



(10) **DE 10 2007 010 595 B4** 2013.08.29

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2007 010 595.0**
(22) Anmeldetag: **05.03.2007**
(43) Offenlegungstag: **08.11.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **29.08.2013**

(51) Int Cl.: **C23C 28/00 (2006.01)**
C23C 14/06 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2006-123668 27.04.2006 JP

(72) Erfinder:
Yamamoto, Kenji, Kobe, Hyogo, JP; Matsukado, Katsuhiro, Kobe, Hyogo, JP

(73) Patentinhaber:
Kabushiki Kaisha Kobe Seiko Sho, Kobe-shi, Hyogo, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

(74) Vertreter:
Müller-Boré & Partner Patentanwälte, European Patent Attorneys, 81671, München, DE

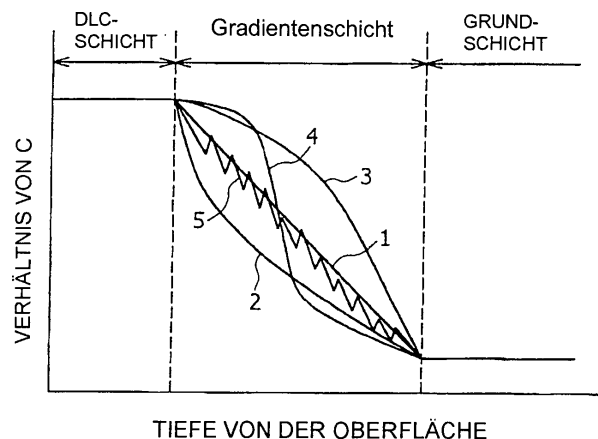
DE	100 18 143	A1
US	5 629 086	A
EP	0 503 822	B2
EP	0 990 061	B1

(54) Bezeichnung: **Auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht**

(57) Hauptanspruch: Auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht auf einem Substrat, umfassend eine Grundsicht, gebildet auf einer Substratseite, die ein Nitrid oder ein Carbonitrid eines Elements M, entsprechend der Formel (1)



umfasst, worin M mindestens ein Element, ausgewählt aus den Gruppen 4A, 5A, 6A des Periodensystems, Al und Si ist, und worin $x \leq 0,5$, $y \geq 0,03$ und $1-x-y$ größer Null ist; eine Gradientenschicht, gebildet auf der Grundsicht, in der von der Grundsicht zu einer amorphen Kohlenstoffsicht die Anteile des Elements M und des Stickstoffs abnehmen und der Kohlenstoffanteil zunimmt; und eine Oberflächenschicht, die eine amorphe Kohlenstoffsicht umfasst, gebildet auf der Gradientenschicht, die aus Kohlenstoff besteht oder aus 50 Atomprozent oder mehr Kohlenstoff besteht, wobei der Rest aus dem Element M besteht.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht auf einem Substrat.

[0002] Ein Film bzw. eine Schicht aus amorphem Kohlenstoff ist als eine harte Beschichtung bekannt. Amorpher Kohlenstoff weist eine intermediäre Struktur zwischen Diamant und Graphitkohlenstoff auf, die miteinander gemischt sind, und kann harter amorpher Kohlenstoff, formloser Kohlenstoff, harter formloser Kohlenstoff, i-Kohlenstoff oder diamantartiger Kohlenstoff (DLC) genannt werden. Da der amorphe Kohlenstoff (hierin nachstehend manchmal DLC genannt) hohe Härte wie Diamant aufweist und ausgezeichnete Abriebbeständigkeit, Festschmierstofffähigkeit, Wärmeleitfähigkeit und chemische Stabilität aufweist, wird er für Schutzschichten für verschiedene Komponenten verwendet, wie Gleitkörper, Stanzen, Schneidwerkzeuge, abriebbeständige Maschinenteile, Scheuermittel und magnetische/optische Komponenten. Insbesondere wird der amorphe Kohlenstoff (DLC) praktischerweise für eine Beschichtung eines Schneidwerkzeugs für ein Aluminium- oder Kupfermaterial durch die Nutzung der Eigenschaften des amorphen Kohlenstoffes (DLC), wie chemische Trägheit und geringer Reaktionsfähigkeit mit eisenfreien Metallen, verwendet. Jedoch bedeutet andererseits die ausgezeichnete chemische Stabilität einer Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) geringe Haftung der Schicht an verschiedene Arten von Substraten.

[0003] Um die Haftung zwischen der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) und einem Substrat zu verbessern, ist vorgeschlagen worden, daß eine Zwischenschicht zwischen der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) und einem Substrat gebildet wird (japanisches offengelegtes Patent JP 8-74032 A (Ansprüche und Absatz 0007), japanisches offengelegtes Patent JP 2003-171758 A (Ansprüche) und dergleichen). In dem japanischen offengelegten Patent JP 8-74032 A (Ansprüche und Absatz 0007) wird, wenn Kohlenstoff auf ein Substrat aufgedampft wird, das Substrat mit einem Inertgas bestrahlt, wodurch eine Mischschicht (Metallcarbidschicht oder Keramikcarbidschicht), einschließlich eines Substratmaterials (Metall oder Keramiken) und Kohlenstoffes, gebildet wird, dann die Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) gebildet wird. Das japanische offengelegte Patent JP 2003-171758 A (Ansprüche) schlägt eine intermediäre Schicht mit einer 4-Schichtstruktur vor, bei der eine Metallschicht aus Cr/Al als eine erste Schicht gebildet wird, dann eine Mischmetallschicht aus Cr/Al und W/Ta/Mo/Nb als eine zweite Schicht gebildet wird, und dann eine Metallschicht aus W/Ta/Mo/Nb als eine dritte Schicht gebildet wird, und dann eine Carbidschicht aus W/Ta/No/Nb als eine vierte Schicht gebildet wird. Beide der Carbidschichten in JP 8-74032 A (Ansprüche und Absatz 0007) und JP 2003-171758 A (Ansprüche) zeigen eine intermediäre Zusammensetzung zwischen dem Substrat und der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC), wobei die Haftung durch kontinuierliches Verändern einer Zusammensetzung von dem Substrat zu der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) verbessert wird.

[0004] Jedoch wächst in der intermediären Carbidschicht ein amorphes Carbid (beispielsweise WC, TaC oder MoC) manchmal kristallin bei einer hohen Temperatur von 300 bis 400°C heran und fällt in der Zwischenschicht aus, und die Trennung kann an einem solchen ausgefallenen Teil als Ausgangspunkt stattfinden.

