

(19)



(11)

EP 4 008 446 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.06.2022 Patentblatt 2022/23

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21B 27/02 ^(2006.01) **B21B 1/22** ^(2006.01)
B21B 27/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21210996.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21B 27/021; B21B 1/227; B21B 27/005;
B21B 2267/10

(22) Anmeldetag: **29.11.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

- **Kopplin, Karl-Heinz**
45239 Essen (DE)
- **Wischmann, Stefan**
10437 Berlin (DE)
- **Schulze-Kraasch, Folkert**
47179 Duisburg (DE)
- **Lauer, Benjamin**
66620 Nonnweiler (DE)
- **Pfützenreuter, Felix**
45144 Essen (DE)

(30) Priorität: **03.12.2020 DE 102020021524**

(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
47166 Duisburg (DE)

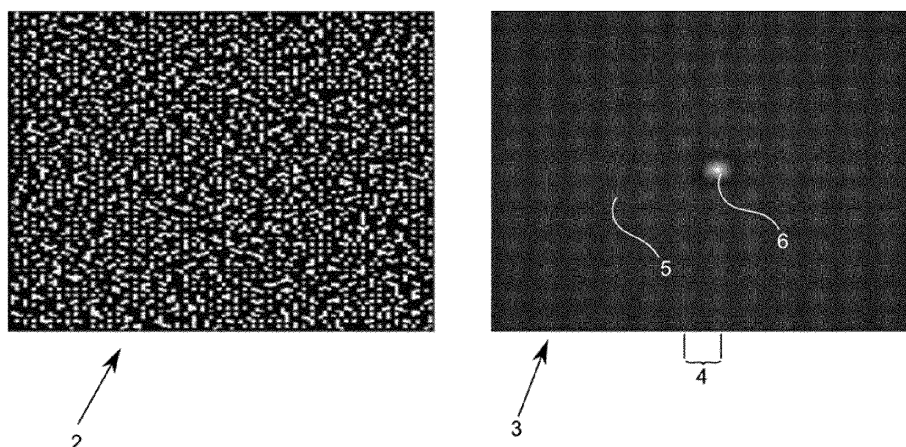
(74) Vertreter: **ThyssenKrupp Steel Europe AG**
Patente/Patent Department
Kaiser-Wilhelm-Straße 100
47166 Duisburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Koch, Dr. Martin**
47506 Neukirchen-Vluyn (DE)

(54) VERFAHREN ZUR OBERFLÄCHENTEXTURIERUNG VON WALZEN

(57) Es wird ein Verfahren zur Oberflächentexturierung von Walzen (10) vorgeschlagen, wobei in eine Oberfläche (11) der Walze (10) Vertiefungen (1) eingebracht werden, wobei die Vertiefungen (1) in einer pseudo-stochastischen Verteilung (2) auf der Oberfläche (11) angeordnet werden, wobei die Verteilung (2) unter der

Einschränkung, dass eine Autokorrelation (3) der Verteilung (2) ein regelmäßiges Muster aufweist, numerisch erstellt wird. Weiterhin werden eine Walze (10), ein Metallprodukt (100) und eine Oberfläche eines Metallprodukts (100) vorgeschlagen.



Figur 1

EP 4 008 446 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung geht aus vom Oberflächentexturieren von Walzen, insbesondere von Dressierwalzen, zum Bearbeiten von Metallprodukten wie beispielsweise Stahl Flachprodukten, vorzugsweise Stahlband oder Stahlbleche.

[0002] Das Oberflächentexturieren von Walzen, insbesondere von Dressierwalzen ist Stand der Technik. Texturierungsverfahren sind beispielsweise Kugelstrahlen (SBT), elektrische Funkenentladung (EDT), Chromplattierung (ECD) und Laser- oder Elektronenstrahlbeschuss (LT bzw. EBT). SBT, EDT und ECD sind sogenannte stochastische Verfahren, bei denen die Oberflächenstrukturen in der Fläche zufällig angeordnet sind. Beim ECD-Verfahren entstehen auf der Walzenoberfläche halbkugelförmige Erhebungen mit unterschiedlichen Radien. Bei SBT und EDT werden in die Walze Oberflächenstrukturen in Form von Kratern eingebracht und die Kraterländer können beispielsweise durch einen Feinschliff auf ein definiertes Niveau gebracht werden. Das EDT-Verfahren mit einem vorzugsweise sogenannten Superfinish liefert eine besonders vorteilhafte Walzenoberfläche. Die zufällige laterale Anordnung der Oberflächenstrukturen bewirkt eine Richtungsunabhängigkeit oder Isotropie. LT und EBT sind sogenannte deterministische Verfahren, bei welchen sich die Möglichkeit bietet, die laterale Lage und topografische Form der Oberflächenstrukturen durch Elektronen- oder Laserstrahlbeschuss zielgerichtet bzw. gerichtet einzustellen. Bei einer regelmäßigen Abfolge der Oberflächenstrukturen sind diese im Wesentlichen richtungsabhängig und damit anisotrop. Werden deterministische Verfahren insbesondere mittels eines mathematischen Zufallsgenerators gesteuert, so spricht man von einer pseudostochastischen Oberflächenstruktur.

