



(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Aktenzeichen: **20 2019 006 085.5**
(22) Anmeldetag: **19.12.2019**
(67) aus Patentanmeldung: **EP 19 90 1117.2**
(47) Eintragungstag: **18.09.2024**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **24.10.2024**

(51) Int Cl.: **C22C 38/04 (2006.01)**
C21D 7/13 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)
C21D 7/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
10-2018-0164822 19.12.2018 KR

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB, 80538 München, DE**

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
**POSCO Co., Ltd, Pohang-si, Gyeongsangbuk-do,
KR**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

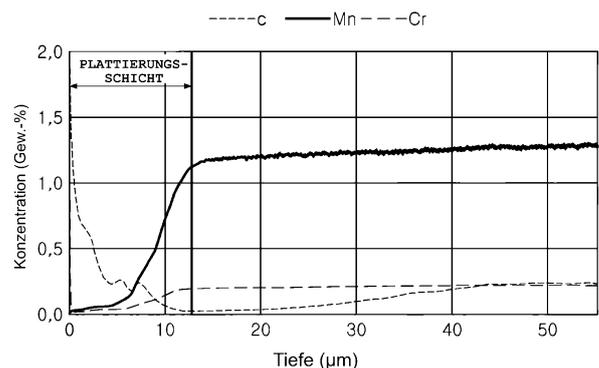
(54) Bezeichnung: **Beschichtetes Stahlblech zum Heisspressformen mit ausgezeichneten Schlageigenschaften nach dem Heisspressformen, Heisspressgeformtes Teil**

(57) Hauptanspruch: Beschichtetes Stahlblech zum Heißpressformen mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen, wobei das beschichtete Stahlblech umfasst:

ein Basisstahlblech, das in Gew.-% 0,15 % bis 0,4 % Kohlenstoff (C), 0,1 % bis 1 % Silizium (Si), 0,6 % bis 8 % Mangan (Mn), 0,001 % bis 0,05 % Phosphor (P), 0,0001% bis 0,02% Schwefel (S), 0,01% bis 0,1% Aluminium (Al), 0,001% bis 0,02% Stickstoff (N), 0,01% bis 0,5% Chrom (Cr), und als Rest Fe und andere Verunreinigungen aufweist; und

eine Plattierungsschicht aus Zink, Aluminium oder deren Legierungen auf einer Oberfläche des Basisstahlblechs, wobei ein Verhältnis (C_S/C_B) eines C-Gehalts (C_S) eines Oberflächenschichtteils zu einem C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs 0,6 oder weniger ist, und ein Verhältnis ($(Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B)$) der Summe (Mn_S+Cr_S) der Gehalte an Mn und Cr des Oberflächenschichtteils zu der Summe (Mn_B+Cr_B) der Gehalte an Mn und Cr des Basisstahlblechs 0,8 oder mehr ist,

wobei sich der Teil der Oberflächenschicht auf einen Bereich bis zu einer Tiefe von 15 μm von der Oberfläche des Basisstahlblechs mit Ausnahme der Plattierungsschicht bezieht.



Beschreibung

[Technisches Gebiet]

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein beschichtetes Stahlblech für die Heißpress(um)formung (engl. hot press forming), das nach der Heißpressformung ausgezeichnete Schlageigenschaften aufweist und vorzugsweise für Automobilteile verwendet werden kann, die Schlagfestigkeit erfordern, sowie auf ein heißpressgeformtes Teil.

[Stand der Technik]

[0002] In den letzten Jahren wurden aufgrund der Erschöpfung der Erdölressourcen und des großen Interesses an der Umwelt die Vorschriften zur Verbesserung der Kraftstoffeffizienz von Kraftfahrzeugen verschärft. Die Verringerung der Dicke von Stahlblechen, die in Kraftfahrzeugen verwendet werden, kann eine Methode zur Verbesserung der Kraftstoffeffizienz von Kraftfahrzeugen sein, jedoch kann die Verringerung der Dicke von Stahlblechen zu Problemen bei der Sicherheit von Kraftfahrzeugen führen, weshalb in diesem Fall die Verbesserung der Festigkeit von Stahlblechen erleichtert werden sollte.

[0003] Daher gibt es eine ständige Nachfrage nach hochfesten Stahlblechen, und es wurden verschiedene Arten von Stahlblechen entwickelt. Da diese Stahlbleche jedoch an sich eine hohe Festigkeit aufweisen, ist ihre Verarbeitbarkeit schlecht. Da das Produkt aus Festigkeit und Dehnung für jede Stahlsorte tendenziell immer einen konstanten Wert hat, kann es bei einer Erhöhung der Festigkeit des Stahlblechs zu dem Problem kommen, dass die Dehnung, ein Index für die Verarbeitbarkeit, abnimmt.

[0004] Um dieses Problem zu lösen, wurde ein Verfahren zum Heißpress(um)formen (engl. hot press forming) vorgeschlagen. Das Verfahren des Heißpressformens ist ein Verfahren, bei dem eine Niedertemperaturstruktur, wie z.B. Martensit, in einem Stahlblech durch Umformen bei einer für die Umformung geeigneten hohen Temperatur und anschließendes Abschrecken des Stahlblechs bei einer niedrigen Temperaturfestigkeit des Endprodukts gebildet wird. In diesem Fall besteht der Vorteil, dass das Problem der Verarbeitbarkeit bei der Herstellung eines Bauteils mit hoher Festigkeit minimiert werden kann.

[0005] Eine typische Technologie für ein solches heißpressgeformtes Teil ist das Patentedokument 1. In Patentedokument 1 wird ein mit Al-Si beschichtetes Stahlblech auf 850°C oder mehr erhitzt, heißgewalzt, durch Pressen geformt und anschließend abgeschreckt, um eine Struktur eines Elements in Martensit zu bilden, wodurch eine ultrahohe Zugfestigkeit von mehr als 1600 MPa erreicht wird. Die Sicherstellung einer solchen ultrahohen Zugfestigkeit erleichtert die Herstellung von Leichtbau-Fahrzeugen. Gemäß Patentedokument 1 sind jedoch die Schlagfestigkeitseigenschaften im Falle eines Aufpralls aufgrund der hohen Festigkeit relativ gering, und es tritt ein Phänomen auf, bei dem in einigen Fällen abhängig von den Bedingungen des Heißpressformens usw. ungewöhnlich niedrige Schlagfestigkeitseigenschaften auftreten.

[0006] Dementsprechend schlägt Patentedokument 2 eine Technik zur Verbesserung der Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen durch Sphäroidisierung von Einschlüssen durch Anpassung des Ca/S-Verhältnisses und Verfeinerung der Körner durch Zugabe eines Legierungselements wie Niob (Nb) zu einem Stahl zum Heißpressformen vor. Das Patentedokument 2 bezieht sich jedoch auf die Kontrolle der Einschlüsse und der Korngröße zur Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit allgemeiner Stahlwerkstoffe und wird als schwierig in der Anwendung als Mittel zur Verbesserung der geringen Schlagfestigkeit, die während des tatsächlichen Heißpressformens im Bereich des Heißpressformens auftritt, bewertet.

[0007] Daher besteht Bedarf an der Entwicklung eines plattierten bzw. beschichteten Stahlblechs für das Heißpressformen, das nach dem Heißpressformen ausgezeichnete Schlageigenschaften aufweist, sowie eines heißpressgeformten Teils.

(Patentschrift 1) US-Patentveröffentlichung Nr. 6296805

(Patentschrift 2) Koreanische Veröffentlichung Nr. 10-2010-0047011

[Technisches Problem]

[0008] Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann ein plattiertes bzw. beschichtetes Stahlblech (engl. plated steel sheet) zum Heißpressformen mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen und ein heißpressgeformtes Teil dafür bereitstellen.

[0009] Das technische Problem der vorliegenden Offenbarung ist nicht auf die vorgenannten Punkte beschränkt. Zusätzliche Probleme der vorliegenden Offenbarung werden im Gesamthalt der Offenbarung beschrieben, und diejenigen, die über gewöhnliche Fachkenntnisse auf dem Gebiet verfügen, auf das sich die vorliegende Offenbarung bezieht, werden keine Schwierigkeiten haben, die zusätzlichen Probleme der vorliegenden Offenbarung anhand der in der Offenbarung der vorliegenden Offenbarung beschriebenen Inhalte zu verstehen.