[0005] US-Patent 5,629,086 A beschreibt ein mit einem harten Kohlenstofffilm beschichtetes Substrat, welches in gestapelter Reihenfolge ein Substrat, eine Zwischenschicht und einen harten Kohlenstofffilm umfaßt. Das Substrat besteht aus einem Metall oder einer Legierung, die hauptsächlich aus Ni oder Al oder rostfreiem Stahl aufgebaut ist. Die Zwischenschicht ist hauptsächlich aus Ru, Si, Ge oder Kohlenstoff aufgebaut, oder ist eine gemischte Schicht, die Ru, Si oder Ge einschließt, gemischt mit mindestens einem von Kohlenstoff, Stickstoff oder Sauerstoff, mit einem Zusammensetzungsgradienten über ihre Dicke.

[0006] EP 0 990 061 B1 beschreibt eine Multilagenstruktur aus alternierenden Hartstoffeinzelschichten und Kohlenstoffeinzelschichten oder Siliziumeinzelschichten, wobei die Hartstoffeinzelschicht aus einem Metall, einem Metallcarbide, einem Metallsilicid, einem Metallcarbidosilicid, einem Metallsilikonitrid, Metallcarbide enthaltenden Kohlenstoff, Metallsilicid enthaltenden Silizium oder Mischungen davon besteht, wobei das Metall aus der Gruppe Wolfram, Chrom, Niob oder Molybdän ausgewählt ist, und wobei im Fall der Kohlenstoffeinzelschicht die Kohlenstoffeinzelschicht aus amorphem wasserstoffhaltigen Kohlenstoff, amorphem wasserstofffreiem Kohlenstoff, siliziumhaltigen wasserstoffhaltigem oder wasserstofffreiem Kohlenstoff oder metallhaltigem wasserstoffhaltigem oder wasserstofffreiem Kohlenstoff besteht.

[0007] EP 0 503 822 B2 beschreibt einen beschichteten Hartstoff, umfassend eine Deckschicht aus Diamant- und/oder diamantartigem Kohlenstoff, die auf der Oberfläche eines harten Materials, d. h. Substrats, ausgebildet ist, und mindestens eine Zwischenschicht zwischen der Oberfläche des Substrats und der Deckschicht aus Diamant- und/oder diamantartigem Kohlenstoff.

[0008] DE 100 18 143 A beschreibt ein Schichtsystem, welches eine Haftschrift zur Anordnung auf einem Substrat, eine Übergangsschicht zur Anordnung auf der Haftschrift und eine Deckschicht aus diamantähnlichem Kohlenstoff aufweist, wobei die Haftschrift mindestens ein Element aus der Gruppe umfaßt, welche die Elemente der 4., 5. und 6. Nebengruppe und Silizium beinhaltet, wobei die Übergangsschicht Kohlenstoff und mindestens ein Element aus der vorgenannten Gruppe umfaßt und die Deckschicht im Wesentlichen diamantähnlichen Kohlenstoff umfaßt.

[0009] Es ist wünschenswert, eine auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) mit ausgezeichneter Haftung bei hoher Temperatur bereitzustellen.

[0010] Ferner ist es wünschenswert, eine auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) mit ausgezeichneter Haftung in einem Bereich mit hoher Belastung bereitzustellen.

[0011] Als ein Ergebnis ernsthafter Studien fanden die Erfinder heraus, daß, wenn ein Nitrid oder Carbonitrid für die Zwischenschicht verwendet wird, die Haftung der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) beispielsweise sogar bei hoher Temperatur oder in einem Bereich mit hoher Belastung verbessert werden kann, und vervollständigten folglich die vorliegende Erfindung.

[0012] Die vorliegende Erfindung betrifft eine auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht auf einem Substrat, umfassend eine Grundschicht, gebildet auf einer Substratseite, die ein Nitrid oder ein Carbonitrid eines Elements M, entsprechend der Formel (1)



umfasst, worin M mindestens ein Element, ausgewählt aus den Gruppen 4A, 5A, 6A des Periodensystems, Al und Si ist, und worin $x \leq 0,5$, $y \geq 0,03$ und $1-x-y$ größer Null ist; eine Gradientenschicht, gebildet auf der Grundschicht, in der von der Grundschicht zu einer amorphen Kohlenstoffschicht die Anteile des Elements M und des Stickstoffs abnehmen und der Kohlenstoffanteil zunimmt; und eine Oberflächenschicht, die eine amorphe Kohlenstoffschicht umfasst, gebildet auf der Gradientenschicht, die aus Kohlenstoff besteht oder aus 50 Atomprozent oder mehr Kohlenstoff besteht, wobei der Rest aus dem Element M besteht.

[0013] Das Element M umfaßt Ti, Zr, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al und Si, und umfaßt bevorzugt W, Mo und Ta. Wenn das Element M W, Mo oder Ta ist, wird empfohlen, daß die Grundschicht eine α -W-Struktur, α -Mo-Struktur oder TaN-Struktur aufweist.

[0014] Eine Schicht eines Elements, einschließlich eines, ausgewählt aus einem Element der Gruppe 4A in dem Periodensystem, einem Element der Gruppe 5A, einem Element der Gruppe 6A, Al und Si, kann zwischen dem Substrat und der Grundschicht gebildet sein.

[0015] Die vorliegende Erfindung umfaßt das Substrat einschließlich der auf amorphem Kohlenstoff basierenden, harten mehrlagigen Schicht, die auf einer Oberfläche des Substrats gebildet ist.

[0016] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann, da die Zwischenschicht durch die Grundschicht, einschließlich eines Nitrids oder eines Carbonitrids, und eine Schicht, bei der die Zusammensetzung von der Grundschicht zu der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) verändert wird, gebildet ist, die Haftung zwischen dem Substrat und der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) sogar bei hoher Temperatur und in einem Bereich mit hoher Belastung verbessert werden.

[0017] [Fig. 1](#) zeigt einen Graphen, der ein Zusammensetzungsänderungsmuster einer Gradientenschicht der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0018] [Fig. 2](#) zeigt einen Graphen, der eine Komponente einer auf amorphem Kohlenstoff basierenden, harten mehrlagigen Schicht von Nr. 10 in Beispiel 2 zeigt.