[0003] Prinzipiell hängt die Entscheidung des Texturierungsverfahrens von den Anforderungen als auch den prozessualen Randbedingungen bei der Herstellung ab. Sind Metallprodukte zu bearbeiten, welche insbesondere für Umformprozesse eine hohe Rauheit erfordern, aber die mechanischen Eigenschaften der Metall Flachprodukte nur einen geringen Dressiergrad zulassen, so sind Dressierwalze mit hohem Rauheitsübertrag vorteilhaft. Für eine geringere Rauheit trotz hoher Walzkräfte bedarf es Dressierwalzen mit geringem Übertrag.

[0004] Beim Dressieren mit flüssigen Medien (Dressiermittel/Walzöle) verändern diese in Kombination mit der Oberflächenstruktur der Dressierwalze und Prozessparametern, wie zum Beispiel der Geschwindigkeit den Rauheitsübertrag. Tendenziell erfolgt ein geringer Rauheitsübertrag, da sich die Oberflächenstrukturen weniger durch Abriebpartikel zusetzen, sondern diese vielmehr das flüssige Medium besser speichern und damit die Oberflächenstruktur zusetzen.

[0005] Eine stochastische Walzenoberfläche mit geschlossenen und offenen Oberflächenstrukturen verhält sich zum Beispiel anders als eine deterministische Wal-

zenoberfläche mit nur offenen oder nur geschlossenen Oberflächenstrukturen. Die Auswahl der Walzenoberfläche hängt von den geschilderten Randbedingungen ab.

[0006] Der Vorteil des EDT-Texturierungsverfahrens gegenüber beispielsweise SBT oder ECD besteht darin, dass die Funkenentladung dort stattfindet, wo noch kein Funkenübersprung stattgefunden hat. Nach einer ausreichenden Texturierungsdauer bildet sich so eine lückenfreie, im Wesentlichen homogene Walzenoberflächenstruktur. Im Falle eines stochastischen Texturierungsverfahrens, welches verfahrensbedingt keine Rückkopplung, Steuerung oder Beeinflussung der Punktdichte vornimmt, beispielsweise SBT oder ECD, kann es zur Ausbildung von lokalen Inhomogenitäten kommen. Ähnliches ist bei der Erzeugung von pseudo-stochastischen Texturierungen mittels deterministisch steuerbarer Strukturierung, beispielsweise LT oder EBT, zu beobachten. Bei der Generierung einer pseudo-stochastischen Oberflächenstruktur unter alleiniger Verwendung eines Zufallsgenerators, welcher den Prozess steuert, entstehen zwangsläufig Flecken, da dem Zufallsgenerator die Information fehlt, ob in Bereichen der Walzenoberfläche schon eine ausreichend hohe Punktdichte vorhanden ist oder nicht. Der Zufallsgenerator gibt willkürlich ein Signal. Gerade bei geringen Punktdichten, aber auch im umgekehrten Fall bei hohen Punktdichten, treten so unerwünschte Inhomogenitäten entlang der Oberfläche der Walze auf. Diese sind unerwünscht beim Dressieren der zu bearbeitenden Metallprodukte und können Inhomogenitäten auf der Oberfläche des Metallprodukts erzeugen, welche zu punktuell abweichendem Materialverhalten in nachgelagerten Verarbeitungsprozessen führen können.

[0007] Ferner wird bei Umformprozessen des Metallproduktes eine möglichst gleichmäßige Verteilung von Vertiefungen auf der Oberfläche des Metallprodukts zur Aufnahme von Abriebpartikeln im Umformprozess benötigt. Sind diese nicht vorhanden, besteht die Gefahr der Bildung sogenannter Kaltaufschweißungen (Galling) auf den Werkzeugen zum Umformen. Ferner kann es zu Kratzern oder Abdrücken auf der Oberfläche des umgeformten Metallproduktes kommen. Bei einer stochastischen Rauheitstopografie sind Unterbrechungen der Verteilung von Vertiefungen entlang der Oberfläche durch deren Isotropie naturgegeben, bei einer deterministischen Rauheitstopografie muss nicht zwingend in bestimmten Richtungen eine Unterbrechung existieren. Schließlich weisen Metallprodukte mit einer stochastischen Rauheitstopografie ein gleichmäßiges und mattes Erscheinungsbild auf.

[0008] Problematisch bei der Erstellung von stochastischen Rauheitstopografien ist die Gefahr der Entstehung von zusammenhängenden Bereichen ohne Vertiefungen oder von Bereichen mit zusammenhängenden Vertiefungen. Solche Bereiche können zur Entstehung von Kratzern und Abdrücken bei der Bearbeitung des Metallproduktes führen. Ferner sind diese Bereiche als Flecken deutlich wahrnehmbar und sorgen so für ein un-

erwünschtes Erscheinungsbild, welche beispielsweise für die Weiterverarbeitung ein Ausschusskriterium sein können, insbesondere beim Lackieren.