[Technische Lösung]

[0010] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst ein plattiertes bzw. beschichtetes Stahlblech zum Heißpressformen mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen: ein Basisstahlblech, das in Gew.-% aufweist: 0,15 % bis 0,4% Kohlenstoff (C), 0,1% bis 1% Silizium (Si), 0,6% bis 8% Mangan (Mn), 0,001% bis 0,05% Phosphor (P), 0,0001% bis 0,02% Schwefel (S), 0,01% bis 0,1% Aluminium (Al), 0,001% bis 0,02% Stickstoff (N), 0,01% bis 0,5% Chrom (Cr), und als Rest Fe und andere Verunreinigungen; und eine legierte Plattierungsschicht bzw. eine legierte Schicht oder Legierungsschicht (engl. alloy plating layer), die aus Zink, Aluminium oder Legierungen davon auf einer Oberfläche des Basisstahlblechs gebildet ist, wobei ein Verhältnis (C_S/C_B) eines C-Gehalts (C_S) eines Oberflächenschichtteils zu einem C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs 0,6 oder weniger ist, und ein Verhältnis ($(Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B)$) der Summe (Mn_S+Cr_S) der Gehalte an Mn und Cr des Oberflächenschichtteils zu der Summe (Mn_B+Cr_B) der Gehalte an Mn und Cr des Basisstahlblechs 0,8 oder mehr ist, wobei sich der Oberflächenschichtteil auf einen Bereich bis zu einer Tiefe von 15 μm von der Oberfläche des Basisstahlblechs ausschließlich der Plattierungsschicht bezieht.

[0011] Das Basisstahlblech kann außerdem 0,0005 bis 0,01 Gew.-% Bor (B) und 0,01 bis 0,05 Gew.-% Titan (Ti) oder mehr enthalten.

[0012] Eine Mikrostruktur des Basisstahlblechs kann, bezogen auf den Flächenanteil, 40 % bis 100 % Ferrit und einen Rest von 0 % bis 60 % Perlit, Bainit oder Martensit im Oberflächenschichtteil und 30 % bis 90 % Ferrit und einen Rest von 10 % bis 70 % Perlit, Bainit oder Martensit in einem zentralen Teil davon enthalten.

[0013] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst ein heißpressgeformtes Teil bzw. Bauteil (engl. hot press formed member) mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften: ein Basisstahlblech, das in Gew.-% 0,15 % bis 0,4 % Kohlenstoff (C), 0,1% bis 1% Silizium (Si), 0,6% bis 8% Mangan (Mn), 0,001% bis 0,05% Phosphor (P), 0,0001% bis 0,02% Schwefel (S), 0,01% bis 0,1% Aluminium (Al), 0,001% bis 0,02% Stickstoff (N), 0,01% bis 0,5 % Chrom (Cr), als Rest Fe und andere Verunreinigungen enthält; und eine legierte Plattierungsschicht, die aus einer Zink oder Aluminium enthaltenden Legierung auf einer Oberfläche des Basisstahlblechs gebildet ist, wobei das Verhältnis (C_{PS}/C_B) des C-Gehalts (C_{PS}) einer Bauteil-Oberflächenschicht zu dem C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs 1,2 oder weniger ist, und ein Verhältnis ($(Mn_{PS}+Cr_{PS}) / (Mn_B+Cr_B)$) der Summe ($Mn_{PS}+Cr_{PS}$) der Gehalte an Mn und Cr des Bauteil-Oberflächenschichtabschnitts zu der Summe (Mn_S+Cr_S) der Gehalte an Mn und Cr des Basisstahlblechs 0,8 oder mehr beträgt, wobei sich die Bauteil-Oberflächenschicht auf einen Bereich bis zu einer Tiefe von 25 μm von der Oberfläche des Basisstahlblechs mit Ausnahme der Legierungsüberzugsschicht bezieht.

[0014] Der Bedeckungsgrad des Ferrits an einer martensitischen Korngrenze des Oberflächenschichtteils des Bauteils kann 30 % oder weniger betragen.

[0015] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines plattierten Stahlblechs für das Heißpressformen, das nach dem Heißpressformen ausgezeichnete Schlagfestigkeitseigenschaften aufweist: Herstellen einer Bramme, die in Gew.-% 0,15 % bis 0,4 % Kohlenstoff (C), 0,1 % bis 1 % Silizium (Si), 0,6 % bis 8 % Mangan (Mn), 0,001 % bis 0,05 % Phosphor (P), 0,0001 % bis 0,02 % Schwefel (S), 0,01 % bis 0,1 % Aluminium (Al), 0,001 % bis 0,02 % Stickstoff (N), 0,01 % bis 0,5 % Chrom (Cr), und als Rest Fe und andere Verunreinigungen aufweist, und Erhitzen der Bramme auf eine Temperatur von 1050°C bis 1300°C; Warmwalzen der erhitzten Bramme in einem Warmfertigwalztemperaturbereich von 800°C bis 950°C, um ein warmgewalztes Stahlblech zu erhalten; Glühen des warmgewalzten Stahlblechs bei 450°C bis 750°C, nachdem das Warmfertigwalzen beendet ist; Glühen des aufgewickelten warmgewalzten Stahlblechs durch Erhitzen auf 740°C bis 860°C unter einer Atmosphäre, in der die Taupunkttemperatur -10°C bis 30°C beträgt, für 10 bis 600 Sekunden; und Eintauchen des warmgewalzten Stahlblechs nach dem Glühen in ein Plattierungsbad, das aus Zink, Aluminium oder deren Legierungen gebildet ist, um eine Plattierung durchzuführen.

[0016] Das Verfahren kann ferner Folgendes umfassen: Kaltwalzen des warmgewalzten Stahlblechs, bevor es nach dem Warmwalzen aufgewickelt wird, um kaltgewalztes Stahlblech zu erhalten.

[0017] Die Bramme kann außerdem 0,00005 bis 0,01 Gew.-% Bor (B) und 0,01 bis 0,05 Gew.-% Titan (Ti) oder mehr enthalten.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines heißpressgeformten Teils mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften die folgenden Schritte: Wärmebehandlung des plattierten Stahlblechs zum Heißpressformen, das durch das oben beschriebene Verfahren zur Herstellung eines plattierten Stahlblechs zum Heißpressformen mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen in einem Temperaturbereich von Ac3 bis 950°C für 1 bis 15 Minuten hergestellt wurde; und anschließende Durchführung des Heißpressformens.

[Vorteilhafte Wirkungen]

[0019] Gemäß der vorliegenden Offenbarung kann ein plattiertes Stahlblech zum Heißpress(um)formen, das nach dem Heißpress(um)formend ausgezeichnete Schlagfestigkeitseigenschaften aufweist, bereitgestellt werden.

[0020] Das heißpressgeformte Teil, das durch Heißpressformen eines plattierten Stahlblechs für das Heißpressformen gemäß der vorliegenden Offenbarung hergestellt wird, weist einen Biegewinkel von 60° oder mehr auf, gemessen durch einen VDA238-100-Biegetest bei einer Zugfestigkeit von 1500 MPa, wodurch hervorragende Schlagfestigkeitseigenschaften gewährleistet werden.

[0021] Verschiedene und vorteilhafte Vorteile und Wirkungen der vorliegenden Offenbarung sind nicht auf die obige Offenlegung beschränkt und werden im Verlauf der Offenlegung spezifischer Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung leichter verständlich.

[Beschreibung der Zeichnungen]

Fig. 1 ist das Ergebnis einer Analyse der Konzentration von Kohlenstoff (C), Mangan (Mn) und Chrom (Cr) in einer Tiefenrichtung von einem Oberflächenschichtteil unter Verwendung eines GDS vor dem Heißpressformen für das plattierte Stahlblech zum Heißpressformen von Erfindungsbeispiel 1.

Fig. 2 ist ein Lichtmikroskopfoto, das die Struktur eines Oberflächenschichtteils eines Elements nach dem Heißpressformen des erfindungsgemäßen Beispiels 1 zeigt.

Fig. 3 ist das Ergebnis einer Analyse der Konzentration von Kohlenstoff (C), Mangan (Mn) und Chrom (Cr) in einer Tiefenrichtung von einem Oberflächenschichtteil unter Verwendung eines GDS vor dem Heißpressformen für das plattierte Stahlblech zum Heißpressformen von Vergleichsbeispiel 1.

Fig. 4 ist ein Lichtmikroskopfoto, das die Struktur des Oberflächenschichtteils des Elements nach dem Heißpressformen des Vergleichsbeispiels 3 zeigt.

[Bevorzugte Ausführungsbeispiele]

[0022] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Offenbarung können jedoch in verschiedenen anderen Formen modifiziert werden, und der Umfang der vorliegenden Offenbarung ist nicht auf die nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Darüber hinaus werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Offenbarung angegeben, um die vorliegende Offenbarung für Personen mit durchschnittlichen Kenntnissen auf dem Gebiet der Technik vollständiger zu erklären.

[0023] Die Erfinder der vorliegenden Anmeldung stellten fest, dass der Biegewinkel eines nicht beschichteten Materials nach dem Heißpressformen deutlich besser ist als der eines beschichteten Materials. Als Ergebnis weiterer Untersuchungen wurde bestätigt, dass bei nicht beschichteten Werkstoffen während des Erhitzens für das Heißpressformen eine Entkohlung in einem Oberflächenschichtteil eines Stahlblechs auftrat und sich dadurch eine weiche Ferritschicht auf dem Oberflächenschichtteil bildete, was zu einer hervorragenden Biegefähigkeit führte.