[0019] Es ist wünschenswert, die Haftung einer Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC), die auf einer Oberfläche eines Substrats gebildet ist, zu verbessern. In der Beschreibung umfaßt die Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) eine amorphe Schicht, die nur C (Kohlenstoff) enthält, außerdem eine amorphe Schicht,

die ein anderes Element (beispielsweise ein Element M einer Grundschrift, wie später beschrieben) als C in einem Bereich von C mit 50 Atomprozent oder mehr enthält (bevorzugt 70 Atomprozent oder mehr und stärker bevorzugt 90 Atomprozent oder mehr). Während eine Zusammensetzung der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) oftmals durch ein Verhältnis unter C, N und dem Element M ohne Rücksicht auf die Wasserstoffatome spezifiziert wird, kann die Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) gemäß der vorliegenden Erfindung Wasserstoffatome enthalten, oder kann wasserstofffrei sein.

[0020] Während die Dicke der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) nicht besonders eingeschränkt ist, beträgt sie beispielsweise etwa 0,1 bis 10 µm, bevorzugt etwa 0,3 bis 7 µm und stärker bevorzugt etwa 0,5 bis 5 µm.

[0021] Während ein Substrat typischerweise ein Teil mit hoher Härte, wie Sinterhartmetall oder Schnellarbeitsstahl umfaßt, umfaßt es ebenso verschiedene Arten von Eisen-basierenden Materialien (Stahlmaterialien), wie Trägerstahl, Edelstahl und Kohlenstoffstahl.

[0022] In der vorliegenden Erfindung wird eine Zwischenschicht zwischen dem Substrat und der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) gebildet. Die Zwischenschicht weist eine Grundschrift, gebildet auf einer Substratseite, und eine Gradientenschicht (gestufte Schicht), gebildet zwischen der Grundschrift und der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC), auf, und die Zwischenschicht verbessert die Haftung zwischen der Grundschrift und der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC).

[0023] Spezieller umfaßt die Grundschrift ein Nitrid oder ein Carbonitrid eines Elements M, wie durch die folgende Formel (1) ausgedrückt:



(worin x und y Atomverhältnisse angeben.)

[0024] In der Formel umfaßt das Element M ein Element der Gruppe 4A (wie Ti, Zr oder Hf) in dem Periodensystem, ein Element der Gruppe 5A (wie V, Nb oder Ta), ein Element der Gruppe 6A (wie Cr, Mo oder W), Al und Si. Außerdem gibt das Bezugszeichen M in der Formel (1) eines der Elemente oder eine Kombination von mindestens zwei der Elemente an. Die Elemente sind zum Verbessern der Haftung der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) nützlich. Die vorliegende Erfindung nutzt typischerweise ein Nitrid oder ein Carbonitrid des Elements M. Das Nitrid oder ein Carbonitrid des Elements M weist außerdem hohe Härte auf und ist bei hoher Temperatur sehr stabil, so daß die Veränderung der Kristallstruktur unterdrückt wird.

[0025] Bevorzugt ist das Element M Ti, Zr, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al oder Si, und stärker bevorzugt W, Mo oder Ta. In der Beschreibung wird das Element M manchmal als Metall bezeichnet, ungeachtet dessen, ob es Si enthält oder nicht.

[0026] Wenn das Element M W oder Mo ist, wird empfohlen, daß die Grundschrift eine kubisch-raumzentrierte (bcc) Struktur (α -W-Struktur, α -Mo-Struktur oder dergleichen) aufweist. Wenn das Element M Ta ist, wird empfohlen, daß die Grundschrift eine TaN-Struktur aufweist. Ob das Element die α -W-Struktur, α -Mo-Struktur oder TaN-Struktur aufweist, wird durch Untersuchen der Kristallstruktur der Grundschrift durch Röntgenbeugung bestimmt, um zu bestimmen, ob die Intensität des Maximalpeaks der α -W-Struktur, α -Mo-Struktur oder TaN-Struktur mindestens fünfmal so groß wie die Intensität der Peaks anderer Kristallstrukturen ist.

[0027] In der Formel (1) ist das Atomverhältnis des Elements M (wenn das Element M mehrere Arten von Elementen umfaßt, ist es die Gesamtheit deren Atomverhältnisse, wobei das Atomverhältnis (oder die Gesamtheit der Atomverhältnisse) durch 1-x-y in der Formel (1) ausgedrückt wird) nicht besonders eingeschränkt, so lange wie es mehr als 0 beträgt, und gemäß dem Wert des Atomverhältnisses (y) von N und des Atomverhältnisses (x) von C bestimmt wird, wie später beschrieben. Jedoch kann es beispielsweise in einem Bereich von etwa 0,4 bis 0,97, bevorzugt 0,5 bis 0,95 und stärker bevorzugt 0,6 bis 0,9 liegen.

[0028] In der Formel (1) ist N wesentlich, und das Atomverhältnis (y) von N beträgt mehr als 0. Die Stabilität der Grundschrift bei hoher Temperatur kann dadurch verbessert werden, daß N enthalten ist. Während ein bevorzugter Bereich des Atomverhältnisses (y) von N in Abhängigkeit der Art des Elements M eingestellt werden kann, beträgt es beispielsweise 0,03 oder mehr, bevorzugt 0,1 oder mehr und stärker bevorzugt 0,2 oder mehr. Während die obere Grenze von N nicht besonders eingeschränkt ist, und entsprechend in einem Bereich

eingestellt werden kann, daß das Atomverhältnis von M ($1-x-y$) mehr als 0 beträgt, beträgt sie beispielsweise etwa 0,6 oder weniger, bevorzugt 0,5 oder weniger und stärker bevorzugt 0,4 oder weniger.

[0029] Andererseits ist C in der Formel (1) nicht wesentlich und das Atomverhältnis (x) von C kann 0 sein, jedoch kann es 0,05 oder mehr sein, und kann beispielsweise 0,1 oder mehr sein. Die Härte der Grundsicht kann mit der Erhöhung des Atomverhältnisses (x) von C erhöht werden. Jedoch wird, wenn C erhöht wird, die Wärmebeständigkeit der Grundsicht verringert. Deshalb wird die obere Grenze des Atomverhältnisses (x) von C bestimmt und beträgt 0,5, bevorzugt 0,3 und stärker bevorzugt 0,2.

