

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 761 324 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.03.1997 Patentblatt 1997/11

(51) Int. Cl.⁶: **B21B 1/22**, B21B 27/00

(21) Anmeldenummer: 96112092.0

(22) Anmeldetag: 26.07.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FR GB

(30) Priorität: 10.08.1995 DE 19529429

(71) Anmelder:
• Thyssen Stahl Aktiengesellschaft
47166 Duisburg (DE)
• ADAM OPEL AG
65423 Rüsselsheim (DE)

(72) Erfinder:
• Lübke, Ingo, Dipl.-Ing.
55130 Mainz (DE)
• Schwethelm, Klaus J., Dr.-Ing.
65191 Wiesbaden (DE)
• Steinhoff, Kurt, Dr.-Ing.
47559 Kranenburg (DE)

(74) Vertreter: Cohausz & Florack
Patentanwälte
Kanzlerstrasse 8a
40472 Düsseldorf (DE)

(54) **Feinblech, Walzwerkswalze für die Feinblechherstellung, Verfahren zur Oberflächenstrukturierung der Walzwerkswalze und ihre Verwendung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Feinblech, eine Walzwerkswalze für die Feinblechherstellung, Verfahren zur Oberflächenstrukturierung der Walzwerkswalze und ihre Verwendung.

Kennzeichen der Erfindung ist eine stochastisch-deterministische Rauheitsstruktur.

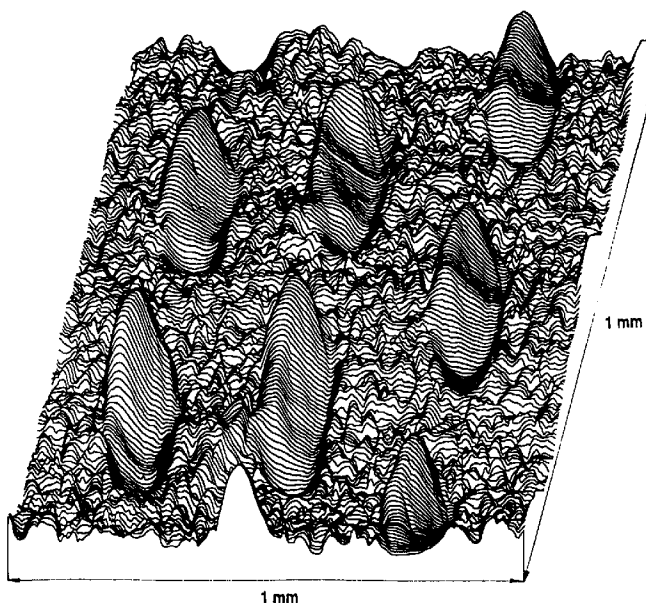


Fig. 5



EP 0 761 324 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Feinblech, eine Walzwerkswalze für die Feinblechherstellung, Verfahren zur Oberflächenstrukturierung der Walzwerkswalze und ihre Verwendung.

Feinblechwerkstoffe aus Stahl und aus Aluminium müssen für ein breites Spektrum an Weiterverarbeitungsschritten eine Vielzahl von Anforderungskriterien erfüllen. Stand die Einstellung der mechanischen Werkstoffeigenschaften für eine umformtechnische Weiterverarbeitung bisher im Vordergrund, so gewinnen vor dem Hintergrund einer mit dem Ziel der höheren Wirtschaftlichkeit im Bereich der Sekundärumformung angestrebten umfassenden Optimierung des gesamten Umformsystems die tribologischen Prozeßgrößen und damit insbesondere die Oberflächenstruktur des Feinbleches deutlich an Gewicht. Insbesondere für Anwendungen, bei denen neben einer guten Umformbarkeit zusätzlich hohe Qualitätsanforderungen an das ästhetische Erscheinungsbild der Oberfläche des Endproduktes, vor allem nach dem Lackieren, gestellt werden, kommt der gezielten Einstellung der Oberflächen-Rauheitsstruktur im Herstellungsprozeß von Feinblech besondere Bedeutung zu.

Bekannte stochastische Oberflächenstrukturen sind durch eine statistische Verteilung von Gestaltmerkmalen gekennzeichnet. Deshalb werden sie in "Stahl und Eisen", 114 (1994) Nr. 7, S. 55 ff. auch als "statistische" Rauheitsstrukturen bezeichnet. Dabei ist es für die Funktionalität dieser Oberflächen in erster Linie von Bedeutung, daß eine homogene Verteilung der erhabenen Oberflächenelemente erreicht wird, die im zweidimensionalen Profilschnitt als sog. Profilkuppen sichtbar sind. Ein weiteres typisches Merkmal dieser Oberflächen ist das Vorhandensein von Mikrokanälen, die die Profiltäler miteinander verbinden.

Eine umfassende Darstellung der Zusammenhänge findet man in K. Steinhoff: Umformtechnische Schriften, Bd. 47 (1994), Verlag Stahleisen, Düsseldorf, aus der die nachfolgend erwähnten Fig. 1 bis 3 entnommen sind. In Fig. 1 wird diese Oberflächencharakteristik am Beispiel einer dreidimensionalen Darstellung im Bildteil a) und im Bildteil b) an einer zweidimensionalen Feinblechoberfläche verdeutlicht.