[0024] Dabei haben sich die Erfinder auf die Idee konzentriert, dass die Biegebarkeit eines heißpressgeformten (Bau)Teils verbessert werden kann, wenn es möglich ist, eine weiche Schicht auf dem Oberflächen-

schichtteil des Basisstahlblechs zu bilden, indem der C-Gehalt des Oberflächenschichtteils bei plattierten Werkstoffen verringert wird. Es wurde jedoch festgestellt, dass es bei beschichteten Werkstoffen schwierig ist, eine weiche Ferritschicht wie bei unbeschichteten Werkstoffen auszubilden, da die Entkohlung während des Erhitzens für das Heißpressformen nicht in ausreichendem Maße erfolgt wie bei unbeschichteten Werkstoffen, und wenn die Ferritschicht nicht kontinuierlich in ausreichendem Maße ausgebildet wird, wird die Biegefähigkeit eher beeinträchtigt.

[0025] Die gegenwärtigen Erfinder untersuchten weiter, um das Problem zu überwinden, und vervollständigten die vorliegende Offenbarung, nachdem sie bestätigt hatten, dass ein plattiertes Stahlblech zum Heißpressformen mit ausgezeichneten schlagfesten Eigenschaften nach dem Heißpressformen und ein heißpressgeformtes Teil bereitgestellt werden können, indem ein C-Gehalt in einem Oberflächenschichtteil des Basisstahlblechs auf einen Wert unterhalb eines vorbestimmten Niveaus im Vergleich zu einem C-Gehalt in einem Mittelteil des Basisstahlblechs eingestellt wird und die Summe der Gehalte von Mn und Cr in dem Oberflächenschichtteil des Basisstahlblechs auf ein Niveau oberhalb eines vorbestimmten Niveaus im Vergleich zu der Summe der Gehalte von Mn und Cr in dem Mittelteil durch Kontrolle der Glühbedingungen gesteuert wird.

[0026] Nachfolgend werden zunächst ein plattiertes Stahlblech für das Heißpressformen und ein heißpressgeformtes (Bau) Teil mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung im Detail beschrieben.

[0027] Beschichtetes Stahlblech zum Heißpressformen mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen

[0028] Ein plattiertes Stahlblech zum Heißpressformen mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst: ein Basisstahlblech, das in Gew.-% 0,15 % bis 0,4 % Kohlenstoff (C), 0,1 % bis 1 % Silizium (Si), 0,6 % bis 8 % Mangan (Mn), 0,001 % bis 0,05 % Phosphor (P), 0,0001 % bis 0,02 % Schwefel (S), 0,01 % bis 0,1 % Aluminium (Al), 0,001 % bis 0,02 % Stickstoff (N), 0,01 % bis 0,5% Chrom (Cr), und als Rest Fe und andere Verunreinigungen aufweist; und eine Plattierungsschicht, die aus Zink, Aluminium oder Legierungen davon auf einer Oberfläche des Basisstahlblechs gebildet ist, wobei ein Verhältnis (C_S/C_B) eines C-Gehalts (C_S) eines Oberflächenschichtteils zu einem C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs 0,6 oder weniger ist, und ein Verhältnis $((Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B))$ der Summe (Mn_S+Cr_S) der Gehalte an Mn und Cr des Oberflächenschichtteils zu der Summe (Mn_B+Cr_B) der Gehalte an Mn und Cr des Basisstahlblechs 0,8 oder mehr ist.

[0029] Zunächst wird die Legierungszusammensetzung eines Basisstahlblechs im Sinne der vorliegenden Offenbarung im Detail beschrieben. In der vorliegenden Offenbarung ist zu beachten, dass sich der Gehalt der einzelnen Elemente auf Gewichtsprozent (Gew.-%) bezieht, sofern nicht anders angegeben.

C : 0,15% bis 0,4%

[0030] C ist ein wesentliches Element zur Erhöhung der Festigkeit eines heißpressgeformten Teils. Wenn der C-Gehalt weniger als 0,15 % beträgt, kann es schwierig sein, eine ausreichende Festigkeit zu erreichen. Beträgt der C-Gehalt hingegen mehr als 0,4 %, ist die Festigkeit des warmgewalzten Materials zu hoch, wenn das warmgewalzte Material kaltgewalzt wird, so dass die Kaltwalz-Eigenschaften deutlich schlechter sein können und die Schweißbarkeit erheblich eingeschränkt sein kann. Daher kann in der vorliegenden Offenbarung der C-Gehalt auf 0,15 bis 0,4 % begrenzt werden.

Si: 0,1% bis 1%

[0031] Si, das bei der Stahlherstellung als Desoxidationsmittel zugesetzt wird, ist ein Element zur Verfestigung von Mischkristallen und ein Element zur Verhinderung des Auftretens von Karbid. Darüber hinaus trägt Si zu einer Erhöhung der Festigkeit des heißpressgeformten Teils bei und ist ein Element, das für die Gleichmäßigkeit des Materials sorgt. Wenn der Si-Gehalt weniger als 0,1 % beträgt, ist die oben genannte Wirkung unzureichend. Wenn der Si-Gehalt 1 % übersteigt, können die Al-Beschichtungseigenschaften durch ein Si-Oxid, das sich während des Glühens auf der Oberfläche des Stahlblechs bildet, erheblich verschlechtert werden. Daher kann in der vorliegenden Offenbarung der Si-Gehalt auf 0,1 % bis 1 % begrenzt werden.

Mn: 0,6% bis 8%

[0032] Mn ist ein Element, das zugesetzt wird, um einen Verfestigungseffekt in Mischkristallen zu gewährleisten und die kritische Abkühlungsrate zur Sicherung von Martensit in dem heißpressgeformten Teil zu senken. Um den oben genannten Effekt zu erzielen, muss Mn in einer Menge von 0,6 % oder mehr zugesetzt werden. Beträgt der Mn-Gehalt jedoch mehr als 8 %, können die Kaltwalz-Eigenschaften aufgrund einer erhöhten Festigkeit des Stahlblechs vor dem Heißpressformen herabgesetzt werden, die Kosten für die Ferrolegerung können steigen und die Schweißbarkeit ist schlechter. Daher kann in der vorliegenden Offenbarung der Mn-Gehalt auf 0,6 bis 8 % begrenzt werden.

P: 0,001% bis 0,05%

[0033] Phosphor (P) ist als Verunreinigung im Stahl vorhanden, und ein geringerer Gehalt ist vorteilhaft. Dementsprechend kann in der vorliegenden Offenbarung der P-Gehalt auf 0,05 % oder weniger und vorzugsweise auf 0,03 % oder weniger begrenzt werden. Da ein geringerer P-Gehalt vorteilhaft ist, ist es nicht notwendig, eine spezifische Untergrenze für den Gehalt festzulegen. Eine übermäßige Senkung des P-Gehalts kann jedoch zu einem Anstieg der Herstellungskosten führen, weshalb die Untergrenze des P-Gehalts auf 0,001 % festgelegt werden kann.

S: 0,0001% bis 0,02%

[0034] Schwefel (S) ist eine Verunreinigung im Stahl und ein Element, das die Duktilität, die Schlagfestigkeit und die Schweißbarkeit des Bauteils beeinträchtigt, weshalb der maximale S-Gehalt auf 0,02 % und vorzugsweise auf 0,01 % oder weniger begrenzt ist. Außerdem können die Herstellungskosten steigen, wenn der Mindestgehalt an S weniger als 0,0001 % beträgt, so dass eine Untergrenze für den S-Gehalt auf 0,0001 % festgelegt werden kann.

Al: 0,01% bis 0,1%

[0035] Al kann die Reinheit des Stahls erhöhen, indem es den Stahl zusammen mit Si desoxidiert. 0,01 % oder mehr Al können hinzugefügt werden, um den oben genannten Effekt zu erzielen. Übersteigt der Al-Gehalt jedoch 0,1 %, kann sich die Hochtemperaturduktilität aufgrund von übermäßigem AlN, das während des Gießprozesses gebildet wird, verschlechtern und zu Rissen in der Bramme führen, so dass eine Obergrenze für den Gehalt auf 0,1 % oder weniger festgelegt werden kann. In der vorliegenden Offenbarung beträgt der Al-Gehalt daher vorzugsweise 0,01 % bis 0,1 %.

N: 0,001% bis 0,02%

[0036] N ist ein Element, das als Verunreinigung in Stahl enthalten ist. Bei einem N-Gehalt von mehr als 0,02 % kann sich die Hochtemperaturduktilität aufgrund von übermäßiger AlN-Bildung während des Gießprozesses verschlechtern und zu Brammenrissen führen. Um die Anfälligkeit für Risse beim Stranggießen von Brammen zu verringern und die Kerbschlagzähigkeit zu sichern, kann der N-Gehalt daher 0,02 % oder weniger betragen. Ein unterer Grenzwert kann nicht ausdrücklich festgelegt werden, aber unter Berücksichtigung eines Anstiegs der Herstellungskosten kann der untere Grenzwert für den N-Gehalt auf 0,001 % oder mehr festgelegt werden. Daher beträgt der N-Gehalt im Rahmen der vorliegenden Offenbarung vorzugsweise 0,001 % bis 0,02 %.

Cr: 0,01% bis 0,5%

[0037] Cr ist ein Element, das hinzugefügt wird, um die Wirkung der Mischkristallverfestigung und der Härtebarkeit während des Heißpressformens zu verbessern, ähnlich wie Mn, und kann in einer Menge von 0,01% oder mehr hinzugefügt werden, um die oben genannte Wirkung zu erzielen. Wenn jedoch der Mn-Gehalt 0,5 % übersteigt, kann die Härtebarkeit ausreichend gesichert sein, aber die Eigenschaften können gesättigt sein und die Kosten für die Herstellung des Stahlblechs können steigen. Daher beträgt der Cr-Gehalt in der vorliegenden Offenbarung vorzugsweise 0,01 % bis 0,5 %.

[0038] Das Basisstahlblech des plattierten Stahlblechs für das Heißpressformen gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann zusätzlich zu den vorgenannten Bestandteilen eines oder mehrere von 0,0005 % bis 0,01 % Bor (B) und 0,01 % bis 0,05 % Titan (Ti) enthalten.

B: 0,0005% bis 0,01%

[0039] B ist ein Element, das die Härbarkeit selbst bei einer geringen Zugabemenge verbessert und entlang der Korngrenzen des Voraustenits segregiert, um die Versprödung des heißpressgeformten Teils aufgrund der Korngrenzensegregation von P und/oder S zu unterdrücken, und kann in einer Menge von 0,0005 % oder mehr zugegeben werden, um den oben genannten Effekt zu erzielen. Übersteigt der B-Gehalt jedoch 0,01 %, ist die Wirkung gesättigt und es kommt zu Versprödung beim Warmwalzen, so dass eine Obergrenze des B-Gehalts auf 0,01 % festgelegt werden kann, und vorzugsweise kann der B-Gehalt auf 0,005 % oder weniger festgelegt werden. In der vorliegenden Offenbarung beträgt der B-Gehalt daher vorzugsweise 0,0005 % bis 0,01 %.

Ti: 0,01% bis 0,05%

[0040] Ti wird hinzugefügt, um sich mit dem Stickstoff zu verbinden, der als Verunreinigung im Stahl verbleibt, um TiN zu erzeugen, wodurch der Mischkristall B, der für die Sicherstellung der Härbarkeit wesentlich ist, bestehen bleibt. Wenn der Ti-Gehalt weniger als 0,01 % beträgt, kann es schwierig sein, den oben genannten Effekt ausreichend zu erzielen, und wenn der Ti-Gehalt mehr als 0,05 % beträgt, können die Eigenschaften gesättigt sein und die Kosten für die Herstellung des Stahlblechs steigen. Daher ist in der vorliegenden Offenbarung, der Ti-Gehalt vorzugsweise 0,01% bis 0,05%.

[0041] Der Rest außer den oben genannten Bestandteilen ist Eisen (Fe), und der Zusatz eines Bestandteils ist nicht begrenzt, solange der Bestandteil in dem Stahlblech für Heißpressformen enthalten sein kann. Darüber hinaus können in einem allgemeinen Herstellungsprozess unbeabsichtigte Verunreinigungen, die aus Rohstoffen oder der Umgebung stammen, unweigerlich beigemischt werden, was nicht ausgeschlossen werden kann. Da diese Verunreinigungen dem Fachmann im Herstellungsprozess bekannt sind, werden sie in der vorliegenden Offenbarung nicht ausdrücklich erwähnt.

[0042] Das plattierte Stahlblech für die Heißpress(um)formung mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach der Heißpressformung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung enthält eine Plattierungsschicht aus Zink, Aluminium oder deren Legierungen, die auf einer Oberfläche des Basisstahlblechs ausgebildet ist. Die Plattierungsschicht verleiht dem Bauteil in einem Endteil Korrosionsbeständigkeit und dient dazu, die Entkohlung und Zunderbildung des Basisstahlblechs während des Erhitzens zum Heißpressformen zu verhindern.

[0043] In der vorliegenden Offenbarung ist die Art der Plattierungsschicht nicht besonders begrenzt, und jede Plattierungsschicht, die auf ein Stahlblech für Heißpressformen aus dem verwandten Stand der Technik aufgebracht wird, kann in der vorliegenden Offenbarung ohne Einschränkung verwendet werden. In einer nicht einschränkenden Ausführungsform kann die Plattierungsschicht aus Zink, Aluminium oder deren Legierungen bestehen, und insbesondere kann die Plattierungsschicht eine Feuerverzinkungsschicht, eine galvanische Verzinkungsschicht, eine Zinklegierungs-Plattierungsschicht, eine Aluminium-Plattierungsschicht oder eine Aluminiumlegierungs-Plattierungsschicht sein.

[0044] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann die Plattierungsschicht Bestandteile enthalten, die während des Herstellungsprozesses in einem Bereich enthalten sein können, der den Zweck der vorliegenden Offenbarung nicht beeinträchtigt, und insbesondere andere unvermeidliche Verunreinigungen enthalten.

[0045] Darüber hinaus kann die Dicke der Beschichtung 5µm bis 100µm betragen. Wenn die Dicke der Beschichtung weniger als 5µm beträgt, kann es schwierig sein, eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit in dem heißpressgeformten Teil zu erreichen, und wenn die Dicke mehr als 100µm beträgt, kann sich die Erhitzungszeit für das Heißpressformen übermäßig verlängern und die Herstellungskosten für den Effekt der Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit übermäßig erhöhen.

[0046] In der Zwischenzeit beträgt bei dem plattierten Stahlblech für Heißpressformen gemäß der vorliegenden Offenbarung das Verhältnis (C_S/C_B) des C-Gehalts (C_S) eines Oberflächenschichtabschnitts zu einem C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs (im Folgenden als „Verhältnis (C_S/C_B)“ bezeichnet) 0,6 oder weniger. Dabei bezieht sich der Oberflächenschichtbereich auf einen Bereich von der Oberfläche des Basisstahlblechs ohne die Plattierungsschicht bis zu einer Tiefe von 15 µm.

[0047] Darüber hinaus kann gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung in dem plattierten Stahlblech zum Heißpressformen das Verhältnis (C_B/C_S) des C-Gehalts (C_S) des Oberflächenschichtteils zum C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs vorzugsweise 0,5 oder weniger, noch bevorzugter 0,4 oder weniger und am meisten bevorzugt 0,35 oder weniger betragen.

[0048] Wenn das Verhältnis (C_S/C_B) auf weniger als 0,6 eingestellt wird, kann sich im Oberflächenschichtteil eine relativ weiche Martensitphase mit einem niedrigen C-Gehalt bilden, im Gegensatz zu einer harten Martensitphase, die sich nach dem Heißpressformen im Zentrum des Basisstahlblechs bildet. Da sich die weiche Martensitphase auf dem Oberflächenschichtteil des beschichteten Stahlblechs bildet, nimmt die Härte des Oberflächenschichtteils ab, wodurch hervorragende Biegeeigenschaften sichergestellt werden. Wenn das Verhältnis (C_S/C_B) 0,6 übersteigt, kann es schwierig sein, den Effekt der Verbesserung der Biegefähigkeit durch die Erweichung der Oberflächenschicht nach dem Heißpressformen zu erzielen. Eine untere Grenze des Verhältnisses (C_S/C_B) kann nicht besonders begrenzt werden. Wenn jedoch der C-Gehalt im Oberflächenschichtteil zu niedrig ist, kann die Festigkeit des Elements abnehmen oder die Ermüdungseigenschaften können nach dem Heißpressformen schlechter sein, so dass die Untergrenze des Verhältnisses (C_S/C_B) auf 0,05 oder mehr festgelegt werden kann, aber nicht darauf beschränkt ist.

[0049] Darüber hinaus kann bei dem plattierten Stahlblech zum Heißpressformen gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ein Verhältnis ($(Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B)$) der Summe (Mn_S+Cr_S) der Gehalte an Mn und Cr des Oberflächenschichtteils zu der Summe (Mn_B+Cr_B) der Gehalte an Mn und Cr des Basisstahlblechs (im Folgenden als „Verhältnis ($Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B)$)“ bezeichnet) 0,8 oder mehr betragen. Hier bezieht sich der Oberflächenschichtanteil auf einen Bereich von der Oberfläche des Basisstahlblechs ohne die Plattierungsschicht bis zu einer Tiefe von 15 μm .

[0050] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung kann das Verhältnis ($(Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B)$) der Summe (Mn_S+Cr_S) der Mn- und Cr-Gehalte des Oberflächenschichtteils zur Summe (Mn_B+Cr_B) der Mn- und Cr-Gehalte des Basisstahlblechs vorzugsweise 0,85 oder mehr, und noch bevorzugter 0,87 oder mehr betragen.