[0030] Die Dicke der Grundsicht beträgt beispielsweise 5 nm oder mehr, bevorzugt 10 nm oder mehr und stärker bevorzugt 50 nm oder mehr. Wenn die Dicke der Grundsicht erhöht wird, kann die Haftung bei hoher Temperatur oder in einem Bereich mit hoher Belastung positiver verbessert werden. Während die obere Grenze der Grundsicht nicht besonders eingeschränkt ist und entsprechend in Abhängigkeit der Anwendung, der Temperatur in der Verwendungsumgebung oder der äußeren Spannung eingestellt werden kann, beträgt sie beispielsweise etwa 100.000 nm oder weniger, bevorzugt 1.000 nm oder weniger und stärker bevorzugt 300 nm oder weniger.

[0031] In der Gradientenschicht, gebildet zwischen der Grundsicht und der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC), werden die Mengen des Elements M und Stickstoff (N) von der Grundsicht zu der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) verringert, und die Menge an Kohlenstoff (C) wird erhöht. Die Gradientenschicht kann abrupte Veränderung in der Zusammensetzung zwischen der Grundsicht und der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) verhindern, folglich die Haftung zwischen diesen sicher verbessern.

[0032] Die Zusammensetzungsänderung kann kontinuierlich oder schrittweise durchgeführt werden. Außerdem kann sie geradlinig oder kurvenartig durchgeführt werden. Außerdem kann eine Zusammensetzung monoton verändert werden oder kann im allgemeinen in einer fixierten Richtung verändert werden, während sie wiederholt erhöht und verringert wird. **Fig. 1** zeigt einen Graphen, der ein Beispiel eines Veränderungsmusters des Verhältnisses von C in der Gradientenschicht zeigt. In einem ersten Beispiel (Nr. 1 in **Fig. 1**) wird das Verhältnis von C geradlinig, kontinuierlich und monoton von der Grundsicht zu der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) erhöht. In einem zweiten Beispiel (Nr. 2 in **Fig. 1**), einem dritten Beispiel (Nr. 3 in **Fig. 1**) und einem vierten Beispiel (Nr. 4 in **Fig. 1**) wird das Verhältnis von C kurvenartig, kontinuierlich und monoton von der Grundsicht zu der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) erhöht. Stärker bevorzugt wird in dem zweiten Beispiel (Nr. 2) C vorsichtig in einer frühen Phase und abrupt in einer Endphase von der Grundsicht zu der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) erhöht. In dem dritten Beispiel (Nr. 3) wird C abrupt in der frühen Phase und vorsichtig in der Endphase von der Grundsicht zu der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) erhöht. In dem vierten Beispiel (Nr. 4) wird C von der Grundsicht zu der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) vorsichtig in der frühen Phase und der Endphase erhöht, und abrupt in einer mittleren Phase. In einem fünften Beispiel (Nr. 5 in **Fig. 1**) wird das Verhältnis von C im allgemeinen kontinuierlich von der Grundsicht zu der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) erhöht, während es wiederholt erhöht und verringert wird.

[0033] In der Gradientenschicht erhöhen oder verringern sich das Element M und Stickstoff (N), was sich entgegengesetzt zu Kohlenstoff (C) verhält. Beispielsweise werden, wenn Kohlenstoff (C) abrupt erhöht wird, das Element M und Stickstoff (N) abrupt verringert, und wenn Kohlenstoff (C) vorsichtig erhöht wird, werden das Element M und Stickstoff (N) vorsichtig verringert.

[0034] Die Dicke der Gradientenschicht kann in einem Bereich eingestellt werden, wo Diskontinuität zwischen der Grundsicht und der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) verringert werden kann, und beispielsweise beträgt sie 5 nm oder mehr, bevorzugt 20 nm oder mehr und stärker bevorzugt 100 nm oder mehr. Während die obere Grenze der Dicke der Gradientenschicht nicht besonders eingeschränkt ist, beträgt sie typischerweise etwa 20.000 nm oder weniger und beispielsweise etwa 5.000 nm oder weniger, insbesondere etwa 1.000 nm oder weniger.

[0035] In der vorliegenden Erfindung kann eine Schicht, umfassend mindestens eines der Elemente M (hierin nachstehend als Metallschicht bezeichnet), zwischen dem Substrat und der Grundsicht gebildet sein. In Abhängigkeit einer Kombination der Grundsicht und der Elemente M ist die Affinität zwischen dem Substrat und der Grundsicht manchmal niedrig, was zu einer geringen Wirkung der Verbesserung der Haftung der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) führt. Durch Bilden der Metallschicht kann die Haftung der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) ausreichend verbessert werden.

[0036] Ein bevorzugtes Element M in der Metallschicht unterscheidet sich in Abhängigkeit der Art des Substrats. In dem Fall eines Eisen-basierenden Substrats, ist das bevorzugte Element M in der Metallschicht (wenn eine Vielzahl von Metallschichten vorliegt, wie später beschrieben, ein Element M einer Metallschicht an einer Seite, wo die Metallschichten mit dem Substrat kontaktiert werden) Cr. In dem Fall eines Substrats aus Sinterhartmetall ist das bevorzugte Element M der Metallschicht (wenn eine Vielzahl von Metallschichten vorliegt, ein Element M einer Metallschicht auf einer Seite, wo die Metallschichten mit dem Substrat kontaktiert werden) W.

[0037] Eine Vielzahl von Metallschichten kann gebildet werden. Außerdem kann eine Zusammensetzungsänderungsreduktionsschicht zwischen der Vielzahl von Metallschichten gebildet werden. Die Zusammensetzungsänderungsreduktionsschicht umfaßt eine Gradientenschicht (gestufte Schicht) zur kontinuierlichen oder schrittweisen Änderung einer Zusammensetzung, oder eine Mischschicht mit einer Mittelzusammensetzung zwischen den Metallschichten auf beiden Seiten. Beispielsweise ist es akzeptabel, daß eine Cr-Schicht auf dem Substrat gebildet wird, dann eine Schicht (Gradientenschicht), bei der eine Zusammensetzung allmählich von Cr zu W verändert wird, gebildet wird, und dann eine W-Schicht darauf gebildet wird.

