



(10) **DE 10 2011 010 401 A1** 2012.08.23

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 010 401.1**

(22) Anmeldetag: **04.02.2011**

(43) Offenlegungstag: **23.08.2012**

(51) Int Cl.: **B21J 13/02 (2006.01)**

B21D 37/01 (2006.01)

C21D 9/18 (2006.01)

(71) Anmelder:
Oerlikon Trading AG, Trübbach, Trübbach, CH

(74) Vertreter:
Kempkens, Anke, 86899, Landsberg, DE

(72) Erfinder:
**Müller, Arnd, Malans, CH; Sobiech, Matthias
Lukas, 88142, Wasserburg, DE; Maringer,
Christian, St. Magarethen bei Knittelfeld, AT**

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

DE 10 2005 041 741 A1

DE 10 2007 001 109 A1

JP 2005 186 184 A

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mit Cr-Si-N Schichten versehene Werkzeuge zum Formen oder Stanzen von heissen
Metallplatten**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung offenbart ein CrSiN beschichtetes Heissformwerkzeug mit erhöhtem Verschleisschutz, Oxidationsbeständigkeit und Haftverschleisschutz, wodurch eine längere Lebensdauer und ein besseres Verhalten zur Verfügung gestellt wird. Die CrSiN Beschichtung ist speziell dafür geeignet, das Verhalten von Heissmetallformprozessen zu verbessern, bei denen das Werkstück eine AlSi-beschichtete Metallplatte und/oder Metallplatten mit einer Festigkeit von 1500 MPa oder mehr ist.

Beschreibung

[0001] Die Verwendung von Metallplatten-Heissformprozessen zur Herstellung neuer Komponenten, im Speziellen Komponenten für Automobile, ist in den letzten Jahren beträchtlich gestiegen. Dadurch wurde es notwendig, die bei solchen Prozessen auftretenden Schwierigkeiten in den Fokus zu bringen. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die Verwendung eines Cr-Si-N Beschichtungssystems, welches Verbesserungen in der Lebensdauer und den Eigenschaften von Heissformwerkzeugen ermöglicht. Eine sehr gute Kontrolle der Höhe der Reibung während dieser Art von Arbeitsprozessen wird dadurch ebenfalls erzielt.

Stand der Technik

[0002] In den letzten Jahren werden zu Herstellung von Komponenten für Automobile mehr und mehr Platten aus hochfestem Stahl verwendet, um das Gewicht der Automobile und damit die Umweltprobleme zu reduzieren und gleichzeitig die Unfallsicherheit zu verbessern. Viele Autokomponenten und strukturelle Bestandteile können dadurch signifikant leichter gemacht werden, dass die Dicke der hochfesten Stahlplatten, die für deren Herstellung verwendet werden, reduziert wird. Beispielsweise wird in Europa eine Methode die quenching („Ausformwerkzeug Abschreckung“) heisst, Heissformen, Heissprägen oder Heisspressen zur Herstellung von strukturellen Bestandteilen von Automobilen mit einer Festigkeit von um die 1500 MPa angewendet. Durch diese Methode wird die Festigkeit der Stahlplatte mittels Abschrecken erzielt, nachdem sie auf eine Temperatur im Bereich der Austenite Temperatur, sagen wir auf ca. 900°C, erhitzt wurde. Die erhitzte Stahlplatte wird aus einem Heizofen genommen und zu einer Presse transferiert, mittels eines Heissmetall-Formwerkzeuges, welches auf Zimmertemperatur gehalten ist, in eine vorbestimmte Gestalt geformt, wobei die Stahlplatte abgeschreckt wird. Während des Formens wird die Presse am Endpunkt geschlossen gehalten bis die ganze Stahlplatte ausreichend abgeschreckt ist (Senuma, T.: ISIJ Int. 41, 520 (2001)).