[0051] Wenn das Verhältnis ($(Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B)$) weniger als 0,8 beträgt, kann die Härte des Oberflächenschichtteils während des Heißpressformens unzureichend sein, so dass Ferrit teilweise auf einer Oberfläche des Elements gebildet werden kann. Da Ferrit, das sich teilweise an der harten martensitischen Korngrenze bildet, die Biegefähigkeit erheblich verschlechtert, beträgt das Verhältnis ($(Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B)$) vorzugsweise 0,8 oder mehr. Die Obergrenze des Verhältnisses ($(Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B)$) muss nicht begrenzt werden, aber wenn die Gehalte an Mn und Cr im Oberflächenschichtteil zu hoch sind, kann die Härte des Oberflächenschichtteils nach dem Heißpressformen ansteigen und die Biegsamkeit eher verschlechtern. Daher kann die Obergrenze des Verhältnisses ($(Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B)$) 2 oder weniger betragen, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0052] Das Mikrogefüge des Basisstahlblechs muss nicht besonders begrenzt sein. Allerdings kann das Gefüge des Oberflächenschichtteils im Basisstahlblech 40 % bis 100 % Ferrit und einen Rest von 0 % bis 60 % Perlit, Bainit oder Martensit enthalten. Darüber hinaus kann das Gefüge eines zentralen Teils im Basisstahl 30 % bis 90 % Ferrit und einen Rest von 10 % bis 70 % Perlit, Bainit oder Martensit enthalten.

[0053] Heißpressgeformtes (Bau)Teil mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften.

[0054] In der Zwischenzeit kann ein heißpressgeformtes (Bau) Teil mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften hergestellt werden, indem das beschichtete Stahlblech für das Heißpressformen mit der oben genannten Konfiguration in einem Temperaturbereich von A_c3 bis 950°C für 1 bis 15 Minuten wärmebehandelt wird und anschließend das Heißpressformen darauf durchgeführt wird.

[0055] Ein heißpressgeformtes Teil mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst ein Basisstahlblech mit der gleichen Legierungszusammensetzung wie die des Basisstahlblechs des beschichteten bzw. plattierten Stahlblechs und eine legierte Plattierungsschicht, die aus einer Zink oder Aluminium einschließenden Legierung auf einer Oberfläche des Basisstahlblechs gebildet ist, wobei ein Verhältnis (C_{PS}/C_B) eines C-Gehalts (C_{PS}) eines Bauteil-Oberflächenschichtteils zu einem C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs 1,2 oder weniger ist, und ein Verhältnis ($(Mn_{PS}+Cr_{PS}) / (Mn_B+Cr_B)$) der Summe ($Mn_{PS}+Cr_{PS}$) der Gehalte an Mn und Cr des (Bau) teil-Oberflächenschichtteils bzw. Oberflächenschichtteils des (Bau)teils (engl. member surface layer portion) zu der Summe (Mn_B+Cr_B) der Gehalte an Mn und Cr des Basisstahlblechs (im Folgenden bezeichnet als „Verhältnis (Mn “

$+Cr_{PS}) / (Mn_B+Cr_B))^{40}$ ist 0,8 oder mehr. Hier bezieht sich der Teil der Oberflächenschicht auf einen Bereich von der Oberfläche des Basisstahlblechs ohne die Legierungsschicht bis zu einer Tiefe von 25 µm.

[0056] In der Zwischenzeit kann gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung in dem heißpressgeformten Teil das Verhältnis (C_{PS}/C_B) des C-Gehalts (C_{PS}) des Oberflächenschichtteils des (Bau)Teils zum C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs vorzugsweise 1,1 oder weniger, und noch bevorzugter 1,05 oder weniger betragen.

[0057] Darüber hinaus kann gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung in dem heißpressgeformten Teil das Verhältnis ($(Mn_{PS}+Cr_{PS}) / (Mn_B+Cr_B)$) der Summe ($Mn_{PS}+Cr_{PS}$) des Mn- und Cr-Gehalts des Bauteil-Oberflächenschichtteils zur Summe (Mn_S+Cr_S) des Mn- und Cr-Gehalts des Basisstahlblechs vorzugsweise 0,9 oder mehr, und noch bevorzugter 0,93 oder mehr betragen.

[0058] Wenn das plattierte Stahlblech zum Heißpressformen erhitzt wird, nimmt die Dicke der Plattierungsschicht im Allgemeinen zu, da die Plattierungsschicht und das Basisisen legiert werden, und da die Plattierungsschicht eine sehr geringe Löslichkeit von C aufweist, wird C, das während des Legierungsprozesses nicht gelöst wurde, im Oberflächenschichtteil konzentriert, wodurch der C-Gehalt des Oberflächenschichtteils zunimmt, und der hohe C-Gehalt des Oberflächenschichtteils erhöht die Härte des Oberflächenschichtteils und verschlechtert die Biegebarkeit.

[0059] Bei der Herstellung eines heißpressgeformten Teils durch Heißpressformen des beschichteten Stahlblechs für das Heißpressformen gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung beträgt das Verhältnis (C_{PS}/C_B) des C-Gehalts (C_{PS}) des Oberflächenschichtteils des (Bau)teils zum C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs 1,2 oder weniger, so dass ein übermäßiger Anstieg der Härte des Oberflächenschichtteils des Formteils verhindert werden kann, selbst wenn C im Oberflächenbereich des Formteils konzentriert ist. Da außerdem das Verhältnis ($(Mn_{PS}+Cr_{PS}) / (Mn_B+Cr_B)$) der Summe ($Mn_{PS}+Cr_{PS}$) der Gehalte an Mn und Cr des Bauteiloberflächenschichtteils zur Summe (Mn_B+Cr_B) der Gehalte an Mn und Cr des Basisstahlblechs 0,8 oder mehr beträgt, ist die Härte ausreichend und somit kann die Bildung von Ferrit verhindert werden, so dass die Bedeckungsrate von Ferrit an der martensitischen Korngrenze im Oberflächenschichtteil des Bauteils (Fläche, die von Ferrit in der martensitischen Korngrenze eingenommen wird, wenn ein Querschnitt beobachtet wird) 30 % oder weniger betragen kann, und als Ergebnis kann eine ausgezeichnete Biegebarkeit mit ausreichender Festigkeit sichergestellt werden.

[0060] Da, wie oben beschrieben, das heißpressgeformte Teil gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ein Verhältnis (C_S/C_B) von 1,2 oder weniger aufweist und das Verhältnis ($(Mn_{PS}+Cr_{PS}) / (Mn_B+Cr_B)$) von 0,8 oder mehr erfüllt, beträgt der in einem VDA238-100-Biegetest bei einer Zugfestigkeit von 1500 MPa gemessene Biegewinkel 60° oder mehr, so dass hervorragende Schlagfestigkeitseigenschaften gewährleistet werden können. Steigt jedoch die Zugfestigkeit an, z. B. wenn die Zugfestigkeit des heißpressgeformten Teils 1800 MPa oder mehr beträgt, kann das Kriterium für den Biegewinkel zur Bestimmung hervorragender Schlagfestigkeitseigenschaften gesenkt werden.

[0061] Als nächstes wird ein illustratives, nicht beanspruchtes Verfahren zur Herstellung eines plattierten Stahlblechs zum Heißpressformen und eines heißpressgeformten Teils mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen im Detail beschrieben.

[0062] Verfahren zur Herstellung eines plattierten Stahlblechs zum Heißpressformen mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen

[0063] Ein Verfahren zur Herstellung eines plattierten Stahlblechs zum Heißpressformen mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst das Erhitzen einer Bramme, die die oben genannte Legierungszusammensetzung erfüllt, auf 1050°C bis 1300°C; das Warmfertigwalzen der erhitzten Bramme in einem Temperaturbereich von 800°C bis 950°C, um ein warmgewalztes Stahlblech zu erhalten; das Glühen des warmgewalzten Stahlblechs bei 450°C bis 750°C nach Beendigung des Warmfertigwalzens; das Glühen des gewickelten warmgewalzten Stahlblechs durch Erhitzen auf 740°C bis 860°C unter einer Atmosphäre, in der die Taupunkttemperatur -10°C bis 30°C beträgt, für 10 bis 600 Sekunden; und das Eintauchen des geglühten warmgewalzten Stahlblechs in ein Plattierungsbad, das aus Zink, Aluminium oder deren Legierungen gebildet ist, um die Plattierung durchzuführen.

Schritt der Brammenheizung

[0064] Zunächst wird die Bramme, die der oben genannten Legierungszusammensetzung entspricht, auf 1050°C bis 1300°C (1050-1300°C) erhitzt. Wenn die Erhitzungstemperatur der Bramme unter 1050°C liegt, kann es schwierig sein, die Brammenstruktur zu homogenisieren, und wenn die Temperatur 1300°C überschreitet, kann sich eine übermäßige Oxidschicht bilden.

Schritt des Warmwalzens

[0065] Die erwärmte Bramme wird in einem Temperaturbereich von 800°C bis 950°C (800~950) fertig warmgewalzt, um ein warmgewalztes Stahlblech zu erhalten. Liegt die Endwarmwalztemperatur unter 800°C, kann es schwierig sein, die Form eines Blechs zu kontrollieren, da im Oberflächenschichtbereich des Stahlblechs aufgrund des Walzens in Zweiphasenbereichen ein Duplexkorngefüge auftritt, und wenn die Temperatur 950°C überschreitet, werden die Körner grob.