[0038] Die Dicke der Metallschicht (im Falle einer Vielzahl von Metallschichten zeigt sie ihre Gesamtdicke, und im Falle, daß ferner die Zusammensetzungsänderungsreduktionsschicht enthalten ist, zeigt sie die Gesamtdicke der Metallschichten und der Zusammensetzungsänderungsreduktionsschicht, wie ebenso nachstehend gezeigt) beträgt beispielsweise mehr als 0 nm, bevorzugt 5 nm oder mehr und stärker bevorzugt 10 nm oder mehr. Wenn jedoch die Metallschicht übermäßig dick ist, werden die Schichten, einschließlich der Grundsicht, Gradientenschicht und der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC), insgesamt gewöhnlich durch äußere Kraft signifikant verändert, infolgedessen gewöhnlich Risse oder eine Trennung in der Beschichtung auftreten. Deshalb beträgt die obere Grenze der Dicke der Metallschicht beispielsweise 1.000 nm oder weniger, bevorzugt 500 nm oder weniger und stärker bevorzugt 100 nm oder weniger (insbesondere 50 nm oder weniger)

[0039] Sowohl die Metallschicht, Grundsicht, Gradientenschicht als auch die Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) können durch entsprechendes Einstellen eines Targets und eines Abscheidungsgases in einem unkompensierten Magnetronspottvorgang gebildet werden.

[0040] Da eine Stapelschicht (auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht), einschließlich der Grundsicht, Gradientenschicht und der Schicht aus amorphem Kohlenstoff (DLC) (und Metallschicht, wenn notwendig), ein Nitrid oder ein Carbonitrid in der Grundsicht und der Gradientenschicht nutzt, weist er ausgezeichnete Haftung an das Substrat sogar bei hoher Temperatur oder in einem Bereich mit hoher Belastung auf. Deshalb kann ein Substrat mit der darauf gebildeten auf amorphem Kohlenstoff basierenden, harten mehrlagigen Schicht vorteilhafter für Gleitkörper, Stanzen, Schneidwerkzeuge (insbesondere Schneidwerkzeuge für eisenfreie Metalle), abriebbeständige Maschinenteile, Scheuermittel, magnetische/optische Komponenten und dergleichen verwendet werden.

Beispiele

[0041] Die vorliegende Erfindung wird mit den nachstehenden Beispielen ausführlicher beschrieben.

Beispiel 1

[0042] Eine unkompensierte Magnetronspottvorrichtung mit vier Verdampfungsquellen (15,24 cm (6 Inch) im Targetdurchmesser) wurde verwendet, und ein Target, einschließlich jedes der Elemente M, die in der folgenden Tabelle 1 gezeigt werden, wurde für zwei Verdampfungsquellen montiert, und ein Kohlenstofftarget wurde für die restlichen zwei Verdampfungsquellen montiert. Spiegel-polierete Substrate (Sinterhartmetall-Substrat (JIS-P20) und Schnellarbeitsstahl-Substrat (JIS-SKH51, HRC63)) wurden der Ultraschallreinigung in Ethanol unterzogen, und dann auf eine Drehscheibe in einer Kammer der Spottvorrichtung montiert. Die Kammer wurde evakuiert (auf einen Druck von 1×10^{-3} Pa), und die Substrate wurden auf etwa 200°C erhitzt und dann durch Ar-Ionen geätzt.

[0043] Dann wurden eine Grundsicht, Gradientenschicht und DLC-Schicht, wie in der folgenden Tabelle 1 gezeigt, in dieser Reihenfolge wie folgt gebildet.

1) Grundschrift

[0044] Eine vorbestimmte Gasatmosphäre wurde in die Kammer eingeführt, und jedes der Targets, einschließlich des Elements M, wurde mit einer elektrischen Leistung von 2 kW zum Sputtern versorgt, wodurch eine Grundschrift auf einer Oberfläche von jedem der Substrate gebildet wurde. Das Gas wurde wie folgt in Abhängigkeit der Art der Grundschrift genau verwendet.

1-1) In dem Fall von nur einem Element M (wie Cr oder W):

Ar-Gas

Gesamtdruck: 0,6 Pa

1-2) In dem Fall eines Carbids des Elements M (wie TiC):

Ar-CH₄-Mischgas

Ar/CH₄ = 6/4 (Volumenverhältnis)

Gesamtdruck: 0,6 Pa

1-3) In dem Fall eines Nitrids des Elements M (wie ZrN, TaN, CrN, WN, MoN, AlN oder WMoN):

Ar-N₂-Mischgas

Ar/N₂ = 7/3 (Volumenverhältnis)

Gesamtdruck: 0,6 Pa

1-4) In dem Fall eines Carbonitrids des Elements M (wie TiCN, VCN oder SiCN)

Ar-N₂-CH₄-Mischgas

Ar/N₂/CH₄ = 5/2/3 (Volumenverhältnis)

Gesamtdruck: 0,6 Pa

2) Gradientenschicht

[0045] Das Kohlenstofftarget wurde mit einer elektrischen Leistung von 0,05 kW versorgt. Danach wurde die elektrische Leistung für das Kohlenstofftarget allmählich monoton erhöht, und schließlich wurden 2,5 kW angelegt. Gleichzeitig mit der Erhöhung der elektrischen Leistung für das Kohlenstofftarget wurde die elektrische Leistung für das Target, einschließlich des Elements M, allmählich monoton verringert, und schließlich wurden 0 kW angelegt. Außerdem wurde das Verhältnis von N₂ in der Gasatmosphäre allmählich monoton verringert und gleichzeitig wurde das Verhältnis von CH₄ allmählich monoton erhöht, und schließlich wurde das Ar-CH₄-Mischgas (Ar/CH₄ = 9/1 (Volumenverhältnis), Gesamtdruck: 0,6 Pa) erhalten.

3) DLC-Schicht

[0046] Eine vorbestimmte Gasatmosphäre wurde in die Kammer eingeführt, und das Target, einschließlich des Elements M, und das Kohlenstofftarget wurden mit einer vorbestimmten elektrischen Leistung zum Sputtern versorgt, wodurch eine DLC-Schicht gebildet wurde. Das Gas und die Zufuhrleistung wurden wie folgt in Abhängigkeit der Art der DLC-Schicht genau verwendet.