[0003] Im Allgemeinen verschlechtert sich die Formbarkeit einer Stahlplatte, wenn ihre Festigkeit zunimmt, und unterschiedliche Arten von hochfesten Stahlplatten wurden entwickelt, um dieses Problem zu überwinden. Beispielsweise wurden hochfeste Stahlplatten mit kontrollierten Mikrostrukturen oder mit Zn- oder Al-Zn- oder AlSi-Beschichtungen entwickelt. Allerdings bleibt das Pressformen trotz dieser Bemühungen schwierig, wenn die Festigkeit einer Stahlplatte die Höhe von ungefähr 1500 MPa erreicht (Senuma, T.: ISIJ Int. 41, 520 (2001)).

[0004] In Europa wurde eine aluminisierte Stahlplatte als Produkt mit dem Namen USIBOR 1500 (AlSi-

coated) für diese Anwendung entwickelt. Es hat hervorragende Heisspress-Eigenschaften und Qualitäten hinsichtlich Korrosionsbeständigkeit.

[0005] Jedoch benötigen die metallbeschichteten Stahlplatten trotz ihrer sehr vielversprechenden Eigenschaften viel Schmierung während des Formprozesses aufgrund der starken Tendenz einer weichen Metallbeschichtung an der Werkzeugoberfläche zu haften. Nach mehreren aufeinanderfolgenden Formzyklen kann das haftende Material zu Kratzern und eventuell zu Rissen auf dem geformten Produkt führen. Dieses Problem wird häufig „Galling“ genannt.

[0006] Darüber hinaus kann die erforderliche Schmierung die Arbeitsplatzumgebung verschlechtern und ungesunde Entfettungsmittel werden benötigt, um das Schmiermittel vom geformten Teil zu entfernen.

[0007] Ein Konzept, um die aktuellen Eigenschaften eines Heissmetallplatten-Formprozess bei dem beschichtete Metallplatten verwendet werden, zu verbessern, besteht darin, PVD-Beschichtungen mit niedriger Reibung und hohem Verschleisschutz auf das Heissmetall-Formwerkzeug aufzubringen. In der Literatur (Clarysee, F. et al.: Wear 264 (2008) 400–404) grundsätzlich zwei unterschiedliche Typen von PVD-Beschichtungen bekannt: Nitridbasierte Beschichtungen (e. g. CrN und TiAlN) und feste Schmiermittel, wie Kohlenstoff oder MoS₂ basierte Schichten (e. g. diamantähnlicher Kohlenstoff (DLC) und Metall-MoS₂ Verbunde).

[0008] Ausserdem untersuchten Francis Clarysse et al (Clarysse, F. et al.: Wear 264 (2008) 400–404) das Verhalten verschiedener Schichtsysteme in Tests, welche speziell dafür ausgelegt waren, die Galling-Antwort der Schichten zu testen. Sie haben beobachtet, dass Verbundschichten aus Kohlenstoffbasis (DLC-Typ und WC/C) ein herausragendes Verhalten hinsichtlich Widerstandsfähigkeit gegenüber Galling zeigen. Sie empfahlen demgemäss die Verwendung dieser Art von Werkzeugbeschichtung anstatt der typischen Hartstoffschichten wie CrN, TiN, CrN/TiCrN.

[0009] Ein anderes bekanntes Konzept, um die Eigenschaften von Heissmetall-Formwerkzeugen zu verbessern und damit die Oberflächenqualität der dadurch hergestellten Komponenten, besteht darin, die Heissmetall-Formwerkzeuge zu nitrieren oder zu karbonitrieren, sowie andere Oberflächenbehandlungen an den Heissmetall-Formwerkzeugen vorzunehmen, wie Plasmabehandlungen, Mikrostrukturierung usw.

[0010] Allerdings führen die besseren Eigenschaften des Heissmetall-Formwerkzeuges, welche durch Anwendung der oben genannten Konzepte erreicht werden, nicht zu einer ausreichenden Verbesserung der Prozessqualität des Heissmetall-Formprozesses

von beschichteten hochfesten Stahlplatten. Speziell wenn AISi-beschichtete hochfeste Stahlplatten wie USIBOR 1500 verwendet wurden, konnte das Galling-Phänomen nicht zufriedenstellend reduziert werden und bleibt weiter ein Problem.