In einem werkzeuggebundenen Umformprozeß, z.B. durch Tiefziehen oder Streckziehen, zeichnen sich diese Oberflächenstrukturen dadurch aus, daß bei hohen Druckbeanspruchungen der Schmierstoff über die Mikrokanäle aus der Beanspruchungszone abfließen kann. Um nun eine ausreichend hohe Fertigungssicherheit zu erreichen, d.h. primäre Prozeßfehler, wie Kaltverschweißungen, Reißen und Einschnürungen, zu vermeiden, ist neben der bereits erwähnten homogenen Verteilung und eine charakteristische Häufigkeit von Profilkuppen auch ein ausreichend hohes Aufnahmevermögen für Schmierstoff zur Aufrechterhaltung des Schmierfilmes in den Kontaktzonen zwischen Werkstück und Werkzeug unerlässlich.

Unter zusätzlicher Berücksichtigung von Einebnungs- und Verschleißeffekten sind aus diesem Grund für diese Umformbeanspruchungen relativ hohe Rauheiten erforderlich. Dagegen mindert der mit solchen hohen Rauheiten verbundene vergleichsweise hohe langwellige Profilanteil die Oberflächenqualität des Endproduktes nach einer Lackierung. Die inhomogene Verteilung von Gestaltsmerkmalen verstärkt diesen Effekt. Feinblechprodukte mit einer für eine werkzeuggebundene Umformung im Weiterverarbeitungsprozeß gut geeigneten stochastischen Oberflächenstruktur haben aber nach einer Beschichtung ein ungenügendes ästhetisches Erscheinungsbild.

Deterministische Oberflächen sind durch eine geometrisch regelmäßige Verteilung von gleichartigen Gestaltsmerkmalen gekennzeichnet. Von zentraler Bedeutung für die Funktionalität dieser Oberflächen ist die punktrasterförmige räumliche Trennung der Gestaltsmerkmale. In Fig. 2 wird dies am Beispiel einer dreidimensionalen Darstellung (Bildteil a) einer Feinblechoberfläche verdeutlicht, die im Bildteil b) als Draufsicht zweidimensional erscheint. Im Umformprozeß bilden diese isolierten Gestaltsmerkmale (Krater) geschlossene Schmiertaschen, aus denen der Schmierstoff auch bei sehr hohen Druckbeanspruchungen nicht entweichen kann. Diese Taschen dienen als Schmierstoffreservoir, aus denen der Schmierstoff aufgrund des hydrostatischen Druckaufbaus während der Umformung in die Kontaktzone zwischen Werkzeug und Werkstück transportiert werden kann.

Allerdings weisen deterministische Rauheitsstrukturen auf der Feinblechoberfläche einige Nachteile auf:

* Der Zwischenraum zwischen den Schmiertaschen wird wesentlich durch die Struktur der durch Schleifen vor dem Aufrauoprozeß vorbehandelten Walzen geprägt. Die typischen Schleifriefen haben bei starker Ausprägung die Eigenschaft, den aus den Schmiertaschen in die Kontaktzone transportierten Schmierstoff in Richtung der Riefen wie in einem Ablaufkanal sehr schnell abzuleiten, in andere Richtungen sind dagegen keine Mikrokanäle zum Schmierstofftransport vorhanden. Eine flächendeckende Schmierstoffversorgung kann daher nur sehr unzureichend erfolgen. Bei einer sehr schwach ausgeprägten Schleifstruktur bleibt dieser einsinnige Kanalisierungseffekt weiterhin erhalten. Das Aufnahmevermögen ist aber so gering, daß auch in diesem Falle keine ausreichende Schmierwirkung erreicht werden kann. Durch die Einebnung der Werkstückoberfläche während des Umformprozesses werden diese ohnehin unzureichenden Transportmechanismen zusätzlich behindert.

* Das Abprägen des eigentlichen Kraters führt auf dem Blech zu einem Bereich undefinierter Rauheitsausprägung (Kraterschatten). In Abhängigkeit vom Blechwerkstoff, der geometrischen Ausprägung des Schmelzaufwurfes auf der Walze und der Walzbedingungen kann entweder eine Erweiterung der Schmiertasche entstehen, oder aber

eine kuppenartige Erhebung auf der Blechoberfläche. Eine definierte Ausprägung dieses Bereiches ist bei herkömmlicher Walztechnologie, bei der es primär auf die Einstellung der mechanischen Werte bzw. die Unterdrückung einer ausgeprägten Streckgrenze ankommt, nicht möglich.

* Das optische Erscheinungsbild der Feinblechoberflächen, die ohne weitere Bearbeitung für dekorative Zwecke Verwendung finden - dies gilt im wesentlichen für Edelstahl- und Aluminiumbleche -, genügt nicht den in diesem Anwendungsbereich herrschenden hohen Qualitätsanforderungen.