3-1) In dem Fall von nur Kohlenstoff:

Zufuhrleistung für Kohlenstofftarget: 2,5 kW

Zufuhrleistung für Target des Elements M: 0 kW

Ar-CH₄-Mischgas

Ar/CH₄ = 9/1 (Volumenverhältnis)

Gesamtdruck: 0,6 Pa

3-2) In dem Fall von DLC, enthaltend Element M (wie W-enthaltendes DLC):

Zufuhrleistung für Kohlenstofftarget: 2,5 kW

Zufuhrleistung für Target des Elements M: 0,5 kW (in dem Fall, daß das Element M W ist)

Ar-CH₄-Mischgas

Ar/CH₄ = 9/1 (Volumenverhältnis)

Gesamtdruck: 0,6 Pa

[0047] Eine Ritzprüfung wurde durchgeführt, um die Haftung der erhaltenen DLC-Schichten zu bewerten. In der Ritzprüfung wurde, während eine Probe bei einer Bewegungsgeschwindigkeit von 10 mm/min bewegt wurde, eine Oberfläche der Probe durch einen Diamanteindringkörper gedrückt, dessen Spitze einen Krümmungshalbmesser von 200 µm aufweist. Während die Drucklast bei einer Laststeigerungsgeschwindigkeit von 100 N/min (maximale Last 100 N) erhöht wurde, wurde die Last, bei der Aufspaltung in einer Beschichtung zu beobachten war (kritische Last), untersucht.

[0048] Die Ergebnisse werden in Tabelle 1 gezeigt. Die Dicke jeder Schicht wurde durch TEM-Beobachtung eines Querschnitts einer Probe bestimmt.

Tabelle 1

Nr.	Grundschrift			Gradientenschicht		DLC-Schicht		Haftung (kritische Last (N))	
	Element M (Target)	Zusammensetzung (Atomverhältnis)	Dicke (nm)	Typ*	Dicke (nm)	Zusammensetzung (Atomverhältnis)	Dicke (μm)	gesinterte Hartlegierung	Schnellar- beitslegierung
1	nicht ver- wendet	existiert nicht	0	nicht ver- wendet	0	C	2	10	5
2	Ti	Ti _{0,5} C _{0,5}	50	1	500	C	2	50	40
3	Cr	Cr	50	1	500	C	2	60	50
4	W	W	50	1	500	C	2	70	60
5	Ti	Ti _{0,5} C _{0,25} N _{0,25}	100	1	500	C	2	80	50
6	Zr	Zr _{0,5} N _{0,5}	100	1	500	C	2	80	50
7	V	V _{0,5} C _{0,4} N _{0,1}	100	1	500	C	2	80	60
8	Ta	Ta _{0,5} N _{0,5}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	70
9	Cr	Cr _{0,5} N _{0,5}	100	1	500	C	2	80	65
10	W	W _{0,75} N _{0,25}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	80
11	Mo	Mo _{0,4} N _{0,6}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	80
12	Al	Al _{0,5} N _{0,5}	100	1	500	C	2	80	65
13	Si	Si _{0,4} C _{0,2} N _{0,4}	100	1	500	C	2	85	75
14	W	W _{0,75} N _{0,25}	100	1	500	C _{0,9} W _{0,1}	2	100 oder mehr	80
15	W _{0,8} Mo _{0,2}	W _{0,65} Mo _{0,1} N _{0,25}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	85

* siehe Figur 1

[0049] Wie aus dem Vergleich zwischen Nr. 2, 3 und 4 und Nr. 5, 9 und 10 in Tabelle 1 hervorgeht, wird beim Vergleich des Falls, daß die Grundschrift und die Gradientenschicht keine N-Atome (Nr. 2, 3 und 4) enthalten, zu dem Fall, daß sie N-Atome enthalten (Nr. 5, 9 und 10), die Haftung der DLC-Schicht verbessert. Die Wirkung der Verbesserung der Haftung der DLC-Schicht dadurch, daß N-Atome in der Grundschrift und

der Gradientenschichtenthalten sind, wird in verschiedenen Arten von Elementen M erreicht (Nr. 6 bis 8 und 11 bis 15).

Beispiel 2

[0050] Eine Grundsicht, Gradientenschicht und DLC-Schicht, wie in der folgenden Tabelle 2 gezeigt, wurden gebildet und in derselben Weise wie in Beispiel 1 bewertet. Die Kristallstruktur der Grundsicht wurde durch Röntgenbeugung (CuK α -Linie, 40 kV-40 mA) unter Verwendung des θ -2 θ -Verfahrens untersucht, und die Kristallstruktur, die dem Peak mit der höchstens Intensität entspricht, wurde als die Kristallstruktur der Grundsicht bestimmt.

[0051] Die Ergebnisse werden in Tabelle 2 gezeigt. In der Tabelle zeigt jede Probe, in der die Kristallstruktur der Grundsicht die α -W-Struktur, α -Mo-Struktur oder TaN-Struktur sein soll, die Intensität des Maximalpeaks der α -W-Struktur, α -Mo-Struktur oder TaN-Struktur, die mindestens fünfmal so groß wie die Intensität der Peaks anderer Kristallstrukturen ist, zeigt.

Tabelle 2

Nr.	Grundschrift			Gradientenschicht		DLC-Schicht		Haftung (kritische Last (N))		
	Element M (Target)	Zusammensetzung (Atomverhältnis)	Dicke (nm)	Kristall- struktur	Typ*	Dicke (nm)	Zusammensetzung (Atomverhältnis)	Dicke (μm)	gesinterte Hartlegierung	Schnellarbeits- legierung
1	W	W _{0,4} N _{0,6}	100	W ₂ N	1	500	C	2	80	75
2	W	W _{0,7} N _{0,3}	100	W ₂ N	1	500	C	2	80	75
3	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	α W	1	500	C	2	100 oder mehr	90
4	W	W _{0,9} N _{0,1}	100	α W	1	500	C	2	100 oder mehr	80
5	W	W _{0,95} N _{0,05}	100	α W	1	500	C	2	95	85
6	W	W _{0,97} N _{0,03}	100	α W	1	500	C	2	90	75
7	W	W	100	α W	1	500	C	2	70	60
8	Mo	Mo _{0,4} N _{0,6}	100	MoN	1	500	C	2	75	65
9	Mo	Mo _{0,7} N _{0,3}	100	Mo ₂ N	1	500	C	2	85	60
10	Mo	Mo _{0,8} N _{0,2}	100	α Mo	1	500	C	2	100 oder mehr	80
11	Mo	Mo _{0,9} N _{0,1}	100	α Mo	1	500	C	2	100 oder mehr	80
12	Mo	Mo _{0,95} N _{0,05}	100	α Mo	1	500	C	2	95	75
13	Mo	Mo _{0,97} N _{0,03}	100	α Mo	1	500	C	2	90	75
14	Mo	Mo	100	α Mo	1	500	C	2	65	55
15	Ta	Ta _{0,5} N _{0,5}	100	TaN	1	500	C	2	95	80
16	Ta	Ta _{0,7} N _{0,3}	100	Ta ₂ N	1	500	C	2	95	75
17	Ta	Ta _{0,9} N _{0,1}	100	Ta ₂ N	1	500	C	2	85	75
18	Ta	Ta _{0,97} N _{0,03}	100	α Ta	1	500	C	2	80	70
19	Ta	Ta	100	α Ta	1	500	C	2	70	50
* siehe Figur 1										

[0052] Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, wird, wenn die Grundschrift die α -W-Struktur, α -Mo-Struktur oder TaN-Struktur aufweist, die Haftung weiter verbessert im Vergleich zu dem Fall, daß die Grundschrift eine andere Kristallstruktur aufweist.

[0053] In Nr. 10 in Tabelle 2 wurde eine Beschichtung, die auf dem Substrat des Sinterhartmetalls (WC-Co) gebildet wurde, dem Sputtern unterzogen, und eine Zusammensetzung, entsprechend der Sputtertiefe, wurde durch Auger-Spektroskopie gemessen. Die Ergebnisse werden in [Fig. 2](#) gezeigt. Wie aus [Fig. 2](#) hervorgeht, wurde die Gradientenschicht in der Zusammensetzung ebenso wie in dem Typ 1 von [Fig. 1](#) verändert.

Beispiel 3

[0054] Eine Grundsicht, Gradientenschicht und DLC-Schicht, wie in der folgenden Tabelle 3 gezeigt, wurden gebildet und in derselben Weise wie in Beispiel 1 bewertet. In den Proben von Nr. 19 bis 23 wurde ein Zusammensetzungsänderungsmuster der Gradientenschicht verschieden verändert, wie in [Fig. 1](#) gezeigt.

Tabelle 3

Nr.	Grundschrift		Gradientenschicht		DLC-Schicht		Haftung (kritische Last (N))		
	Element M (Target)	Zusammensetzung (Atomverhältnis)	Dicke (nm)	Typ*	Dicke (nm)	Zusammensetzung (Atomverhältnis)	Dicke (μm)	gesinterte Hartlegierung	Schnellarbeits- legierung
1	W	$\text{W}_{0,8}\text{N}_{0,2}$	100	1	500	C	2	100 oder mehr	90
2	W	$\text{W}_{0,7}\text{C}_{0,1}\text{N}_{0,2}$	100	1	500	C	2	100 oder mehr	85
3	W	$\text{W}_{0,5}\text{C}_{0,3}\text{N}_{0,2}$	100	1	500	C	2	80	75
4	W	$\text{W}_{0,4}\text{C}_{0,5}\text{N}_{0,1}$	100	1	500	C	2	80	70
5	W	$\text{W}_{0,4}\text{C}_{0,6}$	100	1	500	C	2	70	60
6	Mo	$\text{Mo}_{0,85}\text{N}_{0,15}$	0	1	500	C	2	50	45
7	Mo	$\text{Mo}_{0,85}\text{N}_{0,15}$	5	1	500	C	2	70	65
8	Mo	$\text{Mo}_{0,85}\text{N}_{0,15}$	10	1	500	C	2	95	85
9	Mo	$\text{Mo}_{0,85}\text{N}_{0,15}$	100	1	500	C	2	100 oder mehr	85
10	Mo	$\text{Mo}_{0,85}\text{N}_{0,15}$	200	1	500	C	2	100 oder mehr	85
11	Mo	$\text{Mo}_{0,85}\text{N}_{0,15}$	2000	1	500	C	2	100 oder mehr	80
12	Mo	$\text{Mo}_{0,85}\text{N}_{0,15}$	100.00 0	1	500	C	2	100 oder mehr	80
13	W	$\text{W}_{0,8}\text{N}_{0,2}$	100	1	0	C	2	50	40
14	W	$\text{W}_{0,8}\text{N}_{0,2}$	100	1	5	C	2	90	85
15	W	$\text{W}_{0,8}\text{N}_{0,2}$	100	1	20	C	2	95	85
16	W	$\text{W}_{0,8}\text{N}_{0,2}$	100	1	100	C	2	100 oder mehr	90
17	W	$\text{W}_{0,8}\text{N}_{0,2}$	100	1	1000	C	2	100 oder mehr	90
18	W	$\text{W}_{0,8}\text{N}_{0,2}$	100	1	20.000	C	2	100 oder mehr	90
19	Ta	$\text{Ta}_{0,5}\text{N}_{0,5}$	100	1	500	C	2	95	85
20	Ta	$\text{Ta}_{0,5}\text{N}_{0,5}$	100	2	500	C	2	95	85
21	Ta	$\text{Ta}_{0,5}\text{N}_{0,5}$	100	3	500	C	2	95	85
22	Ta	$\text{Ta}_{0,5}\text{N}_{0,5}$	100	4	500	C	2	90	80
23	Ta	$\text{Ta}_{0,5}\text{N}_{0,5}$	100	5	500	C	2	95	85

* siehe
Figur 1

[0055] Wie aus Nr. 1 bis 5 in Tabelle 3 hervorgeht, ist die Haftung in dem Fall ausgezeichnet, daß eine Zusammensetzung der Grundschrift ein Carbonitrid oder ein Nitrid von dem Element M umfaßt, im Vergleich zu

dem Fall, daß es ein Carbid von dem Element M umfaßt. Außerdem wird, wie aus Nr. 6 bis 18 in Tabelle 3 hervorgeht, die Haftung mit der Erhöhung der Dicke der Grundsicht oder der Gradientenschicht verbessert. Außerdem kann, wie aus Nr. 19 bis 23 in Tabelle 3 hervorgeht, sogar wenn das Zusammensetzungsänderungsmuster der Gradientenschicht verschieden verändert wird, die Haftung der DLC-Schicht verbessert werden.