Aufgabe der Erfindung

[0011] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Heissmetall-Formwerkzeug zur Verfügung zu stellen mit einer Beschichtung, die in zufriedenstellender Weise die Lebensdauer und das Verhalten des Werkzeuges verbessert. Die Beschichtung sollte genügend abrasiven Verschleisschutz, genügend haftenden Verschleisschutz und genügend Temperaturstabilität bieten. Grundsätzlich sollte die Beschichtung den Schutz gegen Galling, wie es bei AISi-beschichteten Stahlplatten nach dem Heissmetallplattenformprozess beobachtet wird, im Vergleich zu der Beschichtung, die derzeit genutzt wird, verbessern.

Beschreibung der Erfindung

[0012] Erfindungsgemäss werden Heissformwerkzeuge mit CrSiN Beschichtungen beschichtet. Die Erfinder haben herausgefunden, dass CrSiN-Beschichtungen die Service-Lebensdauer und das Verhalten von Heissmetallplatten-Formwerkzeugen welche in Heissmetallplattenformprozessen angewendet werden, beträchtlich verbessern.

[0013] CrSiN-Beschichtungen sind bis jetzt dafür bekannt als Schutzschichten für trockene Werkzeugbearbeitung eingesetzt zu werden (JP2005186184), wo die Erfordernisse aufgrund der Arbeitsprozesse und kollektiven Spannungen vollständig andere sind als die entsprechenden Erfordernisse für Heissmetallplatten-Formwerkzeuge, bei denen das Galling Phänomen ein grosses Problem ist, welches vorkommt, wenn AISi-beschichtete Stahlplatten als Werkstück in vorher beschriebener Weise verwendet werden.

[0014] Die erfindungsgemäss aufgetragten CrSiN-Beschichtungen führen zu sehr gutem abrasiven Verschleisseigenschaften, sehr guter Temperaturstabilität und einer aussergewöhnlich guten Herabsetzung der Haftung von AISi auf der Oberfläche des Heissmetallplatten-Formwerkzeugs und stellen damit eine sehr gute Lösung für das Galling Problem dar, das normalerweise auf der Oberfläche der Komponenten, welche aus AISi-beschichteten Stahlplatten mittels Heissmetallplattenformprozess hergestellt wurden, auftritt. Bevorzugt wird eine CrSiN-Beschichtung mit einer Dicke zwischen 4 µm und 8 µm auf die Oberfläche aufgebracht.

[0015] Die Cr-Si-N Beschichtungen wurden erfindungsgemäss auf Heissmetallplatten-Formwerkzeuge mittels physikalischer Abscheidung aus der Gasphase-Methoden (PVD), insbesondere mittels reaktiver

Lightbogen Ionenbeschichtung beschichtet. Cr:Si-Legierungstargets mit unterschiedlichen Cr und Si Anteilen wurden als Quellenmaterial für die Beschichtung von CrSiN-Beschichtungen verwendet. Die Targets wurden in Stickstoffatmosphäre aktiviert und produzierten CrSiN-Beschichtungen auf der Werkzeugoberfläche.

[0016] Um Substrate (Probestücke und Heissmetallplatten-Form- oder Presswerkzeuge) zu beschichten wurde eine Innova-Beschichtungsanlage der Firma Balzers verwendet. Das Heissmetallplatten-Form oder Presswerkzeug aus nitritertem Stahlarten und unnitriertem Stahlarten, sowie zusätzliche Probestücke verschiedener Metallarten wurden erhitzt, geätzt und in der Vakuumkammer der Beschichtungsanlage mit Hilfe eines Lichtbogen Ionenbeschichtung PVD Prozesses beschichtet. Während der Beschichtung wurden die Substrate kontinuierlich rotiert. Beim Beschichtungsschritt wurde Stickstoff in die Vakuumkammer eingeführt und ein Druck von ungefähr 2×10^{-2} mbar aufrecht erhalten, sechs Cr:Si-Legierungstargets mit einer Zusammensetzung von 95:5 at% wurden aktiviert und eine DC Bias Spannung von 40 wurde angelegt.