[0009] Der Erfindung liegt daher die technische Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Oberflächentexturierung von Walzen zum Konditionieren von Oberflächen von Metallprodukten zur Verfügung zu stellen, welches die geschilderten Nachteile des Standes der Technik nicht aufweist, sondern das Entstehen von zusammenhängenden Bereichen ohne Vertiefungen oder von Bereichen mit zusammenhängenden Vertiefungen verringert.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Oberflächentexturierung von Walzen, wobei in eine Oberfläche der Walze Vertiefungen eingebracht werden, wobei die Vertiefungen in einer pseudo-stochastischen Verteilung auf der Oberfläche angeordnet werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilung unter der Einschränkung, dass eine Autokorrelation der Verteilung ein regelmäßiges Muster aufweist, numerisch erstellt wird.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht ein pseudo-stochastisches Texturieren der Oberfläche, so dass eine mit der texturierten Walze gewalzte und dadurch konditionierte Oberfläche eines Metallprodukts die Vorteile einer stochastischen Rauheitstopografie aufweist. Gleichzeitig kann dadurch das Entstehen von zusammenhängenden Bereichen ohne Vertiefungen oder von Bereichen mit zusammenhängenden Vertiefungen deutlich verringert werden. Pseudo-stochastisch verteilt im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet, dass die Verteilung nicht vollständig stochastisch, also zufällig bestimmt ist. Die Verteilung unter der Einschränkung, dass eine Autokorrelation der Verteilung ein regelmäßiges Muster aufweist, numerisch erstellt wird, ermöglicht eine gute Steuerung der pseudo-stochastischen Verteilung. Vorteilhaft an der Einschränkung der pseudo-stochastischen Verteilung über die Autokorrelation ist insbesondere, dass das Erstellen der Verteilung damit computerimplementiert durchgeführt werden kann.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen, sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen entnehmbar.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Autokorrelation eine Periodizität von 2 μm bis 3000 μm , insbesondere von 5 μm bis 2000 μm , bevorzugt von 10 μm bis 1000 μm aufweist. Das heißt, dass Strukturen auf der texturierten Walze in der Größenordnung von mindestens 0,7 μm bis 1000 μm erfasst werden können. Mit einer so texturierten Walze ist ein sehr gleichmäßig strukturiertes Konditionieren beispielsweise von Metallprodukten, insbesondere von Stahlflachprodukten möglich. Die Abstände sich wiederholender Strukturen sind groß genug, dass im Sinne der vorliegenden Erfindung von einer isotropen Rauheitstopografie gesprochen werden kann.

[0014] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen,

dass eine Intensität einer ersten Ordnung der Autokorrelation maximal ein Zehntel einer Intensität eines Hauptmaximums der Autokorrelation aufweist. Je geringer die Intensität der ersten Ordnung im Vergleich zum Hauptmaximum ist, desto größer ist die Streuung der Anordnung der Vertiefungen. Entspricht die Intensität der ersten Ordnung der Autokorrelation maximal ein Zehntel der Intensität des Hauptmaximums der Autokorrelation, so kann im Sinne der vorliegenden Erfindung von einer stochastischen Rauheitstopografie gesprochen werden.

[0015] Vertiefungen können zumindest teilweise mit unterschiedlichen Tiefen eingebracht werden, wobei die Tiefen einer Tiefenverteilung folgend eingebracht werden, wobei die Tiefenverteilung bevorzugt unter der Einschränkung, dass eine erste weitere Autokorrelation der Tiefenverteilung ein regelmäßiges erstes weiteres Muster aufweist, numerisch erstellt wird. Dies ermöglicht eine weiter verbesserte pseudo-stochastische Rauheitstopografie. Tiefe einer Vertiefung im Sinne der vorliegenden Erfindung ist die größte Ausdehnung der Vertiefung auf der Walze in Richtung der Rotationsachse der Walze. Denkbar ist, dass die Vertiefungen einen Tiefenverlauf aufweisen. Ein Tiefenverlauf im Sinne der vorliegenden Erfindung ist eine sich parallel zur Haupterstreckungsebene der Oberfläche der Walze verändernde Ausdehnung der Vertiefung auf der Walze in Richtung der Rotationsachse der Walze.

[0016] Vorzugsweise ist dazu vorgesehen, dass die erste weitere Autokorrelation eine Periodizität von 2 μm bis 3000 μm , insbesondere von 5 μm bis 2000 μm , bevorzugt von 10 μm bis 1000 μm aufweist und/oder wobei eine erste weitere Intensität einer ersten Ordnung der ersten weiteren Autokorrelation maximal ein Zehntel einer Intensität eines Hauptmaximums der ersten weiteren Autokorrelation aufweist.

[0017] Vertiefungen können zumindest teilweise mit unterschiedlich großen Breiten und/oder mit unterschiedlich großen zu den jeweiligen Breiten orthogonal angeordneten Längen eingebracht werden, wobei die Breiten einer Breitenverteilung folgend eingebracht werden und/oder wobei die Längen einer Längenverteilung folgend eingebracht werden, wobei die Breitenverteilung und/oder die Längenverteilung bevorzugt unter der Einschränkung, dass eine zweite weitere Autokorrelation der Breitenverteilung bzw. ein regelmäßiges zweites weiteres Muster aufweist bzw. eine dritte weitere Autokorrelation der Längenverteilung bzw. ein regelmäßiges drittes weiteres Muster aufweist, numerisch erstellt wird. Dies ermöglicht eine noch bessere pseudo-stochastische Rauheitstopografie. Eine Länge einer Vertiefung im Sinne der vorliegenden Erfindung ist die maximale Ausdehnung der Vertiefung parallel zur Haupterstreckungsebene der Oberfläche der Walze. Eine Breite einer Vertiefung im Sinne der vorliegenden Erfindung ist die maximale Ausdehnung der Vertiefung parallel zur Haupterstreckungsebene der Oberfläche der Walze und orthogonal zur Länge der Vertiefung. Denkbar ist, dass die

Vertiefungen bezogen auf die Haupterstreckungsebene der Oberfläche der Walze, insbesondere in Richtung der Rotationsachse der Walze, als I-förmig, oval, rund, rechteckig oder quadratisch oder als Kombination daraus eingebracht werden.

[0018] Vorzugsweise ist dazu vorgesehen, dass die zweite weitere Autokorrelation eine Periodizität von 2 μm bis 3000 μm , insbesondere von 5 μm bis 2000 μm , bevorzugt von 10 μm bis 1000 μm aufweist und/oder wobei die dritte weitere Autokorrelation eine Periodizität von 2 μm bis 3000 μm , insbesondere von 5 μm bis 2000 μm , bevorzugt von 10 μm bis 1000 μm aufweist und/oder wobei eine zweite weitere Intensität einer ersten Ordnung der zweiten weiteren Autokorrelation maximal ein Zehntel einer Intensität eines Hauptmaximums der zweiten weiteren Autokorrelation aufweist und/oder wobei eine dritte weitere Intensität einer ersten Ordnung der dritten weiteren Autokorrelation maximal ein Zehntel einer Intensität eines Hauptmaximums der dritten weiteren Autokorrelation aufweist.

[0019] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass nach dem Erstellen der Verteilung die Verteilung auf ein Vorhandensein unerwünscht strukturierter Bereiche kontrolliert wird, wobei bei Vorhandensein von unerwünscht strukturierten Bereichen die Verteilung in den unerwünscht strukturierten Bereichen neu erstellt wird. Dadurch wird auf vorteilhafte Weise sichergestellt, dass keine unvorteilhaften Flecken auf einem Metallprodukt, welches mit der texturierten Walze gewalzt wird, entstehen. Das erneute Erstellen der Verteilung innerhalb der unerwünscht strukturierten Bereiche ist mit nur wenig Aufwand verbunden. Unerwünscht strukturierte Bereiche können beispielsweise zusammenhängende Bereiche ohne Vertiefungen, Bereiche mit zusammenhängenden Vertiefungen oder anisotrope Bereiche sein.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass zu Strukturelementen angeordnete weitere Vertiefungen stochastisch verteilt angeordnet auf der Oberfläche der Walze eingebracht werden, wobei die Vertiefungen zwischen den Strukturelementen eingebracht werden. Dies ermöglicht ein funktionelles Strukturieren der Oberfläche eines mit der texturierten Walze gewalzten Metallproduktes unter Beibehaltung der Vorteile der stochastischen Rauheitstopografie. Denkbar ist beispielsweise, dass die Strukturelemente zum Einwalzen von Schmiermitteltaschen in das Metallprodukt zum Transport von Schmiermittel beim Umformprozessen dienen.

[0021] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Vertiefungen mittels eines Lasertexturierungsverfahrens oder mit Hilfe eines Teilchenstrahls eingebracht werden. Lasertexturierungsverfahren und Texturierungsverfahren mit Hilfe eines Teilchenstrahls sind sehr gut zu steuern und erzeugen hervorragende Ergebnisse. Denkbar ist, dass der Teilchenstrahl ein Elektronenstrahl und/oder ein Ionen-Strahl ist.

[0022] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung zur Lösung der eingangs gestellten Aufgabe ist eine Walze, insbesondere Dressierwalze, wobei die Walze eine mit einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche oberflächentexturierte Oberfläche aufweist.

[0023] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung zur Lösung der eingangs gestellten Aufgabe ist ein Metallprodukt, wobei das Metallprodukt mit einer erfindungsgemäßen Walze bearbeitet ist.

[0024] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung zur Lösung der eingangs gestellten Aufgabe ist eine Oberfläche eines Metallprodukts, insbesondere die Oberfläche des Metallprodukts, welche mit einer erfindungsgemäßen Walze bearbeitet ist, wobei Erhebungen und/oder Vertiefungen in einer pseudo-stochastischen Verteilung auf der Oberfläche des Metallprodukts angeordnet sind, wobei die Vertiefungen zumindest teilweise mit unterschiedlichen Tiefen und/oder Erhebungen zumindest teilweise mit unterschiedlichen Höhen eingebracht sind, wobei die Tiefen einer Tiefenverteilung folgend und/oder die Höhen einer Höhenverteilung folgend eingebracht sind, wobei die Tiefenverteilung und/oder die Höhenverteilung bevorzugt unter der Einschränkung, dass eine Autokorrelation der Tiefenverteilung und/oder Höhenverteilung ein regelmäßiges weiteres Muster mit einer Periodizität von 2 μm bis 3000 μm , insbesondere von 5 μm bis 2000 μm , bevorzugt von 10 μm bis 1000 μm und/oder wobei eine Intensität einer ersten Ordnung der Autokorrelation maximal ein Zehntel einer Intensität eines Hauptmaximums der Autokorrelation aufweist.

[0025] Tiefe einer Vertiefung im Sinne der vorliegenden Erfindung ist die größte Ausdehnung der Vertiefung auf der Oberfläche in Dickenrichtung des Metallprodukts. Denkbar ist, dass die Vertiefungen einen Tiefenverlauf aufweisen. Ein Tiefenverlauf im Sinne der vorliegenden Erfindung ist eine sich parallel zur Haupterstreckungsebene der Oberfläche des Metallprodukts verändernde Ausdehnung der Vertiefung auf der Oberfläche in Dickenrichtung des Metallprodukts.

[0026] Vertiefungen auf der Oberfläche des Metallprodukts können zumindest teilweise mit unterschiedlich großen Breiten und/oder mit unterschiedlich großen zu den jeweiligen Breiten orthogonal angeordneten Längen eingebracht sein, wobei die Breiten einer Breitenverteilung folgend eingebracht sind und/oder wobei die Längen einer Längenverteilung folgend eingebracht sind, wobei die Breitenverteilung und/oder die Längenverteilung bevorzugt unter der Einschränkung, dass eine zweite Autokorrelation der Breitenverteilung bzw. ein regelmäßiges zweites Muster aufweist bzw. eine dritte Autokorrelation der Längenverteilung bzw. ein regelmäßiges drittes Muster aufweist, eingebracht sind. Eine Länge einer Vertiefung im Sinne der vorliegenden Erfindung ist die maximale Ausdehnung der Vertiefung parallel zur Haupterstreckungsebene der Oberfläche des Metallprodukts, beispielsweise quer zur Walzrichtung respektive quer zur Dressierichtung. Eine Breite einer Vertiefung im Sinne

der vorliegenden Erfindung ist die maximale Ausdehnung der Vertiefung parallel zur Hauptstreckungsebene der Oberfläche des Metallprodukts und orthogonal zur Länge der Vertiefung, beispielsweise in Walzrichtung respektive Dressierrichtung. Die Länge der Vertiefung kann alternativ aber auch in Walzrichtung/Dressierrichtung und die Breite der Vertiefung somit quer zur Walzrichtung/Dressierrichtung verlaufen. Alternativ oder zusätzlich sind Erhebungen auf der Oberfläche des Metallprodukts zumindest teilweise mit unterschiedlich großen Breiten und/oder mit unterschiedlich großen zu den jeweiligen Breiten orthogonal angeordneten Längen eingebracht, wobei die Breiten einer Breitenverteilung folgend eingebracht sind und/oder wobei die Längen einer Längenverteilung folgend eingebracht sind, wobei die Breitenverteilung und/oder die Längenverteilung bevorzugt unter der Einschränkung, dass eine vierte Autokorrelation der Breitenverteilung bzw. eine regelmäßige viertes Muster aufweist bzw. eine fünfte Autokorrelation der Längenverteilung bzw. eine regelmäßige fünftes Muster aufweist, eingebracht sind. Eine Länge einer Erhebung im Sinne der vorliegenden Erfindung ist die maximale Ausdehnung der Erhebung parallel zur Hauptstreckungsebene der Oberfläche des Metallprodukts, beispielsweise in Walzrichtung/Dressierrichtung oder alternativ quer zur Walzrichtung/Dressierrichtung. Eine Breite einer Erhebung im Sinne der vorliegenden Erfindung ist die maximale Ausdehnung der Erhebung parallel zur Hauptstreckungsebene der Oberfläche des Metallprodukts und orthogonal zur Länge der Erhebung, somit beispielsweise quer zur Walzrichtung/Dressierrichtung oder alternativ in Walzrichtung/Dressierrichtung.

[0027] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Zeichnungen, sowie aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen anhand der Zeichnungen. Die Zeichnungen illustrieren dabei lediglich beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung, welche den wesentlichen Erfindungsgedanken nicht einschränken.

[0028] Figur 1 zeigt die Verteilung und die Autokorrelation eines Verfahrens gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0029] Figur 2 zeigt schematisch einen Schnitt durch einen Teil einer Walze gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0030] Figur 3 zeigt schematisch zwei Walzen gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und ein Metallprodukt gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0031] In den verschiedenen Figuren sind gleiche Teile stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden daher in der Regel auch jeweils nur einmal benannt bzw. erwähnt.

[0032] In Figur 1 sind die Verteilung 2 und die Autokorrelation 3 eines Verfahrens gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Ziel des Verfahrens ist es, die Oberfläche 11 einer Walze 10 (siehe Figuren 2 und 3), vorzugsweise einer

Dressierwalze, mit Vertiefungen 1 so zu texturieren, dass beim Walzen/Dressieren eines Metallproduktes 100 (siehe Figur 3) eine Struktur, welche Erhebungen und/oder Vertiefungen aufweist, in die Oberfläche des Metallproduktes 100 eingewalzt wird, welche die Vorteile einer pseudo-stochastischen Rauigkeitstopografie aufweist und dabei die Gefahr des Entstehens von zusammenhängenden Bereichen ohne Vertiefungen oder von Bereichen mit zusammenhängenden Vertiefungen verringert. Dazu werden die Vertiefungen 1 in einer pseudo-stochastischen Verteilung 2 auf der Oberfläche 11 der Walze 10 eingebracht. Der Übersichtlichkeit halber ist die in weiß dargestellte örtliche Anordnung der Vertiefungen nicht bezeichnet. Die Verteilung 2 wird dazu numerisch erstellt, das heißt in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel, dass die Verteilung nicht vollständig stochastisch bestimmt ist, und dass die Autokorrelation 3 der Verteilung 2 ein regelmäßiges Muster aufweist. In der Autokorrelation 3 sind deutlich das Hauptmaximum 6 und die periodisch angeordneten Maxima erster Ordnung 5 zu erkennen. Die Maxima erster Ordnung 5 weisen eine Intensität von weniger als einem Zehntel der Intensität des Hauptmaximums 6 auf. Die Periodizität 4 der Anordnung der Maxima 5, 6 beträgt beispielsweise zwischen 2 μm und 1000 μm . Die Einschränkung der pseudo-stochastischen Ermittlung der Verteilung 2 führt dazu, dass die Verteilung 2 sehr gleichmäßig und isotrop ist, aber keine Flecken, also große Bereiche ohne Vertiefungen oder große Bereiche mit zusammenhängenden Vertiefungen aufweist.

[0033] In Figur 2 ist schematisch ein Schnitt durch einen Teil einer Walze 10 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Der dargestellte Schnitt schneidet die (nicht dargestellte) Drehachse der Walze 10. Zu erkennen ist die Oberfläche 11 der Walze 10, welche zwei Strukturelemente 7 aufweist. Die Strukturelemente 7 sind als Top-Hat-Profile ausgeführt. Zwischen den Strukturelementen 7 sind die Vertiefungen 1 pseudo-stochastisch angeordnet. Deutlich zu erkennen ist, dass nicht nur die Anordnung der Vertiefungen 1 der pseudo-stochastischen Verteilung folgt, sondern dass die Vertiefungen 1 jeweils unterschiedliche Tiefen und Breiten aufweisen, welche jeweils einer Verteilung, hier ebenfalls pseudo-stochastisch, angeordnet sind. Die Verteilungen der Tiefen und der Breiten weisen jeweils Autokorrelationen mit einer Periodizität zwischen beispielsweise 2 μm und 1000 μm auf. Die Intensitäten der Maxima erster Ordnung der Verteilungen der Tiefen und der Breiten weisen weniger als ein Zehntel der Intensität des jeweiligen Hauptmaximums auf.

[0034] In Figur 3 sind schematisch zwei Walzen 10 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und ein Metallprodukt 100 gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Oberflächen 11 der Walzen 10 sind mit einem Verfahren gemäß einer beispielhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung texturiert.

[0035] Dies führt zu einer sehr vorteilhaften Aufrau-
 hung des Metallproduktes 100, hier eines Stahlflachpro-
 dukts, beim Walzen.

[0036] Nicht dargestellt ist die Oberfläche des Metall-
 produkts (100), wobei Erhebungen und/oder Vertiefun-
 gen in einer pseudo-stochastischen Verteilung auf der
 Oberfläche des Metallprodukts (100) angeordnet sind,
 wobei die Vertiefungen zumindest teilweise mit unter-
 schiedlichen Tiefen und/oder Erhebungen zumindest
 teilweise mit unterschiedlichen Höhen eingebracht sind,
 wobei die Tiefen einer Tiefenverteilung folgend und/oder
 die Höhen einer Höhenverteilung folgend eingebracht
 sind, wobei die Tiefenverteilung und/oder die Höhenver-
 teilung bevorzugt unter der Einschränkung, dass eine
 Autokorrelation der Tiefenverteilung und/oder Höhen-
 verteilung ein regelmäßiges weiteres Muster mit einer
 Periodizität von 2 μm bis 3000 μm , insbesondere von 5
 μm bis 2000 μm , bevorzugt von 10 μm bis 1000 μm
 und/oder eine Intensität einer ersten Ordnung der Auto-
 korrelation maximal ein Zehntel einer Intensität eines
 Hauptmaximums der Autokorrelation aufweist.

Bezugszeichenliste

[0037]

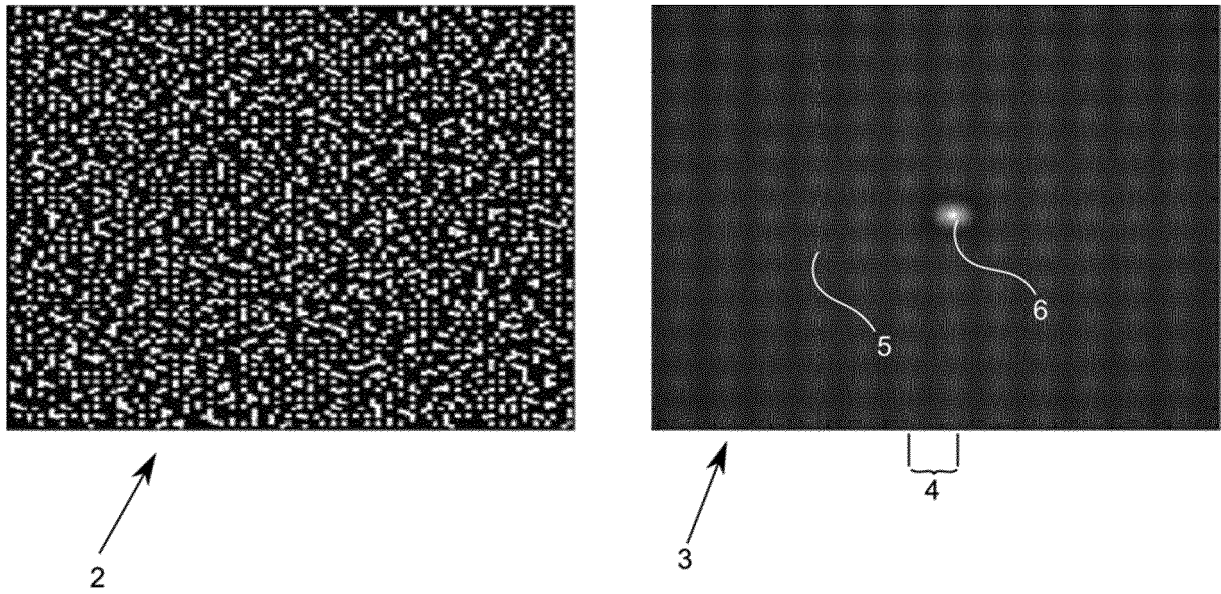
1	Vertiefung
2	Verteilung
3	Autokorrelation
4	Periodizität
5	Intensität erster Ordnung
6	Intensität des Hauptmaximums
7	Strukturelement
10	Walze
11	Oberfläche
100	Metallprodukt

Patentansprüche

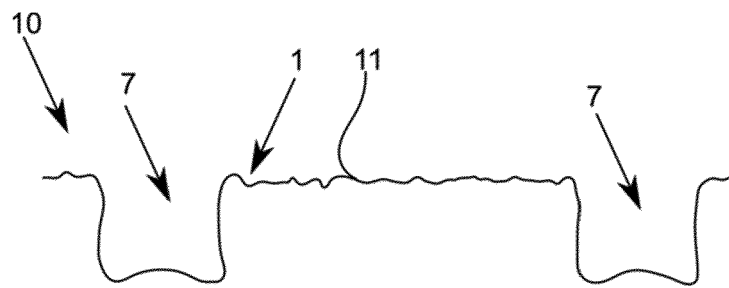
1. Verfahren zur Oberflächentexturierung einer Walze
 (10), wobei in eine Oberfläche (11) der Walze (10)
 Vertiefungen (1) eingebracht werden, wobei die Ver-
 tiefungen (1) in einer pseudo-stochastischen Vertei-
 lung (2) auf der Oberfläche (11) angeordnet werden,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilung (2)
 unter der Einschränkung, dass eine Autokorrelation
 (3) der Verteilung (2) ein regelmäßiges Muster auf-
 weist, numerisch erstellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Autokorrela-
 tion (3) eine Periodizität (4) von 2 μm bis 3000 μm
 aufweist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wo-
 bei eine Intensität einer ersten Ordnung (5) der Au-
 tokorrelation (3) maximal ein Zehntel einer Intensität
 eines Hauptmaximums (6) der Autokorrelation (3)

aufweist.

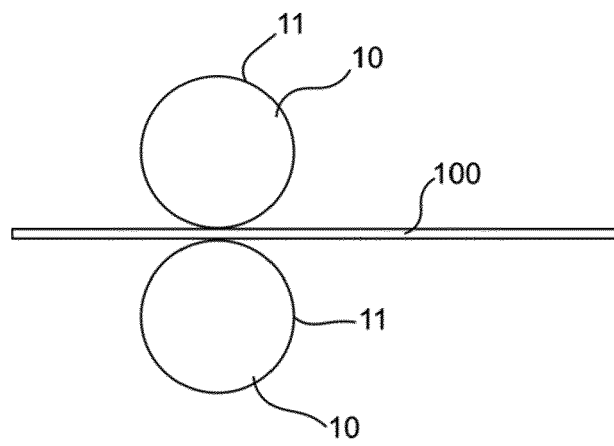
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
 che, wobei nach dem Erstellen der Verteilung (2) die
 Verteilung (2) auf ein Vorhandensein unerwünscht
 strukturierter Bereiche kontrolliert wird, wobei bei
 Vorhandensein von unerwünscht strukturierten Be-
 reichen die Verteilung (2) in den unerwünscht struk-
 turierten Bereichen neu erstellt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
 che, wobei zu Strukturelementen (7) angeordnete
 weitere Vertiefungen stochastisch verteilt angeord-
 net auf der Oberfläche (11) der Walze (10) einge-
 bracht werden, wobei die Vertiefungen (1) zwischen
 den Strukturelementen (7) eingebracht werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
 che, wobei die Vertiefungen (1) mittels eines Laser-
 texturiervorgangs oder mit Hilfe eines Teilchen-
 strahls eingebracht werden.
7. Walze (10), insbesondere Dressierwalze, wobei die
 Walze (10) eine mit einem Verfahren nach einem
 der vorhergehenden Ansprüche oberflächentextu-
 rierte Oberfläche (11) aufweist.
8. Metallprodukt (100), wobei das Metallprodukt (100)
 mit einer Walze (10) gemäß Anspruch 7 bearbeitet
 ist.
9. Oberfläche eines Metallprodukts (100), insbesonde-
 re nach Anspruch 8, wobei Erhebungen und/oder
 Vertiefungen in einer pseudo-stochastischen Vertei-
 lung auf der Oberfläche des Metallprodukts (100)
 angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 die Vertiefungen zumindest teilweise mit unter-
 schiedlichen Tiefen und/oder Erhebungen zumin-
 dest teilweise mit unterschiedlichen Höhen einge-
 bracht sind, wobei die Tiefen einer Tiefenverteilung
 folgend und/oder die Höhen einer Höhenverteilung
 folgend eingebracht sind, wobei die Tiefenverteilung
 und/oder die Höhenverteilung bevorzugt unter der
 Einschränkung, dass eine Autokorrelation der Tie-
 fenverteilung und/oder Höhenverteilung ein regel-
 mäßiges weiteres Muster mit einer Periodizität von
 2 μm bis 3000 μm , insbesondere von 5 μm bis 2000
 μm , bevorzugt von 10 μm bis 1000 μm und/oder
 eine Intensität einer ersten Ordnung der Autokorre-
 lation maximal ein Zehntel einer Intensität eines
 Hauptmaximums der Autokorrelation aufweist.



Figur 1



Figur 2



Figur 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 21 0996

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 109 175 707 A (WUHAN WISCO HG LASER LARGE SCALE EQUIPMENT CO LTD) 11. Januar 2019 (2019-01-11) * Summary of the invention: step S2; Abbildung 2 *	1-9	INV. B21B27/02 B21B1/22 B21B27/00
X	DE 195 29 429 A1 (THYSSEN STAHL AG [DE]; OPEL ADAM AG [DE]) 13. Februar 1997 (1997-02-13) * Seite 3, Zeile 19 - Seite 4, Zeile 11; Abbildung 1 *	1-9	
A	TOENSHOFF H K ET AL: "STRUKTURIEREN TECHNISCHER OBERFLÄCHEN MITTELS LASERSTRAHLUNG. \LASERTEXTURING OF TECHNICAL SURFACES", LASER UND OPTOELEKTRONIK, FACHVERLAG GMBH. STUTTGART, DE, Bd. 25, Nr. 2, 1. April 1993 (1993-04-01), Seiten 56-61, XP000387818, ISSN: 0722-9003 * Seite 59, rechte Spalte *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. April 2022	Prüfer Frisch, Ulrich
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 21 0996

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-04-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	CN 109175707 A	11-01-2019	KEINE	
15	DE 19529429 A1	13-02-1997	DE 19529429 A1	13-02-1997
			EP 0761324 A1	12-03-1997
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82