Beispiel 4

Nr. 1 bis 17

[0056] Jedes Target X, gezeigt in der folgenden Tabelle 4, ein Target, einschließlich eines Elements M, gezeigt in der folgenden Tabelle 4, und ein Kohlenstofftarget wurden für Verdampfungsquellen der unkompenzierten Magnetronspütvorrichtung montiert. Spiegel-polierete Substrate (Sinterhartmetall-Substrat (JIS-P20) und Schnellarbeitsstahl-Substrat (JIS-SKH51, HRC63)) wurden der Ultraschallreinigung in Ethanol unterzogen, dann auf eine Drehscheibe in einer Kammer der Spütvorrichtung montiert. Die Kammer wurde evakuiert (auf einen Druck von 1×10^{-3} Pa) und die Substrate wurden auf etwa 200°C erhitzt und dann durch Ar-Ionen geätzt.

[0057] Ar-Gas (0,6 Pa) wurde in die Kammer eingeführt, und das Target X wurde mit einer elektrischen Leistung von 2 kW zum Spütern versorgt, wodurch eine Metallschicht auf den Oberflächen der Substrate gebildet wurde. Dann wurden eine Grundsicht, Gradientenschicht und DLC-Schicht, wie in der folgenden Tabelle 4 gezeigt, in dieser Reihenfolge in derselben Weise wie in Beispiel 1 gebildet.

Nr. 18

[0058] Nr. 18 wurde in derselben Weise wie Nr. 7 gebildet, außer daß eine erste Metallschicht, einschließlich Cr, und eine zweite Metallschicht, einschließlich W, gebildet wurden, außerdem eine Gradientenschicht (gestufte Schicht), in der von der ersten Metallschicht zu der zweiten Metallschicht Cr abnimmt und W zunimmt, zwischen der ersten und der zweiten Metallschicht gebildet wurde.

Tabelle 4

Nr.	Metallschicht		zweite Metall-schicht		Grundschrift			Gradienten-schicht		DLC-Schicht		Haftung (kritische Last (N))	
	Zusammen-setzung (Target X)	Dicke (nm)	Zusammen-setzung (Target X)	Dicke (nm)	Metal M (Target)	Zusammen-setzung (Atomver-hältnis)	Dicke (nm)	Typ*	Dicke (nm)	Zusammen-setzung (Atomver-hältnis)	Dicke (µm)	gesinterte Hartlegierung	Schnellarbeits-legierung
1	Ti	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
2	Zr	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
3	Hf	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
4	V	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
5	Nb	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
6	Ta	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
7	Cr	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
8	Mo	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
9	W	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
10	Al	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
11	Si	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
12	W	10	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
13	W	50	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
14	W	100	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	95	90
15	W	500	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	90	85
16	W	1000	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	90	80
17	Cr _{0,5} Ti _{0,5}	20	-	-	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr
18	Cr	20	W	20	W	W _{0,8} N _{0,2}	100	1	500	C	2	100 oder mehr	100 oder mehr

*siehe Fig. 1

[0059] Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, kann die Haftung der DLC-Schicht weiter durch Bilden der Metallschicht/-schichten verbessert werden.

Patentansprüche

1. Auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht auf einem Substrat, umfassend eine Grundschicht, gebildet auf einer Substratseite, die ein Nitrid oder ein Carbonitrid eines Elements M, entsprechend der Formel (1)



umfasst, worin M mindestens ein Element, ausgewählt aus den Gruppen 4A, 5A, 6A des Periodensystems, Al und Si ist, und worin $x \leq 0,5$, $y \geq 0,03$ und $1-x-y$ größer Null ist; eine Gradientenschicht, gebildet auf der Grundschicht, in der von der Grundschicht zu einer amorphen Kohlenstoffschicht die Anteile des Elements M und des Stickstoffs abnehmen und der Kohlenstoffanteil zunimmt; und eine Oberflächenschicht, die eine amorphe Kohlenstoffschicht umfasst, gebildet auf der Gradientenschicht, die aus Kohlenstoff besteht oder aus 50 Atomprozent oder mehr Kohlenstoff besteht, wobei der Rest aus dem Element M besteht.

2. Auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht nach Anspruch 1, wobei das Element M mindestens eines umfaßt, ausgewählt aus Ti, Zr, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Al und Si.

3. Auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Element M mindestens eines umfaßt, ausgewählt aus W, Mo und Ta, und die Intensität des Maximalpeaks der α -W-Struktur, α -Mo-Struktur oder TaN-Struktur mindestens fünfmal so groß wie die Intensität der Peaks anderer Kristallstrukturen ist, wenn die Kristallstruktur der Grundschicht durch Röntgenbeugung untersucht wird.

4. Auf amorphem Kohlenstoff basierende, harte mehrlagige Schicht nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zwischen dem Substrat und der Grundschicht eine Schicht mindestens eines Elements, ausgewählt aus den Gruppen 4A, 5A, 6A des Periodensystems, Al und/oder Si, gebildet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

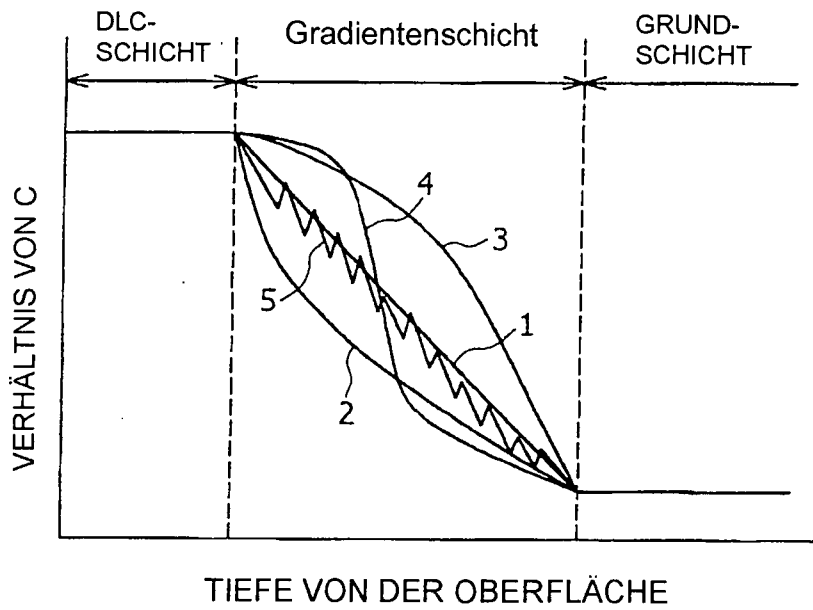


FIG. 2