[0017] Es sollte erwähnt werden, dass der Prozess des Lichtbogenverdampfens zur sogenannten Spritzerbildung (Droplets) in der CrSiN-Schicht führt. Diese Spritzer sind Partikel mit metallischen Komponenten, welche nicht vollständig mit dem reaktiven Gas reagierten, welches in diesem Fall Stickstoff ist. Die Erfinder haben herausgefunden, dass Heissplatten-Formwerkzeuge, welche mittels Lichtbogenverdampfung CrSiN-beschichtet wurden, vorzuziehen sind. Dies könnte möglicherweise dem Vorhandensein einer limitierten, aber existierenden Anzahl von Spritzern in der Schicht geschuldet sein.

[0018] Die mit CrSiN beschichteten Heisspresswerkzeuge wurden mittels Heissmetallplattenformen von Usibor 1500P® (Arcelor) getestet, welche aus feinkörnigem Borstahl mit einer auf Al-Si basierenden 30 µm dicken Beschichtung bestehen.

[0019] Die Antiadhäsionseigenschaften dieser CrSiN-Beschichtungen beim Heissmetallplattenformen von Usibor 1500P® waren klar besser als die Eigenschaften die bei identischen Werkzeugen beobachtet wurden, welche in identischen Formprozessen verwendet wurden, die aber mit anderen Schichtsystemen wie zum Beispiel TiAlN, CrN, AlCrN, und Al-CrSiN.

[0020] Zusätzlich wurden die Benetzbarkeit und die Gitterparameter der CrSiN Beschichtungen auch gemessen.

[0021] Die elementare Zusammensetzung der CrSiN-Beschichtungen, die auf erfindungsgemässe

Heiss-Formwerkzeuge abgeschieden wurden führen zur folgenden Zusammensetzung in Atomprozent, wobei sowohl metallische Elemente als auch nicht-metallische Elemente die in der Beschichtung enthalten sind, berücksichtigt werden:

$Cr_xSi_yN_z$, where x: 40–69%, y: 1–20% and z: 30–40%

[0022] Ein wichtiger Zusammenhang zwischen dem Si-Gehalt in den CrSiN-Beschichtungen und ihrer Gitterparameter, Benetzbarkeitseigenschaften und Anhaftverhalten gegenüber AlSi-Beschichteten Metallplatten wurde festgestellt.

[0023] Die Werte des Si-Gehaltes in den CrSiN-Beschichtungen für die folgenden bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung sind so zu betrachten, dass sie so berechnet wurden, dass lediglich die metallischen Elemente in der Beschichtung in Betracht gezogen wurden. Dies bedeutet, lediglich Cr und Si werden berücksichtigt.

[0024] Eine bevorzugte erfindungsgemässe Ausführungsform erhält man mit der Verwendung von CrSiN-Beschichtungen mit einem Si-Gehalt in der Beschichtung von > 0 bis zu 15 at%.

[0025] Eine weitere bevorzugte erfindungsgemässe Ausführungsform erhält man mit der Verwendung von CrSiN-Beschichtungen mit einem Si-Gehalt in der Beschichtung von 2 at% bis zu 10 at%.

[0026] Eine weitere bevorzugte erfindungsgemässe Ausführungsform erhält man mit der Verwendung von CrSiN-Beschichtungen mit einem Si-Gehalt in der Beschichtung von 3 at% bis zu 8 at%.