Neben den rein stochastischen und rein deterministischen Rauheitsstrukturen gibt es solche, die der einen oder anderen Rauheitsstruktur angenähert sind und daher mit den Vorsätzen "semi-", "quasi-" oder pseudo "-", z. B. "semi-stochastisch", versehen werden.

Sie alle erfüllen jedoch nicht gleichzeitig beide Forderungen, nämlich nach guter Umformbarkeit des Feinblechs einerseits und zum anderen gutem Aussehen seiner lackierten oder beschichteten Oberfläche.

In der Kaltwalztechnik wurde zur Herstellung definierter Arbeitswalzenoberflächen noch bis vor wenigen Jahren ausschließlich das Wirbelstrahlen eingesetzt. Bei diesem Verfahren beruht die Änderung der Oberflächenstruktur auf einer durch Aufschleudern eines feinkörnigen Granulates hervorgerufenen plastischen Umformung der Walzenoberfläche. Die kinetische Energie des Strahlgutes wird entweder über Druckluftsysteme oder durch Schleuderräder erzeugt. Mit steigenden Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit wurden bereits für andere technische und wissenschaftliche Anwendungen eingesetzte Verfahren so weiterentwickelt, daß eine Nutzung dieser Verfahren zur Herstellung definierter Walzenoberflächen möglich wurde. Der Aufrauheffekt der neuen Verfahren basiert nicht mehr auf einer plastischen Oberflächenumformung wie beim Wirbelstrahlen sondern auf einem lokalen Aufschmelzen der Walzenoberfläche. Die dazu erforderliche Energie wird beim Laser-Texturieren mittels eines zeitlich getakteten Laserstrahls beim Elektronenstrahl-Texturieren ebenfalls mittels eines zeitlich getakteten Elektronenstrahls und beim Funkenerosionsbearbeiten durch elektrische Entladungsvorgänge auf die Walzenoberfläche übertragen. Fig. 3 zeigt schematisch die Funktionsprinzipien dieser Aufrauhtechniken.

Aufgabe der Erfindung ist somit ein diese beiden Anforderungen erfüllendes Feinblech zu entwickeln. Weiterhin soll eine Walze zur Oberflächenstrukturierung eines solchen Feinblechs und ein Verfahren zur Erzeugung und Verwendung einer solchen Walze schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Feinblech aus Stahl oder Aluminium mit stochastisch-deterministischer Rauheitsstruktur auf seiner Oberfläche. Ein derart oberflächenstrukturierter Feinblech vereinigt überraschenderweise die Vorteile einer stochastischen Rauheitsstruktur mit denen einer deterministischen Rauheitsstruktur. Insgesamt ergeben sich folgende Vorteile gegenüber bislang bekannt gewordenen Rauheitsstrukturen:

- Die deterministische Deckstruktur ermöglicht die Nutzung des Effektes der Bildung von geschlossenen hydrostatischen Schmiertaschen bei Umformbeanspruchungen.
- Die definierte Ausprägung des Zwischenbereichs zwischen den Kratern in Form der stochastischen Grundstruktur verhindert den sehr schnellen Abtransport des über den hydrostatischen Druckaufbau in den isolierten Schmiertaschen aktivierten Schmierstoffes und stellt gleichzeitig aufgrund der homogenen Verteilung der Gestaltmerkmale ein feingliedriges Netz von Mikrokanälen zur gleichmäßigen Verteilung des Schmierstoffes über die gesamte Oberfläche bereit.
- Die Funktionsweise des Mikrokanalnetzes der stochastischen Grundstruktur bleibt trotz der bei einer Umformung auftretenden Einebnung der Feinoberfläche erhalten.
- Die feingegliederte stochastische Grundstruktur gewährleistet eine gleichmäßige Verteilung der Mikrogleitflächen und minimiert durch die homogene Verteilung dieser Gleitreibzonen das Risiko von Kaltverschweißungs-Effekten zwischen Werkzeug und Werkstück.
- Die stochastische Grundstruktur sichert eine Mindestbenetzung der Oberfläche mit Schmierstoff zu Beginn des Umformprozesses, d.h. in einer Prozeßphase, in der der hydrostatische Druckaufbau in den Schmiertaschen noch nicht vollständig erfolgt ist.
- Die stochastische Grundstruktur verbessert deutlich das ästhetische Erscheinungsbild der Feinblechoberfläche gegenüber einer deterministischen Struktur.
- Die stochastische Grundstruktur verleiht dem Feinblech deutlich bessere Verlaufs- und Haftungseigenschaften für organische und metallische Beschichtungen.

- Die Schweißbarkeit der Oberfläche ist deutlich verbessert.
- Das Abriebverhalten der Oberfläche während einer Umformung ist ebenfalls verbessert. Der verbleibende Oberflächenabrieb kann aus der Kontaktzone abtransportiert und in den Schmieraschen aufgefangen werden.

Generell ist es denkbar, die stochastisch-deterministische Rauheitsstruktur des Feinblechs durch den Einsatz unterschiedlich aufgerauhter Arbeitswalzen in aufeinanderfolgenden Schritten des Kaltwalzprozesses herzustellen. Dies bedeutet, im vorletzten Umformstich des Kaltwalzens oder Kaltnachwalzens Arbeitswalzen mit deterministischer Oberflächenstruktur einzusetzen und im letzten Umformstich solche mit stochastischen Oberflächenstrukturen oder umgekehrt. Aufgrund der zumindest teilweisen Abprägung der Schleifstruktur entsteht im letzten Umformstich dabei keine optimale Oberflächenstruktur des Feinbleches.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird daher eine Walzwerkswalze vorgeschlagen, die eine stochastisch-deterministische Rauheitsstruktur aufweist. Diese kann sie entweder bei der Herstellung von Produkten, die nicht nachgewalzt werden müssen, bereits im letzten Umformstich des Kaltwalzens oder bei Feinblechen, die nachgewalzt werden, im letzten Umformstich des Nachwalzens auf das Feinblech übertragen.

Fig. 4 zeigt eine Darstellung einer stochastisch-deterministischen Rauheitsstruktur auf einer Feinblechoberfläche. Fig. 5 zeigt die Struktur der Walzenoberfläche. Die beabstandeten Erhebungen treten hier gegenüber den tiefer liegenden Zwischenabschnitten deutlich hervor.

Grundsätzlich ließe sich auf der Walzwerkswalze zunächst eine deterministische Rauheitsstruktur erzeugen und anschließend die stochastische Rauheitsstruktur überlagern. Es wird jedoch erfindungsgemäß bevorzugt, in umgekehrter Reihenfolge zunächst die stochastische Rauheitsstruktur zu erzeugen und anschließend die deterministische Rauheitsstruktur zu überlagern. In dieser Weise erzeugte Rauheitsstrukturen haben sich als günstiger für die Abbildung auf einer Feinblechoberfläche erwiesen.

Die stochastische Grundstruktur auf der Walzenoberfläche kann in an sich bekannter Weise durch Wirbelstrahlen- oder Funkenerosion erfolgen. Die deterministische Deckstruktur kann man in bekannter Weise durch Laser- oder Elektronenstrahlbearbeitung überlagern. Bevorzugte Rauheits- und Geometrienkenngrößen der Rauheitsstrukturen einer erfindungsgemäßen Arbeitswalzenoberfläche sind in Tafel 1 und die einer erfindungsgemäßen Feinblechoberfläche in Tafel 2 enthalten.

Bevorzugt wird eine Walze mit stochastischdeterministischer Rauheitsstruktur für den letzten Umformstich beim Kaltwalzen oder Kaltnachwalzen von Feinblech aus Stahl oder Aluminium verwendet. Der Einsatz einer stochastisch-deterministischen Walzenoberfläche in Warm- und Kaltwalzprozessen führt durch die Begünstigung des hydrodynamischen Reibungszustandes zu einer Verbesserung des gesamten Umformprozesses, z.B. Vermeidung von Schmierfilmabrissen.

Tafel 1

Rauheitskenngrößen und Geometrienkenngrößen der Grund-, Deck- und Kombinationsstruktur der Arbeitswalzenoberfläche

Rauheitskenngrößen	stochastische Grundstruktur	deterministische Deckstruktur	Kombinationsstruktur
Ra [μm]	0,80 - 2,00	2,00 - 4,50	2,00 - 4,50
Rz [μm]	4,00 - 14,00	17,50 - 37,50	17,50 - 37,50
Rt [μm]	4,50 - 16,50	23,00 - 48,00	23,00 - 48,00
Pc [1/cm]	65 - 150	50 - 110	60 - 130
Geometrienkenngrößen			
Kraterdurchmesser [μm]	-	100,00 - 300,00	100,00 - 300,00
Kraterabstand radial [μm]	-	150,00 - 450,00	150,00 - 450,00
Kraterabstand axial [μm]	-	150,00 - 450,00	150,00 - 450,00

Rauheitskenngrößen gemäß DIN 4768, DIN 4762 und SEP 1940 *)

Tafel 2

Rauheitskenngrößen und Geometriekenngrößen der deterministisch-stochastischen Kombinationsstruktur der Feinblechoberfläche	
Rauheitskenngrößen	Kombinationsstruktur
Ra [μm]	0.80 - 3.20
Rz [μm]	5.50 - 22.00
Rt [μm]	7.00 - 27.00
Pc [1/cm]	50 - 110
Geometriekenngrößen	
Kraterdurchmesser [μm]	50.00 - 250.00
Kraterabstand radial [μm]	150.00 - 450.00
Kraterabstand axial [μm]	150.00 - 450.00
Rauheitskenngrößen gemäß DIN 4768, DIN 4762 und SEP 1940 ^{*)}	

^{*)} Ra arithmetischer Mittenrauhwert

Rz (DIN) gemittelte Rauhtiefe

Rt maximale Rauhtiefe

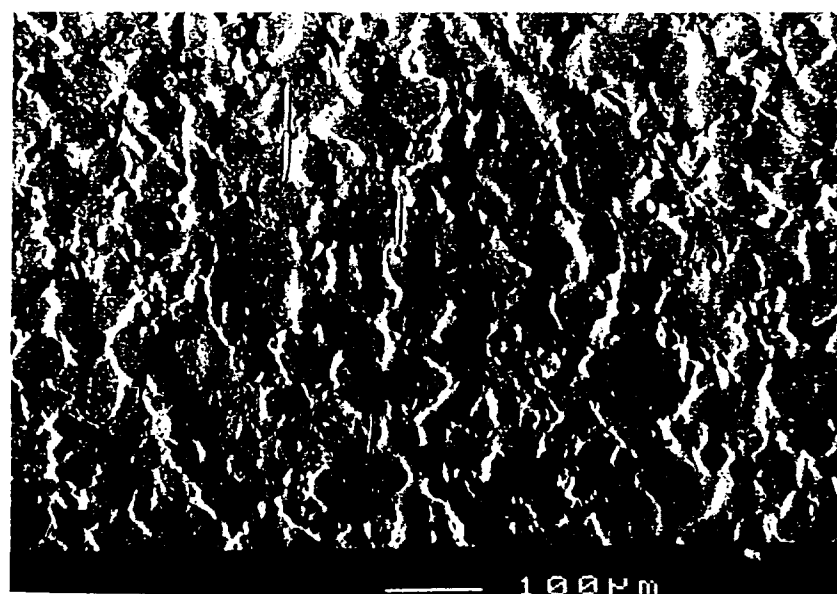
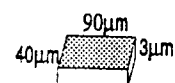
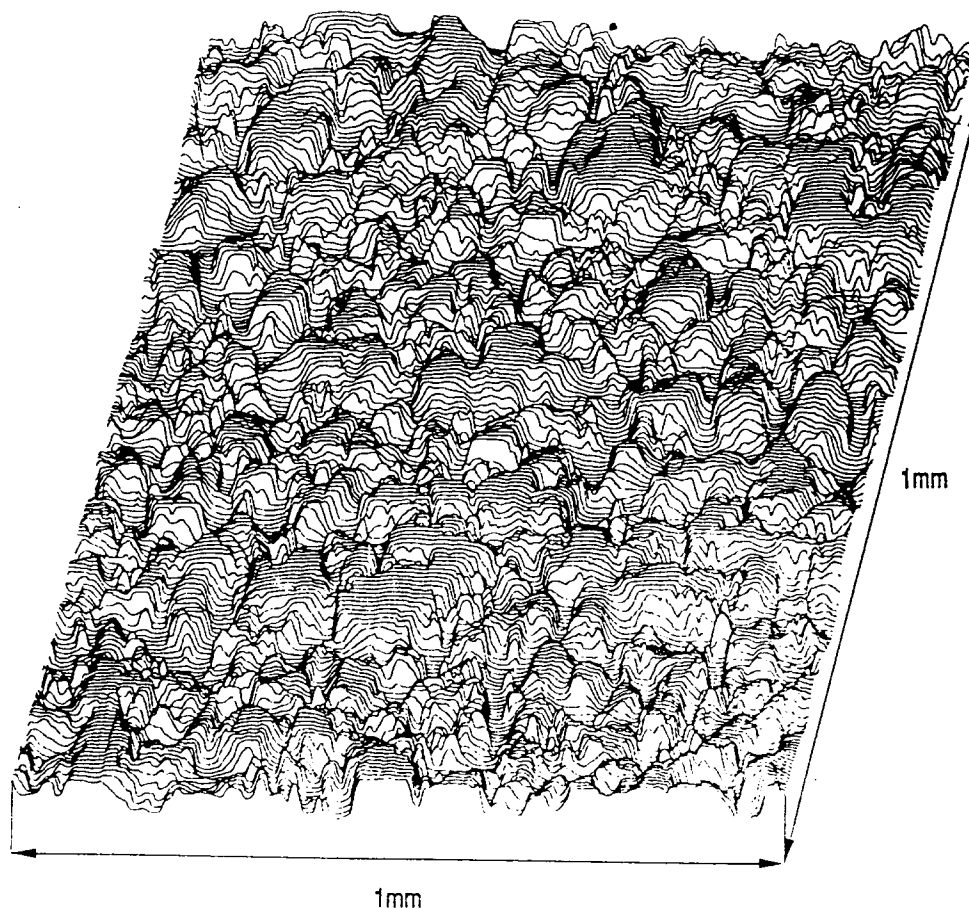
Pc Spitzenzahl

Patentansprüche

1. Feinblech aus Stahl oder Aluminium mit stochastisch-deterministischer Rauheitsstruktur.
2. Walzwerkswalze mit stochastisch-deterministischer Rauheitsstruktur.
3. Walzwerkswalze nach Anspruch 2,
gekennzeichnet durch eine stochastische Grundstruktur und eine deterministische Deckstruktur.
4. Verfahren zur Herstellung einer Walzwerkswalze mit definierter Oberflächenstruktur,
dadurch gekennzeichnet, daß die Walzenoberfläche zunächst mit einer stochastischen Rauheitsstruktur versehen wird, die danach von einer deterministischen Deckstruktur derart überlagert wird, daß eine stochastisch-deterministische Mischstruktur erhalten wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die stochastische Grundstruktur auf der Walzenoberfläche durch Wirbelstrahlen oder Funkenerosion und die deterministische Deckstruktur durch Laser- oder Elektronenstrahlbearbeitung erzeugt wird.
6. Verwendung einer Walzwerkswalze nach Anspruch 2 oder 3 für den Einsatz beim Warmwalzen, reduzierenden Kaltwalzen und Kaltnachwalzen von Flachprodukten aus Stahl oder Aluminium.

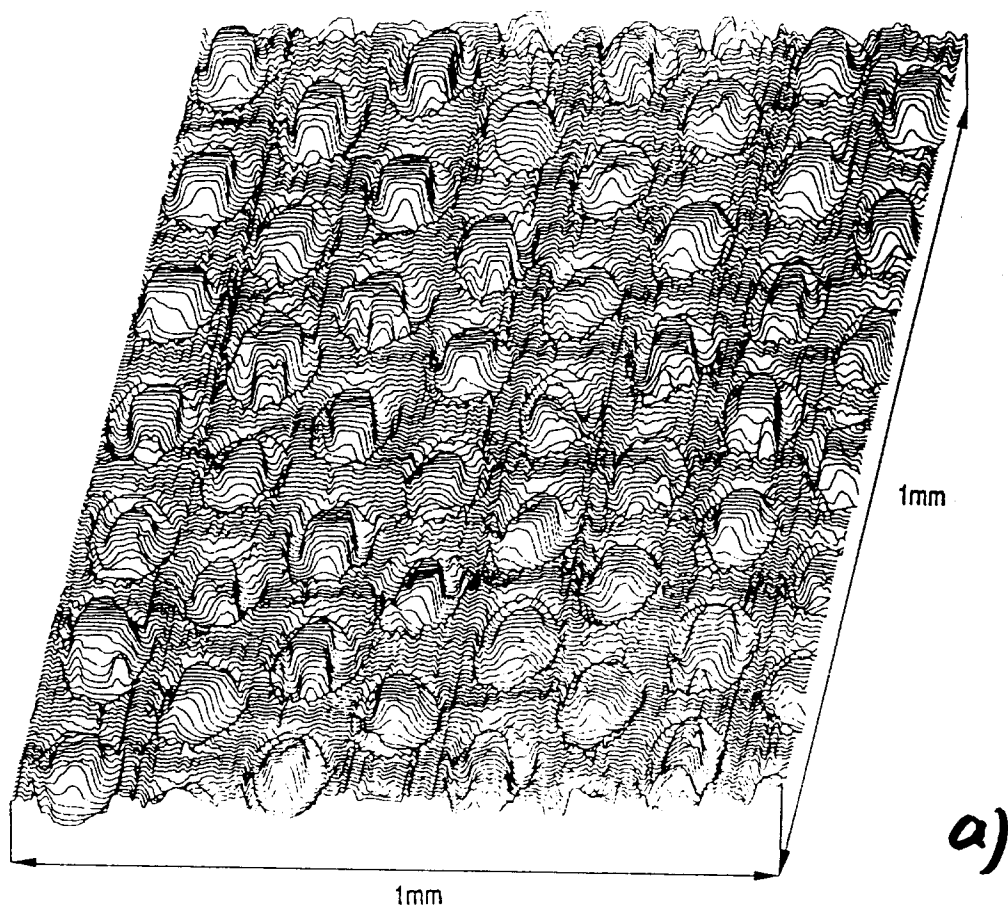
Fig. 1

a)

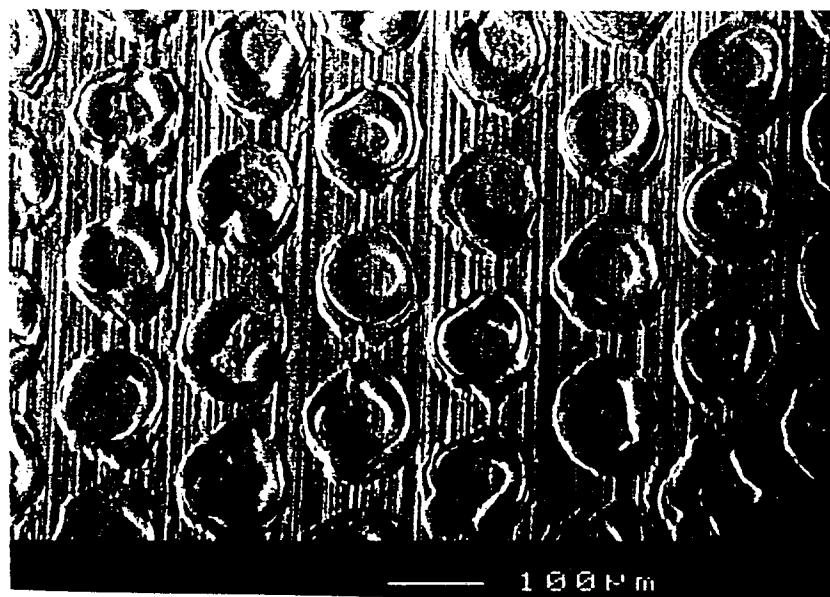
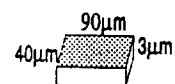


b)