Abkühl- und Coilingschritt

[0066] Nach Beendigung des Fertigwarmwalzens wird das warmgewalzte Stahlblech bei 450°C bis 750°C aufgerollt (gecoilt). Bei einer Coiling-Temperatur von weniger als 450°C nehmen die Materialschwankungen in Breitenrichtung zu, was zu Bandbruch und Formfehlern beim Kaltwalzen führt. Übersteigt die Coiling-Temperatur hingegen 750 °C, werden die Karbide grob, was zu einer schlechteren Biegebarkeit führt.

Schritt des Kaltwalzens

[0067] Erforderlichenfalls kann vor dem Glühen ein weiterer Schritt zur Herstellung eines kaltgewalzten Stahlblechs durch Kaltwalzen des aufgerollten warmgewalzten Stahlblechs durchgeführt werden. Das Kaltwalzen dient der genaueren Kontrolle der Dicke des Stahlblechs, und das Glühen und Plattieren kann unmittelbar ohne Kaltwalzen durchgeführt werden. In diesem Fall kann das Kaltwalzen mit einer Reduktionsrate von 30 % bis 80 % durchgeführt werden.

Schritt des Glühens

[0068] Das Glühen (engl. annealing) erfolgt 10 bis 600 Sekunden lang unter einer Atmosphäre mit einer Taupunkttemperatur von -10 bis 30°C durch Erhitzen des aufgewickelten warmgewalzten Stahlblechs auf 740°C bis 860°C. Bei einer Glühtemperatur von weniger als 740°C oder einer Glühzeit von weniger als 10 Sekunden wird das Gefüge möglicherweise nicht ausreichend rekristallisiert, um eine schlechte Blechform zu bilden, oder die Festigkeit nach der Beschichtung ist zu hoch, was zu einem Werkzeugverschleiß während des Stanzprozesses führen kann. Darüber hinaus ist die Diffusion von C während des Glühens unzureichend, was es schwierig macht, das Verhältnis (C_S/C_B) des C-Gehalts (C_S) des Oberflächenschichtteils zum C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs auf 0,6 oder weniger zu sichern. Wenn die Glühtemperatur 860°C oder die Glühzeit 600 Sekunden übersteigt, kann sich während des Glühens eine große Menge an Glühoxid auf der Oberfläche des Stahlblechs bilden, was zu einer Ablösung der Beschichtung oder einer Verschlechterung der Beschichtungshaftung führt. Darüber hinaus bilden sich Mn, Cr usw. im Basisstahlblech an einer Grenzfläche zwischen der Beschichtungsschicht und dem Basisstahlblech oder an einer Korngrenze des Basisstahlblechs, was es schwierig macht, ein Verhältnis von 0.8 oder mehr als Verhältnis $((Mn_S+Cr_S)/(Mn_B+Cr_B))$ der Summe (Mn_S+Cr_S) der Gehalte an Mn und Cr des Oberflächenschichtteils zur Summe (Mn_B+Cr_B) der Gehalte an Mn und Cr des Basisstahlblechs zu erreichen, was zu einem Mangel an Härtebarkeit des Oberflächenschichtteils führt, und dementsprechend kann sich nach dem Heißpressformen teilweise Ferrit in dem Oberflächenschichtteil bilden, was die Biegsamkeit beeinträchtigt.

[0069] In der vorliegenden Offenbarung ist es sehr wichtig, die Taupunkttemperatur der Glühatmosfera zu steuern, um das Verhältnis der C-, Mn- und Cr-Gehalte im Oberflächenschichtteil zur Grundmaterialkomponente des Basisstahlblechs zu steuern. Wenn die Taupunkttemperatur der Glühatmosfera weniger als -10°C beträgt, kann die Entkohlungsreaktion unzureichend sein und der Effekt der Verbesserung der Biegsamkeit kann unbedeutend sein. Übersteigt die Taupunkttemperatur hingegen 30°C, kann die Härtebarkeit des Oberflächenschichtteils aufgrund übermäßiger innerer Oxidation abnehmen, was zu einer partiellen Ferritbildung führt und die Biegefähigkeit verschlechtert.

[0070] Darüber hinaus kann gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung das Glühen für 10 bis 100 Sekunden unter einer Atmosphäre durchgeführt werden, in der die Taupunkttemperatur 10 bis 30°C beträgt, indem das aufgewickelte warmgewalzte Stahlblech auf 800 bis 840°C (800-840°C) erhitzt wird.

Schritt der Beschichtung

[0071] Nach dem Glühen wird das geglühte warmgewalzte Stahlblech in ein Beschichtungsbad aus Zink, Aluminium oder deren Legierungen getaucht, um es zu beschichten. In der vorliegenden Offenbarung sind die Bestandteile des Beschichtungsbad, die bei der Bildung der Beschichtungsschicht verwendet werden, nicht besonders begrenzt. Als nicht einschränkendes Beispiel kann das in der vorliegenden Offenbarung verwendete Beschichtungsbad jedoch aus Zink, einer Zinklegierung, Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehen. Darüber hinaus können die Beschichtungsbedingungen ohne Einschränkung auf die vorliegende Offenbarung angewandt werden, solange die Beschichtungsbedingungen üblicherweise auf ein heißgepresstes Stahlblech angewandt werden und daher in der vorliegenden Offenbarung nicht speziell erwähnt werden. Darüber hinaus kann gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung das Beschichtungsbad andere unvermeidbare Verunreinigungen enthalten, und die Zinklegierung und die Aluminiumlegierung können auch Komponenten enthalten, die üblicherweise in einem Bereich enthalten sind, der den Gegenstand der vorliegenden Offenbarung nicht beeinträchtigt, und insbesondere andere unvermeidbare Verunreinigungen enthalten.

[0072] Verfahren zur Herstellung eines heißpressgeformten Teils mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften

[0073] Ein heißpressgeformtes Teil mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften kann durch Heißpressformen des plattierten Stahlblechs für das Heißpressformen hergestellt werden, das durch das oben beschriebene Herstellungsverfahren der vorliegenden Offenbarung hergestellt wird. Dabei kann das Heißpressformen nach einem in der Technik allgemein üblichen Verfahren durchgeführt werden. Als nicht einschränkendes Beispiel kann das plattierte Stahlblech für das Heißpressformen jedoch in einem Temperaturbereich von Ac3 bis 950°C für 1 bis 15 Minuten wärmebehandelt und dann gepresst werden, um das Heißpressformen durchzuführen.

[Ausführungsbeispiele]

[0074] Nachfolgend wird die vorliegende Offenbarung anhand von Beispielen näher beschrieben. Es ist jedoch zu beachten, dass die folgenden Beispiele nur der Veranschaulichung dienen und nicht dazu gedacht sind, den Umfang der vorliegenden Offenbarung einzuschränken. Dies liegt daran, dass der Umfang der vorliegenden Offenbarung durch die in den Ansprüchen beschriebenen Sachverhalte und die daraus abgeleiteten Sachverhalte bestimmt wird.

(Beispiel)

[0075] Zunächst wurde eine Bramme mit der in Tabelle 1 dargestellten Legierungszusammensetzung hergestellt, erwärmt, warmgewalzt und unter den in Tabelle 2 dargestellten Herstellungsbedingungen gewickelt, um ein warmgewalztes Stahlblech herzustellen. Danach wurde das hergestellte Stahlblech unter den in **Fig. 2** dargestellten Glühbedingungen geglüht und anschließend in ein Verzinkungsbad getaucht, und dann wurde die Beschichtung so durchgeführt, dass die Beschichtungsmenge pro Seite 70 g/m² betrug, um ein beschichtetes Stahlblech herzustellen.

[Tabelle 1]

Klassifizierung	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	Ti	B
Stahl A	0,21	0,25	1,3	0,01	0,002	0,035	0,005	0,22	0,03	0,0022
Stahl B	0,2	0,1	2,5	0,009	0,001	0,03	0,004	0,1	-	-

[Tabelle 2]

Klassifizierung	Stahl-sorte	Temperatur der Brammenheizung (°C)	Endtemperatur beim Warmwalzen (°C)	Temperatur beim Glühen (°C)	Glühbedingung		
					Temperatur der Heizung (°C)	Haltezeit (Sek.)	Taupunkttemperatur (°C)
IE 1	A	1250	900	560	820	42	15
IE2	B	1200	880	500	800	65	10
CE 1	A	1250	900	560	820	42	-15
CE 2	A	1250	900	560	700	45	10
CE 3	B	1200	880	500	800	65	40
CE 4	B	1200	880	500	870	620	15
IE*: Erfindungsbeispiel							
CE*: Vergleichsbeispiel							

[0076] Für die plattierten Stahlbleche der Erfindungsbeispiele und der Vergleichsbeispiele, die gemäß den oben genannten Herstellungsbedingungen hergestellt wurden, wurden die Konzentrationen von Kohlenstoff (C), Mangan (Mn) und Chrom (Cr) bis zu einer ausreichenden Tiefe von einer Oberflächenschicht in Tiefenrichtung unter Verwendung eines Glimmentladungsspektrometers (GDS) (GDS 850A von USA LECO) analysiert, das in der Lage ist, verschiedene Komponenten quantitativ zu analysieren. Ein durchschnittlicher Gehalt eines Bereichs, der einem Oberflächenschichtteil entspricht, wurde aus den Ergebnissen der GDS-Analyse durch Integration analysiert, und die Ergebnisse sind in Tabelle 3 unten dargestellt. Im Allgemeinen wird bei der GDS-Analyse die Analyse in Tiefenrichtung auf einer kreisförmigen Fläche von 2 mm bis 6 mm durchgeführt, so dass es schwierig sein kann, eine genaue Grenzfläche zwischen Beschichtung und Basisstahlblech in Form eines Konzentrationsprofils für die Tiefenrichtung zu bestimmen, aber in der vorliegenden Offenlegung wurde ein Punkt, an dem der Zn-Gehalt 1 % betrug, als Grenzfläche zwischen Beschichtung und Basisstahlblech auf der Grundlage verschiedener optischer und REM-Analyseergebnisse usw. festgelegt.

[Tabelle 3]

Klassifizierung	Stahl-sorte	C _B	C _S	Verhältnis (C _S /C _B)	Mn _B +Cr _B	Mn _S +Cr _S	Verhältnis((Mn _S +Cr _S) / (Mn _S +Cr _S))
IE1	A	0,21	0,03	0,14	1,52	1,32	0,87
IE 2	B	0,2	0,07	0,35	2,6	2,43	0,93
CE 1	A	0,21	0,2	0,95	1,52	1,49	0,98
CE 2	A	0,21	0,19	0,90	1,52	1,5	0,99
CE 3	B	0,2	0,02	0,10	2,6	1,74	0,67
CE 4	B	0,2	0,01	0,05	2,6	1,52	0,58
IE*: Erfindungsbeispiel							
CE*: Vergleichsbeispiel							

[0077] Darüber hinaus wurde ein heißpressgeformtes Teil durch Heißpressformen an den beschichteten Stahlblechen der erfindungsgemäßen Beispiele und der Vergleichsbeispiele unter den in Tabelle 4 beschriebenen Bedingungen hergestellt. Zug- und Biegeversuch (VDA238-100) wurden durch Entnahme einer Probe aus einem ebenen Teil des hergestellten heißpressgeformten Teils durchgeführt. Die Konzentrationsanalyse von C, Mn und Cr wurde mittels GDS-Analyse in der Tiefenrichtung durchgeführt, und der Bedeckungsgrad von Ferrit an einer martensitischen Korngrenze eines Teils der Oberflächenschicht eines Bauteils wurde durch Beobachtung eines Querschnitts mit einem optischen Mikroskop bewertet. Die Ergebnisse sind in

Tabelle 4 zusammengefasst.

[Tabelle 4]

Klassifizierung	Zustand des Heißpressformens		Verhältnis (C_{PS}/C_B)	Verhältnis ($(Mn_{PS} + Cr_{PS}) / (Mn_B + Cr_B)$)	Erfassungsbereich Ferritanteil (%)	Zugfestigkeit (MPa)	Biegewinkel (Grad)
	Temperatur der Heizung (°C)	Erhitzungszeit (min.)					
IE 1	900	6	0,95	0,93	0,5	1502	72
IE 2	930	5	1,05	0,97	2,7	1527	67
CE 1	930	5	1,52	0,98	0,2	1508	53
CE 2	900	6	1,29	0,99	1,3	1511	51
CE 3	900	6	0,9	0,76	36	1478	42
CE 4	930	5	0,88	0,65	48	1427	47
IE*: Erfindungsbeispiel							
CE*: Vergleichsbeispiel							

[0078] Die plattierten Stahlbleche der Erfindungsbeispiele 1 und 2, die gemäß den Bedingungen der vorliegenden Offenbarung hergestellt wurden, erfüllten ein Verhältnis (C_S/C_B) von 0,6 oder weniger und ein Verhältnis ($(Mn_S + Cr_S) / (Mn_B + Cr_B)$) von 0,8 oder mehr. Dementsprechend erfüllt das heißpressgeformte Teil, das durch Heißpressformen der plattierten Stahlbleche der Erfindungsbeispiele 1 und 2 hergestellt wurde, ein Verhältnis (C_{PS}/C_B) von 1,2 oder weniger und ein Verhältnis ($(Mn_{PS} + Cr_{PS}) / (Mn_B + Cr_B)$) von 0,8 oder mehr, und dementsprechend betrug der Bedeckungsgrad des Ferrits an der martensitischen Korngrenze des Oberflächenschichtteils 30 % oder weniger, und der Biegewinkel betrug 60° oder mehr bei einer Zugfestigkeit von 1500 MPa, was auf gute Biegeeigenschaften hinweist.

[0079] Vergleichsbeispiel 1 ist ein Fall, in dem die Taupunkttemperatur während des Glühens weniger als -10°C betrug, und Vergleichsbeispiel 2 ist ein Fall, in dem die Erwärmungstemperatur während des Glühens nicht erreicht wurde. Bei beiden Vergleichsbeispielen 1 und 2 lag das Verhältnis (C_S/C_B) des beschichteten Stahlblechs über 0,6, und dementsprechend lag das Verhältnis (C_{PS}/C_B) in dem heißpressgeformten Teil ebenfalls über 1,2, was zu schlechten Biegeeigenschaften führte.

[0080] Das Vergleichsbeispiel 3 ist ein Fall, in dem die Taupunkttemperatur während des Glühens 30°C überschritt, und das Vergleichsbeispiel 4 ist ein Fall, in dem das Glühen übermäßig durchgeführt wurde. In beiden Vergleichsbeispielen 3 und 4 erfüllte ein Verhältnis (C_S/C_B) der beschichteten Stahlbleche die Bedingungen der vorliegenden Offenbarung, aber das Verhältnis ($(Mn_S + Cr_S) / (Mn_B + Cr_B)$) war kleiner als 0,8 und das Verhältnis ($(Mn_{PS} + Cr_{PS}) / (Mn_S + Cr_S)$) des heißpressgeformten Teils war kleiner als 0,8. Infolgedessen überstieg der Ferritanteil an der martensitischen Korngrenze der Oberflächenschicht des Bauteils 30 %, und die Zugfestigkeit war im Vergleich zu den anderen Beispielen relativ gering und die Biegsamkeit war ebenfalls stark beeinträchtigt.

[0081] Obwohl Ausführungsbeispiele der vorliegenden Offenbarung gezeigt und beschrieben wurden, wird es für den Fachmann offensichtlich sein, dass Modifikationen und Variationen vorgenommen werden können, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Daher ist der Umfang der vorliegenden Erfindung nicht auf die Ausführungsformen beschränkt, sondern sollte durch die beigefügten Ansprüche und deren Äquivalente definiert werden.

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

- US 6296805 [0007]
- KR 1020100047011 [0007]

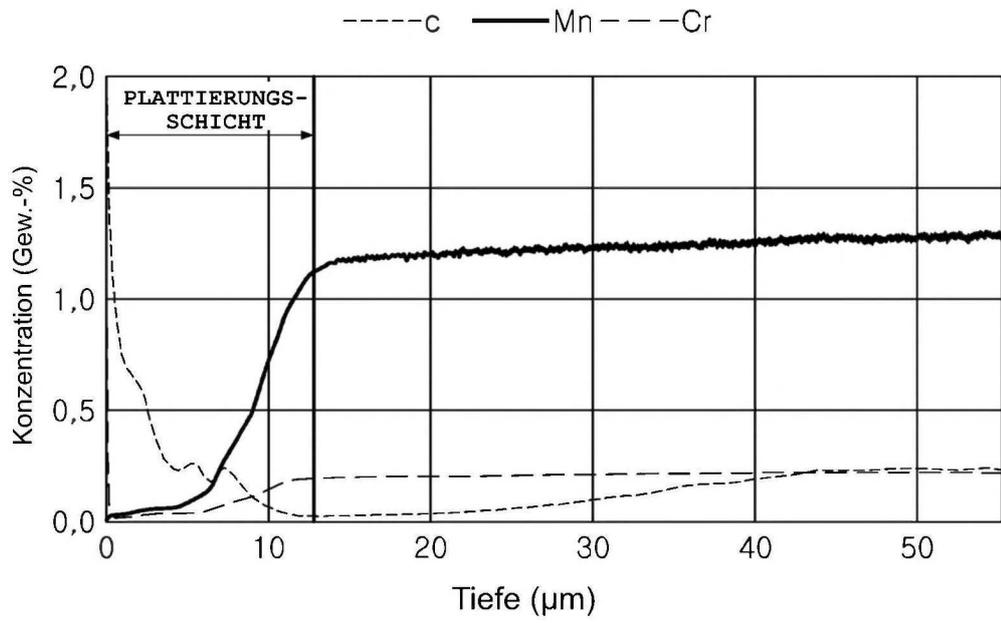
Schutzansprüche

1. Beschichtetes Stahlblech zum Heißpressformen mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften nach dem Heißpressformen, wobei das beschichtete Stahlblech umfasst:
ein Basisstahlblech, das in Gew.-% 0,15 % bis 0,4 % Kohlenstoff (C), 0,1 % bis 1 % Silizium (Si), 0,6 % bis 8 % Mangan (Mn), 0,001 % bis 0,05 % Phosphor (P), 0,0001% bis 0,02% Schwefel (S), 0,01% bis 0,1% Aluminium (Al), 0,001% bis 0,02% Stickstoff (N), 0,01% bis 0,5% Chrom (Cr), und als Rest Fe und andere Verunreinigungen aufweist; und
eine Plattierungsschicht aus Zink, Aluminium oder deren Legierungen auf einer Oberfläche des Basisstahlblechs,
wobei ein Verhältnis (C_S/C_B) eines C-Gehalts (C_S) eines Oberflächenschichtteils zu einem C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs 0,6 oder weniger ist, und ein Verhältnis $((Mn_S+Cr_S) / (Mn_B+Cr_B))$ der Summe (Mn_S+Cr_S) der Gehalte an Mn und Cr des Oberflächenschichtteils zu der Summe (Mn_B+Cr_B) der Gehalte an Mn und Cr des Basisstahlblechs 0,8 oder mehr ist,
wobei sich der Teil der Oberflächenschicht auf einen Bereich bis zu einer Tiefe von 15 μm von der Oberfläche des Basisstahlblechs mit Ausnahme der Plattierungsschicht bezieht.
2. Beschichtetes Stahlblech nach Anspruch 1, wobei das Basisstahlblech außerdem in Gew.-% eines oder mehrere der folgenden Elemente enthält: 0,0005 % bis 0,01 % Bor (B) und 0,01 % bis 0,05 % Titan (Ti).
3. Beschichtetes Stahlblech nach Anspruch 1, wobei die Mikrostruktur des Oberflächenschichtteils im Basisstahlblech, bezogen auf die Flächenfraktion, 40 % bis 100 % Ferrit und einen Rest von 0 % bis 60 % Perlit, Bainit oder Martensit enthält und die Mikrostruktur eines Mittelteils im Basisstahl, bezogen auf die Flächenfraktion, 30 % bis 90 % Ferrit und einen Rest von 10 % bis 70 % Perlit, Bainit oder Martensit enthält.
4. Heißpressgeformtes Teil mit ausgezeichneten Schlagfestigkeitseigenschaften, wobei das heißpressgeformte Teil umfasst:
ein Basisstahlblech, das in Gew.-% 0,15 % bis 0,4 % Kohlenstoff (C), 0,1 % bis 1 % Silizium (Si), 0,6 % bis 8 % Mangan (Mn), 0,001 % bis 0,05 % Phosphor (P), 0,0001% bis 0,02% Schwefel (S), 0,01% bis 0,1% Aluminium (Al), 0,001% bis 0,02% Stickstoff (N), 0,01% bis 0,5% Chrom (Cr), und als Rest Fe und andere Verunreinigungen aufweist; und
eine Legierungsschicht aus einer Zink oder Aluminium enthaltenden Legierung auf einer Oberfläche des Basisstahlblechs,
wobei ein Verhältnis (C_{PS}/C_B) eines C-Gehalts (C_{PS}) eines Bauteil-Oberflächenschichtteils zu einem C-Gehalt (C_B) des Basisstahlblechs 1,2 oder weniger ist, und ein Verhältnis $((Mn_{PS}+Cr_{PS}) / (Mn_B+Cr_B))$ der Summe ($Mn_{PS}+Cr_{PS}$) der Gehalte an Mn und Cr des Bauteiloberflächenschichtteils zu der Summe (Mn_B+Cr_B) der Gehalte an Mn und Cr des Basisstahlblechs 0,8 oder mehr ist,
wobei sich der Bauteil-Oberflächenschichtteil auf einen Bereich bis zu einer Tiefe von 25 μm von der Oberfläche des Basisstahlblechs mit Ausnahme der Legierungsschicht bezieht.
5. Heißpressgeformtes Teil nach Anspruch 4, wobei das Basisstahlblech außerdem in Gewichtsprozent eines oder mehrere der folgenden Elemente enthält: 0,0005 % bis 0,01 % Bor (B) und 0,01 % bis 0,05 % Titan (Ti).
6. Heißpressgeformtes Teil nach Anspruch 4, wobei der Bedeckungsgrad des Ferrits an einer martensitischen Korngrenze des Oberflächenschichtteils des Teils 30 % oder weniger beträgt.

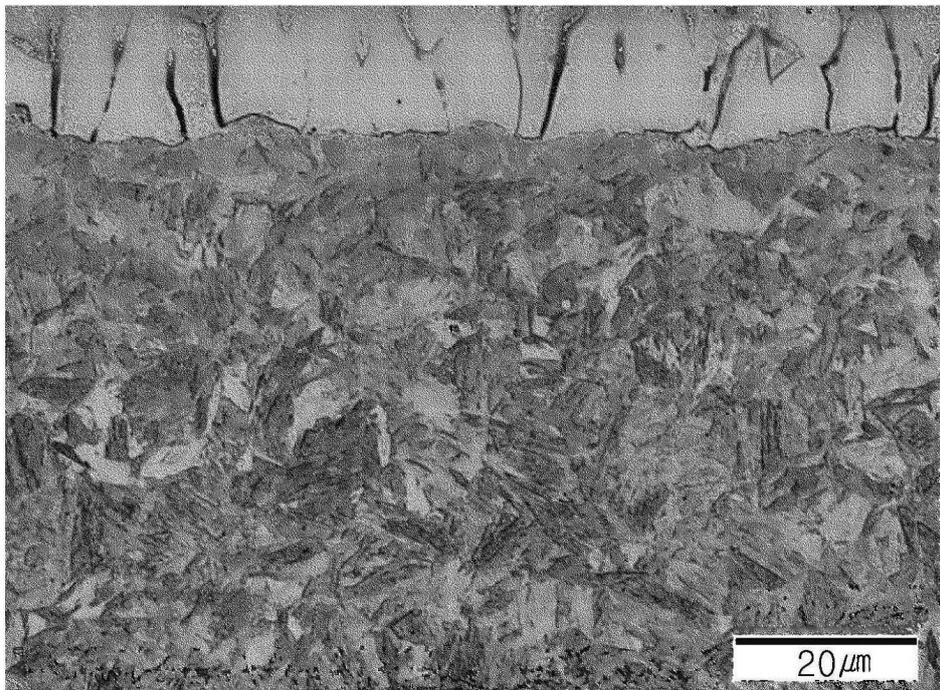
Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

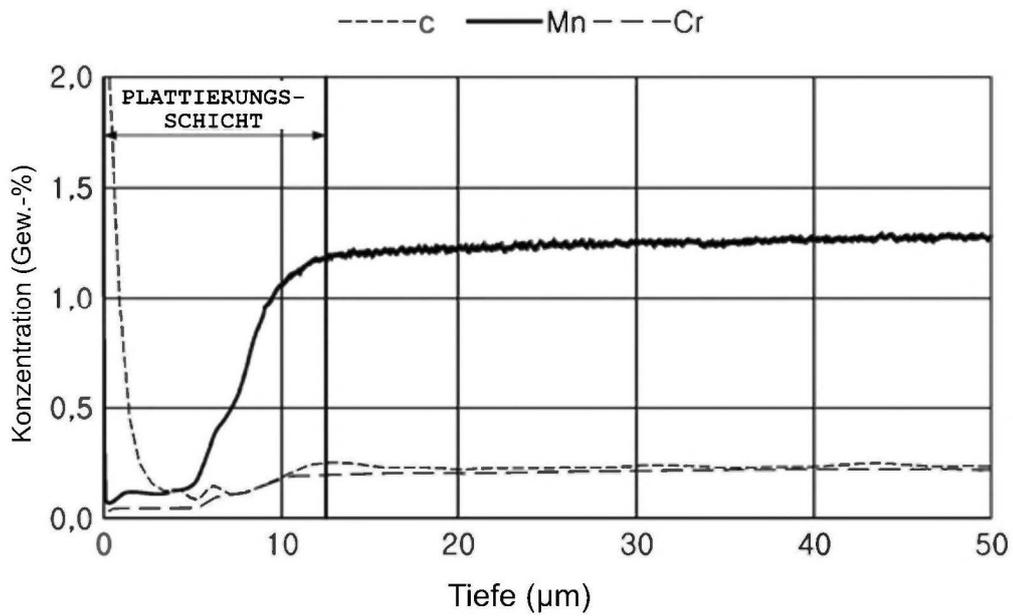
[FIG. 1]



[FIG. 2]



[FIG. 3]



[FIG. 4]