[0027] Erfindungsgemäss wird eine CrSiN-Beschichtung für ein Heissformwerkzeug verwendet. Die vorliegende Erfindung offenbart ein Werkzeug für Heissmetallplattenformung mit einer CrSiN Hartstoffbeschichtung. Besagte CrSiN Hartstoffbeschichtung hat speziell einen Si-Gehalt in der Schicht im Bereich von > 0 bis 15 at%, vorzugsweise 2–10 at%, weiter bevorzugt zwischen 3–8 at%, wobei zur Berechnung des besagten Si-Gehaltes in at% lediglich die metallischen Elemente berücksichtigt wurden.

[0028] Eine weitere bevorzugte erfindungsgemässe Ausführungsform erhält man mit der Verwendung von heissem thermisch leitfähigem Stahl (HTCS), nitriertem Stahl oder karbonitriertem Stahl als Substrat des Werkzeuges oder jedem anderen vorgängig oberflächenbehandeltem Stahl als Substrat der Werkzeuge.

[0029] Die vorliegende Erfindung offenbart ein Werkzeug für einen Heissmetallplattenformprozess, erfindungsgemäss beschichtet mit CrSiN, wobei besagte CrSiN Hartstoffbeschichtung mittels Lichtbogenionentischen erzeugt wird.

[0030] Die vorliegende Erfindung offenbart ein Heissmetallplattenformprozess bei dem ein Werkzeug erfindungsgemäss verwendet wird, um die Service-Lebensdauer des Heissformwerkzeugs und dessen allgemeinen Verhalten zu verbessern und damit auch die Qualität der mittels dieses Prozesses hergestellten Metallplatten verbessert ist.

[0031] Die vorliegende Erfindung berücksichtigt speziell einen Heissmetallplattenformprozess wobei ein entsprechend der Erfindung beschichtetes Werkzeug verwendet wird um AlSi beschichtete Platten und/oder Metallplatten zu formen, deren Material eine Festigkeit von ca. 1500 MPa oder mehr besitzt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2005186184 [0013]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Senuma, T.: ISIJ Int. 41, 520 (2001) [0002]
- Senuma, T.: ISIJ Int. 41, 520 (2001) [0003]
- Clarysee, F. et al.: Wear 264 (2008) 400–404 [0007]
- Clarysse, F. et al.: Wear 264 (2008) 400–404 [0008]

Patentansprüche

1. Heissmetallplatten-Formwerkzeug mit CrSiN Hartstoffbeschichtung.
2. Ein Werkzeug entsprechend Anspruch 1, wobei die besagte CrSiN Hartstoffbeschichtung durch einen Si-Gehalt gekennzeichnet ist, der > 0 bis zu 15 at%, vorzugsweise 2–10 at%, noch bevorzugter 3–8 at% ist.
3. Ein Werkzeug entsprechend Anspruch 1 und 2, wobei die Substrate des Werkzeugs ein aus heissem thermisch leitfähigem Stahl oder einem karbonisiertem Stahl oder einem anderen vorgängig oberflächenbehandeltem Stahl bestehen.
4. Ein Werkzeug entsprechend der Ansprüche 1 und 2, wobei die Substrate der Werkzeuge aus nicht nitriertem Stahl bestehen.
5. Ein Werkzeug entsprechend der Ansprüche 1 bis 4, wobei besagte CrSiN Hartstoffbeschichtung mittels Lichtbogenionenplattieren hergestellt wird.
6. Heissmetallplattenformprozess zum Bearbeiten eines Werkstücks, wobei ein Werkzeug entsprechend der Ansprüche 1 bis 5 verwendet wird.
7. Heissmetallplattenformprozess entsprechend Anspruch 6, wobei das Werkstück eine Alsi-beschichtete Metallplatte ist.
8. Heissmetallplattenformprozess entsprechend der Ansprüche 6–7, wobei das Werkstück eine Metallplatte mit einer Festigkeit von ca. 1500 MPa oder mehr ist.
9. Verwendung einer CrSiN-Beschichtung als Beschichtung auf einem Heissmetallplatten-Formwerkzeug.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen