technik;

Fig. 3 das erfindungsgemäße Verfahren mit flächig ausgebildeter Verdampferbadoberfläche, schematisch vereinfacht dargestellt;

Fig. 4 eine Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens in schematisch vereinfachter Darstellung.

Einführend sei festgehalten, daß in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiters können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und beschriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

In Fig. 1 ist eine schematisch vereinfachte Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Zur Durchführung des Verfahrens kann in einem Tiegel 1 ein entsprechender, zu verdampfender Werkstoff 2, z.B. ein Metall oder eine Legierung, vorgelegt werden. Die Verdampfung erfolgt bevorzugt durch Beaufschlagung des Werkstoffes 2 mit Elektronenstrahlen, jedoch sind

auch andere Methoden zur Verdampfung, z.B. durch Wärmeeinwirkung, Laserstrahlen oder dgl., möglich. In der Folge breitet sich vom Tiegel 1, d.h. einer Verdampferoberfläche 3 ein Partikelstrom 4, beispielsweise in Form einer Dampfkeule, in Richtung einer Partikelstromlängsmittelachse 5 zu einem zu bedämpfenden Werkstück hin, z.B. einem Gleitelement 6, aus. Derartige Verfahren 5 werden üblicherweise unter Vakuum durchgeführt, sodaß die eben beschriebene Anordnung in einem geschlossenen Behälter (in Fig. 1 nicht dargestellt) umfassen soll.

Zur seitlichen Begrenzung des Partikelstroms 4 bzw. zur Begrenzung des Durchmessers des Partikelstroms 4 können, wie bekannt, seitliche Aperturblenden (in Fig. 1 nicht dargestellt) angeordnet sein und ist es möglich, diese Begrenzung auch mit nur einer Aperturblende, z.B. einer Ringblende, zu erreichen. 10

Da das Verfahren des Elektronenstrahlbedämpfens dem Fachmann hinlänglich aus dem einschlägigen Stand der Technik bekannt ist, soll an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen werden. Insbesondere sind die Grundlagen bzgl. der Winkelabhängigkeit der Konzentration der Partikel im Partikelstrom 4 bestens untersucht.

Die zu beschichtenden Werkstücke, wie beispielsweise die Gleitelemente 6, können als Gleitlagerhalbschalen ausgeführt sein. Diese Gleitlagerhalbschalen können einen ein- oder mehrschichtigen Aufbau aufweisen, wobei eine der Schichten durch eine Stützschicht 7 (in Fig. 1 strichiert dargestellt) gebildet wird, auf der weitere Schichten, beispielsweise eine Zwischenschicht 8 und/ 15 oder eine Diffusionssperrschicht 9, aufgebracht werden. Die Stützschicht 7 bildet üblicherweise die in bezug auf die konvex gekrümmte Oberfläche 10 äußerste Schicht des Gleitelementes 6 und kann z.B. aus Stahl gefertigt sein. Auf diesem ein- bzw. mehrschichtigen Aufbau wird in der Folge 20 mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Gleitschicht 11 (in Fig. 1 im rechten Teil der Darstellung gezeigt), beispielsweise aus einer Aluminium-Zinnlegierung aufgedampft. Selbstverständlich können aber auch andere Legierungen bzw. Metalle, wie z.B. mit Sputterverfahren üblicherweise verarbeitete Legierungen, Aluminiumbasislegierungen mit Blei und/oder Wismut und/oder 25 Indium und/oder Zinn als Legierungselemente, Kupferbasis sowie Silberbasislegierungen mit Blei und/oder Wismut und/oder Indium und/oder Zinn, Kupfer-Blei-, Silber-Blei-Legierungen oder dgl., aufgedampft werden. Die Aufzählung der möglichen zu verwendenden Legierungen ist nicht erschöpfend und können selbstverständlich auch andere als die genannten Legierungen bzw. Gemische verarbeitet werden.

Derartige Legierungen können Aluminium im Bereich zwischen 50 Gew.-% bis 90 Gew.-%, beispielsweise im Bereich zwischen 55 Gew.-% und 80 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich zwischen 30 60 Gew.-% und 79 Gew.-%, insbesondere im Bereich zwischen 64 Gew.-% und 70 Gew.-% sowie Zinn im Bereich zwischen 5 Gew.-% und 45 Gew.-%, beispielsweise im Bereich zwischen 10 Gew.-% und 39 Gew.-%, vorzugsweise im Bereich zwischen 12 Gew.-% und 32 Gew.-%, insbesondere im Bereich zwischen 17 Gew.-% und 20 Gew.-% enthalten. Andere Legierungselemente, wie z.B. Mangan, Eisen, Kobalt oder dgl. können selbstverständlich zur Bildung bestimmter Legierungsphasen, z.B. Hartstoffe enthalten sein.

Die Verfahren bzgl. der Vorbehandlung der Stützschicht 7, beispielsweise der Entfettung mit 40 Hilfe diverser Lösungsmittel sowie die Aufbringung diverser Einzelschichten, wie beispielsweise der Zwischenschicht 8 oder der Diffusionssperrschicht 9, z.B. durch galvanische Verfahren oder durch Plattier- bzw. Walzverfahren, Sputterverfahren sind ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt. Als Werkstoffe können z.B. Bleibronze oder dgl. für die Zwischenschicht 8 oder Nickel, Nickel-Chrom-, Nickel-Kupfer-Legierungen für die Diffusionssperrschicht 9 verwendet werden. Es 45 können auch hier wiederum andere aus dem Stand der Technik bekannte Legierungen verwendet werden.

Selbstverständlich ist aber auch ein anderer als der hier beschriebene mehrschichtige Aufbau des Gleitelementes 6 möglich.

Um nun die erfindungsgemäße Verfahrensweise nach Fig. 1 zu erläutern, ist in Fig. 2 ein Verfahren nach dem Stand der Technik, z.B. der eingangs erwähnten DE-C1 schematisch angedeutet.

Das Gleitelement 6 wird bei dem in Fig. 2 dargestellten Verfahren in der Richtung gemäß Pfeil 12 über den Tiegel 1 bewegt und wird dabei dessen zu beschichtende, konkav gekrümmte Gleitelementoberfläche 13 vom Partikelstrom 4 überstrichen. Zur Vereinfachung wird letzterer als punktförmige Dampfquelle mit mehreren Abschnitten 14, 15 gleicher Breite betrachtet, von der sich die Dampfkeule in Richtung des Gleitelementes 6 ausbreitet. Durch diese Vereinfachung ist sofort 55

ersichtlich, daß die Abschnitte 14 unter einem anderen Winkel als der Abschnitt 15 auf die Gleitelementoberfläche 13 auftreffen. Die Konsequenz davon ist, daß in einem Scheitelbereich 16 des Gleitelementes 6, der in etwa senkrecht zur Verdampferbadoberfläche ausgerichtet ist, eine größere Menge an aufzudämpfendem Werkstoff 2 abgeschieden wird als in den beiden Flankenbereichen 17. Um trotzdem eine zumindest annähernd gleiche Schichtdicke zu erreichen, wird nach der DE-C1 eine beheizte Blende 18 im Zentrum des Partikelstroms 4 angeordnet, mit der ein Teil des Partikelstroms 4 ausgeblendet wird und zudem eine ungleichförmige Linearbewegung des Gleitelementes 6 durchgeführt, wodurch der Nachteil entsteht, daß zusätzliche Herstellkosten infolge der längeren Beschichtungsdauer und der zusätzlichen Energiekosten - um nur einige zu nennen -, sowie ein komplexerer Bewegungsablauf zu bewerkstelligen ist.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren entsprechend Fig. 1 kann auf die Anordnung einer zusätzlichen Blende 18 verzichtet werden. Dazu führt das Gleitelement 6 während seiner Linearbewegung in Richtung Pfeil 12 über die Verdampferbadoberfläche 3 eine Drehbewegung aus. Die Linearbewegung wird kontinuierlich und/oder gleichförmig durchgeführt. Vorzugsweise wird das Gleitelement 6 vor dem Eintritt in den Partikelstrom 4 so ausgerichtet, daß Stirnflächen 19 zumindest annähernd parallel zur Partikelstromlängsmittelachse 5 ausgerichtet sind. Andererseits ist es natürlich möglich, daß diese Stirnflächen 19 zumindest annähernd parallel zu einer gedachten Verlängerung einer äußeren Umhüllenden 20 des Partikelstroms 4 ausgerichtet sind.

Wird nun in der Folge das Gleitelement 6 über den Partikelstrom 4 bewegt, so vollzieht das Gleitelement 6 zusätzlich eine Drehbewegung entsprechend den Pfeilen 21 und 22, sodaß während der Bedämpfung eine konkav gekrümmte Oberfläche 23 des Gleitelementes 6 dem Partikelstrom 4 zugewandt wird, um schließlich beim Verlassen des Partikelstroms 4 zumindest annähernd zur Partikelstromlängsmittelachse 5 bzw. zur Umhüllenden 20 zumindest annäherungsweise parallele Stirnflächen 19 aufzuweisen.

Der Vorteil, der durch diese zusätzliche Drehbewegung erzielt werden kann, ist die teilweise Ausblendung des Partikelstroms 4 im Eintritts- sowie Austrittsbereich durch das Gleitelement 6, insbesondere durch den Bereich in der Nähe der Stirnflächen 19. Insbesondere ist damit gemeint, daß vorerst lediglich der Flankenbereich 17 vom Partikelstrom 4 überstrichen wird. Aufgrund der Stellung des Gleitelementes 6 beim Eintritt in den Partikelstrom 4 sowie der geometrischen Verhältnisse des Gleitelementes 6 überstreicht der Partikelstrom 4 den Flankenbereich 17 so, daß die Krümmung im wesentlichen jener im Scheitelbereich 15 entspricht. Es werden damit also zumindest annähernd immer dieselben Verhältnisse für die Beschichtung geschaffen, d.h. jeder Punkt der Oberfläche 23 des Gleitelementes 6 nimmt im Verlauf der Bedämpfung dieselbe relative Position zur Quelle, d.h. eine zur Verdampferbadoberfläche parallele Stellung ein.

Eine Ausnahme kann lediglich die Beschichtung im Zentrum des Partikelstroms 4 bilden, sofern dieser in seinen Abmessungen sehr breit ist, da in diesem Fall sowohl der Flankenbereich 17 als auch der Scheitelbereich 15 gleichzeitig beschichtet werden. Dies kann aber insofern umgangen werden, indem ein Öffnungswinkel 24 des Partikelstroms 4 so gewählt wird, daß im Zentrum, d.h. im Scheitelbereich 15, lediglich dieser und nicht der Flankenbereich 17 beschichtet werden (der große Öffnungswinkel 24 in Fig. 1 dient lediglich der schematischen Darstellung und Erläuterung der Erfindung und stellt nicht die realen Verhältnisse dar).

Damit wird also das Gleitelement 6 vom Eintritt in den Partikelstrom 4 bis zum Verlassen desselben um zumindest nahezu  $180^\circ$  (oder geringfügig mehr) gedreht, sodaß also das Gleitelement 6 beim Verlassen des Partikelstroms 4 im wesentlichen spiegelverkehrt zur Orientierung während der Eintrittsphase ausgerichtet ist.

Der Drehwinkel des Gleitelementes 6 kann aber auch weniger als  $180^\circ$  betragen, wenn das Gleitelement 6, wie in Fig. 1 oben dargestellt, in zur vorherigen Variante spiegelverkehrt angeordnet wird.

In bezug auf die Ausrichtung der oben erwähnten Achsen sei bemerkt, daß, wie in Fig. 3 dargestellt, die Drehachse des Gleitelementes 6 im Fall der Ausbildung des Tiegels 1 als längliches Schiffchen auch parallel zu dessen Länge bzw. zu der durch den Partikelstrom 4 aufgespannten, in Fig. 3 strichliert dargestellten Ebene ausgerichtet sein kann.

Mit Hilfe dieser Verfahrensweise ist es möglich, auch größere Gleitelemente 6 zu beschichten, z.B. mit Durchmessern bzw. Radien, die größer als 150 mm sind.

In Fig. 4 ist eine Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt, wobei der

Partikelstrom 4 wiederum unmaßstäblich vergrößert dargestellt ist.

Bei dieser Variante sind bevorzugt mehrere Gleitelemente 6, für die selbstverständlich wiederum obige Ausführungen gelten können, auf einem Drehelement 25, beispielsweise einer Dreh trommel, einem Dreheller oder dgl., angeordnet. Die gesamte Verdampferanordnung ist wiederum in einem vakuumdichten, nicht dargestellten Behälter untergebracht. Eine Drehachse 26 des Drehelementes 25 ist dabei senkrecht auf die Partikelstromlängsmittelachse 5 ausgerichtet und kann die Drehung des Drehelementes 25 z.B. in Richtung eines Pfeils 27 erfolgen. Aufgrund der Drehung des Drehelementes 25 werden die einzelnen, zu beschichtenden Gleitelemente 6 nach einander in den Partikelstrom 4 verbracht, womit wiederum der zu Fig. 1 beschriebene Effekt hinsichtlich der Abschattung bzw. der Beschichtung sowie der Ausrichtung der Gleitelemente 6 hinsichtlich ihrer Krümmung auf den Partikelstrom 4 erreicht werden kann. Dieses Verfahren nach Fig. 4 ermöglicht also mit Vorteil die Beschichtung mehrerer Gleitelemente 6, ohne daß der Beschichtungsprozeß unterbrochen werden müßte.

Wie in Fig. 4 strichliert dargestellt, können die Gleitelemente 6 in einzelnen Kammern 28 angeordnet und somit voneinander getrennt sein. Diese Kammern 28 können so am Drehelement 25 angebracht werden, daß z.B. ein herausziehen einzelner Kammern 28 aus dem Drehelement 25 möglich ist. Damit kann erreicht werden, daß, wenn eine beispielsweise andeutungsweise gezeigte Schleuse 29, welche z.B. in Richtung der Partikelstromlängsmittelachse 5 der Verdampferoberfläche 3 gegenüberliegend angeordnet ist - selbstverständlich sind auch andere Platzierungen möglich - mit Hilfe einer Einrichtung 30 (in Fig. 3 strichliert dargestellt) innerhalb der Schleuse 29 zumindest eine Kammer 28 samt dem sich darauf befindenden Gleitelement 6 vom Drehelement 25 abgezogen werden. Es kann damit ein kontinuierlicher Produktionsprozeß erzielt werden, wenn die Schleuse 29 z.B. einen seitlich angeordneten Eingang 31 sowie einen Ausgang 32 aufweist, sodaß während der Bedämpfung ein fertig bedampftes Gleitelement 6 in die Schleuse 29 verbracht wird und dort - gemäß Pfeil 33 - aus der Schleuse entfernt sowie anschließend - gemäß Pfeil 34 - ein neues, unbeschichtetes Gleitelement 6 in die Schleuse 29 eingeführt und in der Folge auf das Drehelement 25 durch die Einrichtung 30 verbracht wird.

Um bei dieser Ausführungsvariante wiederum eine möglichst gleichmäßige Schichtdicke bzw. einen bestimmten Schichtdickenverlauf über die konkave Oberfläche des Gleitelementes 6 zu erreichen, ist es möglich, den Durchmesser des Drehelementes 25 auf den Radius des Gleitelementes 6, z.B. den Radius der konkav gekrümmten Oberfläche 23, abzustimmen, sodaß in der Folge günstige Voraussetzungen hinsichtlich der Stellung der Gleitelemente 6 in bezug auf den Partikelstrom 4, d.h. im wesentlichen einer optimalen, oben beschriebenen Ausrichtung der gekrümmten, konkaven Oberfläche auf den Partikelstrom 4, erreicht werden können. Es ist selbstverständlich in diesem Zusammenhang möglich, den Durchmesser des Drehelementes 25 so zu wählen, daß Gleitelemente 6 mit verschiedenen Radien beschichtet werden können.

Des weiteren kann der Drehwinkel der Gleitelemente 6 an den Öffnungswinkel der Aperturblenden angepaßt sein.

Weiters ist es bei beiden Ausführungsvarianten des erfundungsgemäßen Verfahrens möglich, die Geschwindigkeit der Drehbewegung in Abhängigkeit der gewünschten Schichtdicke festzulegen und ist es beispielsweise möglich, beim Eintritt des Gleitelementes 6 in den Partikelstrom 4 eine höhere Geschwindigkeit vorzugeben als für die Geschwindigkeit der Drehbewegung im Zentrum des Partikelstroms bzw. sind auch umgekehrte Geschwindigkeitsverhältnisse möglich. Dabei kann eine größere Schichtdicke durch eine geringere Geschwindigkeit der Dreh- und/oder Linearbewegung erreicht werden.

Insbesondere ist es dabei möglich, daß sich die Geschwindigkeit der Drehbewegung während der Drehung ändert.

Selbstverständlich können auch für die Linearbewegung des Gleitelementes 6 unterschiedlichste Bewegungsabläufe vorgegeben werden.

Bei beiden Ausführungsvarianten ist es weiters möglich, insbesondere bei der Ausführungs variante nach Fig. 4 Mehrfachbeschichtungen durchzuführen, beispielsweise durch zwei- oder mehrmalige Umdrehung des Drehelementes 25. Dabei kann auch mit Vorteil erreicht werden, daß, wenn zwei Tiegel 1 im Behälter angeordnet werden, bei einer ersten Umdrehung ein erster Werkstoff 2 auf die Gleitelemente 6 aufgedampft wird und während einer zweiten Bewegung ein zweiter Werkstoff 2 über diesen angeordnet wird bzw. sind damit auch Legierungsbildungen an den

Gleitelementen 6 während des Beschichtungsvorganges möglich. Es ist selbstverständlich möglich, eine Schicht in Raten infolge mehrere Umdrehungen aufzubringen.

Vorteilhaft ist weiters, wenn der Abstand der Gleitelemente 6 von der Verdampferbadoberfläche im Bereich zwischen 30 mm und 250 mm, vorzugsweise im Bereich zwischen 40 mm und 200 mm, insbesondere im Bereich zwischen 50 mm und 150 mm, jeweils zuzüglich des Radius des Gleitelementes 6 beträgt. Die unteren Grenzen des Abstandes werden vorzugsweise für Gleitelemente 6 mit größeren Radien verwendet.

Abschließend sei erwähnt, daß bei den beschriebenen Ausführungsvarianten der Drehpunkt der Gleitelemente 6 oberhalb des Tiegels 1 angesetzt wurde. Es ist aber selbstverständlich auch möglich, den Drehpunkt unterhalb des Tiegels 1 vorzusehen bzw. den Tiegel 1 in den Drehpunkt zu setzen. Durch diese Varianten können z.B. auf vorteilhafte Weise Großlager beschichtet werden.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, daß zum besseren Verständnis des Aufbaus der erfindungsgemäß Vorrichtung diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Die den eigenständigen erforderlichen Lösungen zugrundeliegende Aufgabe kann der Beschreibung entnommen werden.

Vor allem können die einzelnen in den Fig. 1; 3; 4 gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäß Lösungen bilden. Die diesbezüglichen, erfindungsgemäß Aufgaben und Lösungen sind den Detailbeschreibungen dieser Figuren zu entnehmen.

#### **Bezugszeichenaufstellung**

- |    |                                 |
|----|---------------------------------|
| 25 | 1 Tiegel                        |
|    | 2 Werkstoff                     |
|    | 3 Verdampferbadoberfläche       |
|    | 4 Partikelstrom                 |
|    | 5 Partikelstromlängsmittelachse |
| 30 | 6 Gleitelement                  |
|    | 7 Stützschicht                  |
|    | 8 Zwischenschicht               |
|    | 9 Diffusionssperrsicht          |
|    | 10 Oberfläche                   |
| 35 | 11 Gleitschicht                 |
|    | 12 Pfeil                        |
|    | 13 Gleitelementoberfläche       |
|    | 14 Abschnitt                    |
| 40 | 15 Abschnitt                    |
|    | 16 Scheitelpunkt                |
|    | 17 Flankenbereich               |
|    | 18 Blende                       |
| 45 | 19 Stirnfläche                  |
|    | 20 Umhüllende                   |
|    | 21 Pfeil                        |
|    | 22 Pfeil                        |
| 50 | 23 Oberfläche                   |
|    | 24 Öffnungswinkel               |
|    | 25 Drehelement                  |
|    | 26 Drehachse                    |
| 55 | 27 Pfeil                        |

- 28 Kammer  
29 Schleuse  
30 Einrichtung  
  
5 31 Eingang  
32 Ausgang  
33 Pfeil  
34 Pfeil  
  
10

**PATENTANSPRÜCHE:**

1. Verfahren zur Herstellung eines Gleitelementes, insbesondere einer Gleitlagerhalbschale, mit dem auf zumindest eine Oberfläche des Gleitelementes, insbesondere auf eine konkav gekrümmte Oberfläche, zumindest eine Schicht im Vakuum derart aufgebracht wird, daß das Gleitelement durch einen die Schicht zumindest teilweise bildenden Partikelstrom bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitelement in Form einer Drehbewegung um eine senkrecht auf eine Partikelstromlängsmittelachse stehende bzw. zu einer Länge einer den aufzudämpfenden Werkstoff aufnehmenden Einrichtung parallelen Achse durch den Partikelstrom geführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehbewegung mit einer Linearbewegung mit einer senkrecht auf die Partikelstromlängsmittelachse stehenden Geschwindigkeitskomponente kombiniert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeitskomponente der Linearbewegung senkrecht auf die Drehbewegung steht.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearbewegung kontinuierlich und/oder gleichförmig durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Stirnflächen des Gleitelementes vor dem Eintritt in den Partikelstrom zumindest annähernd parallel zur Partikelstromlängsmittelachse bzw. zum Partikelstrom, insbesondere zu einer die Ausbreitung des Partikelstroms außen begrenzenden Linie, ausgerichtet werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehbewegung so ausgeführt wird, daß die konkave Oberfläche des Gleitelementes während der Drehbewegung auf den Partikelstrom gerichtet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitelement vom Eintritt in den Partikelstrom bis zum Verlassen des Partikelstroms um zumindest annähernd  $180^\circ$  gedreht wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitelement vom Eintritt in den Partikelstrom bis zum Verlassen des Partikelstroms um weniger als  $180^\circ$  gedreht wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Partikelstrom durch zwischen dem Gleitelement und der Einrichtung zur Aufnahme des aufzudämpfenden Werkstoffes seitlich angebrachte Aperturblenden begrenzt wird und ein Drehwinkel der Drehbewegung an den Öffnungsquerschnitt der Aperturblenden und die dadurch bedingte Ausbildung des Partikelstroms angepaßt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitelement auf einem Drehelement, z.B. einer Drehtrommel, einem Drehsteller oder dgl., dessen Drehachse senkrecht auf die Partikelstromlängsmittelachse ausgerichtet ist, angeordnet wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Drehelement vorzugsweise mehrere Gleitelemente einzeln in voneinander getrennten Kammern angeordnet werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammern so ausgeführt werden, daß damit eine Beschickung mit zumindest einem Gleitelement bzw. eine Entnahme zumindest eines Gleitelementes über eine Schleuse während der Bestrahlung

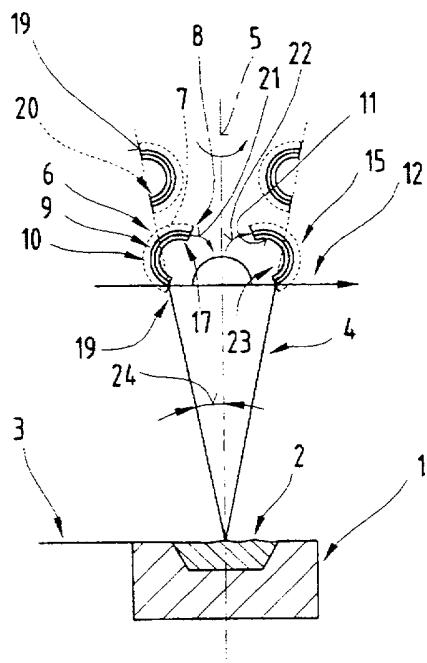
- möglich ist.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Drehelementes auf den Durchmesser und/oder Radius der Gleitelemente abgestimmt wird.
- 5      14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit der Drehbewegung in Abhängigkeit einer Schichtdicke festgelegt wird.
- 15      15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit der Drehbewegung während der Drehung vorzugsweise kontinuierlich geändert wird.
- 10      16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrfachbeschichtung durch mehrere Umdrehungen des Drehelementes durchgeführt wird.
- 15      17. Vorrichtung zur Beschichtung eines Gleitelementes mit einem vakuumdichten Behälter, einer Einrichtung zur Erzeugung und Abgabe eines Energiestrahls, z.B. einer Elektronenstrahlung, einer Laserstrahlung oder dgl., mit zumindest einer Einrichtung zur Aufnahme des aufzudämpfenden Werkstoffes im Behälter sowie mit einer im Behälter angeordneten Einrichtung zur Halterung und Bewegung des Gleitelementes, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Aufnahme und Bewegung des Gleitelementes (6) als Drehelement (25), z.B. als Drehteller, als Drehtrommel oder dgl. ausgeführt ist.
- 20      18. Vorrichtung zur Beschichtung eines Gleitelementes mit einem vakuumdichten Behälter, einer Einrichtung zur Erzeugung und Abgabe eines Energiestrahls, z.B. einer Elektronenstrahlung, einer Laserstrahlung oder dgl., mit zumindest einer Einrichtung zur Aufnahme des aufzudämpfenden Werkstoffes im Behälter sowie mit einer im Behälter angeordneten Einrichtung zur Halterung und Bewegung des Gleitelementes, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Halterung und Bewegung des Gleitelementes (6) so ausgebildet ist, daß eine mit einer Linearbewegung kombinierte Drehbewegung des Gleitelementes (6) durchgeführt werden kann.
- 25      19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß am Behälter eine Schleuse (29) zum Ein- und Ausschleusen der Gleitelemente (6) in bzw. aus den Behälter angeordnet ist.
- 30      20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Halterung und Bewegung des Gleitelementes (6) zur Durchführung einer gleichförmigen Linearbewegung und/oder Drehbewegung ausgebildet ist.
- 35      21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß ein Abstand zwischen der Einrichtung zur Aufnahme des aufzudämpfenden Werkstoffes (2) und dem Gleitelement (6) im Bereich zwischen 30 mm und 250 mm, vorzugsweise zwischen 40 mm und 200 mm, insbesondere zwischen 50 mm und 150 mm, jeweils zuzüglich des Radius des Gleitelementes (6), beträgt.
- 40      22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17, 19 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß ein Durchmesser des Drehelementes (25) an den Durchmesser und/oder Radius des Gleitelementes (6) angepaßt ist, insbesondere so bemessen ist, daß jeder Punkt der zu beschichtenden Oberfläche des Gleitelementes (6) eine parallele Stellung zur auf das Gleitelement (6) gerichteten Oberfläche der Einrichtung zur Aufnahme des aufzudämpfenden Werkstoffes (2) einnehmen kann.
- 45

**HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN**

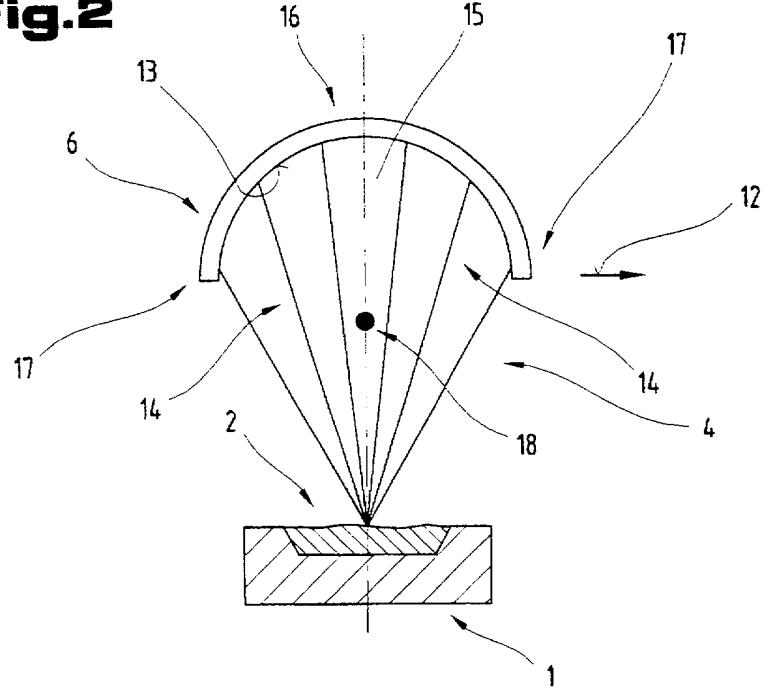
50

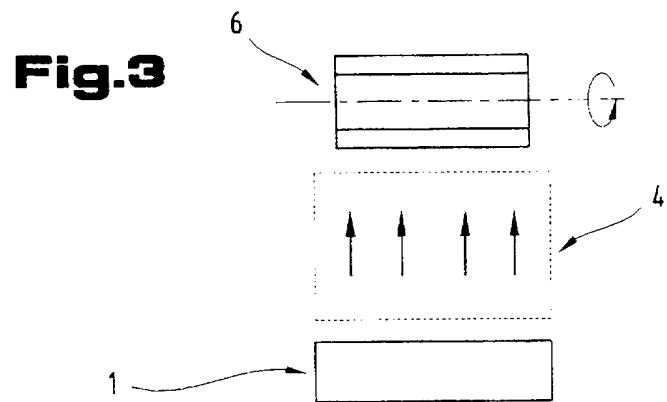
55

**Fig.1**



**Fig.2**





**Fig.4**