Fig. 2



a)



b)

Fig. 3

Shot Blast Texturing

Electric Discharge Texturing

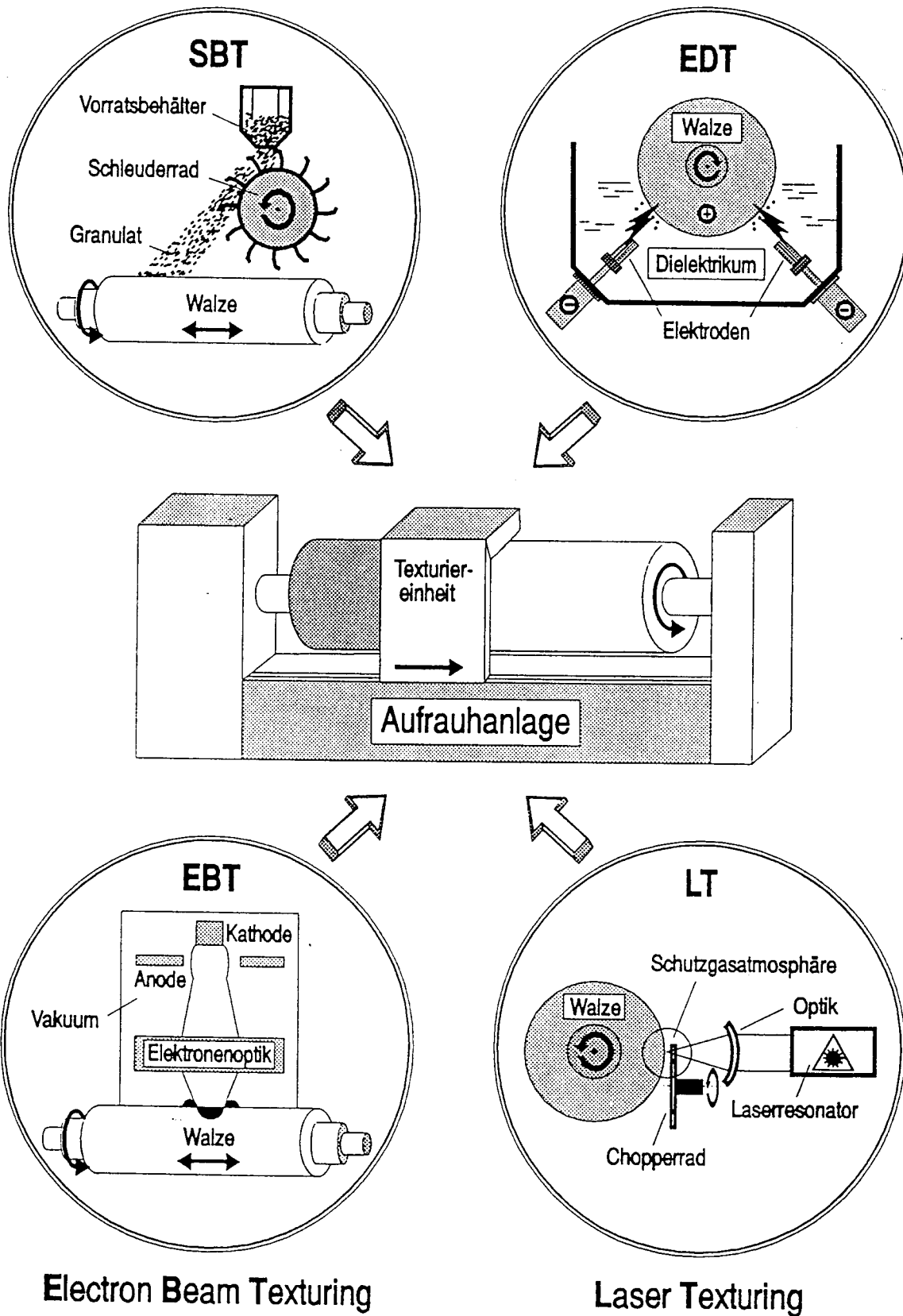


Fig. 4

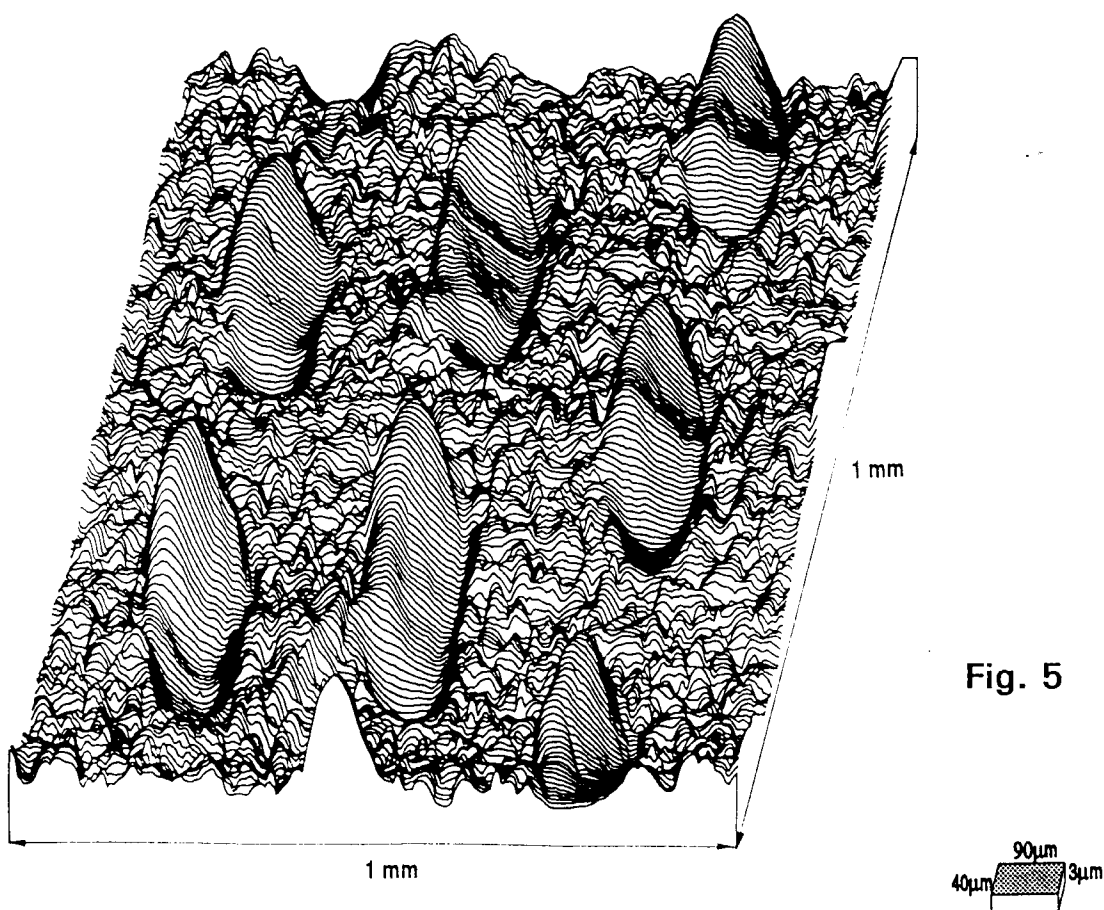
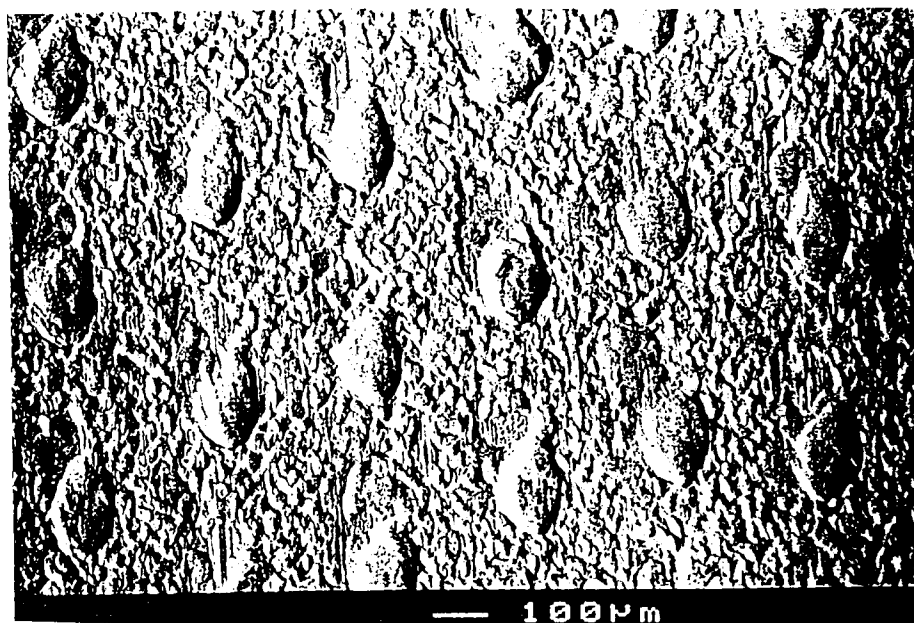


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 11 2092

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 375 (M-1010), 14.August 1990 & JP-A-02 137601 (SUMITOMO METAL IND LTD), 25.Mai 1990, * Zusammenfassung *	1-6	B21B1/22 B21B27/00
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 450 (M-1030), 27.September 1990 & JP-A-02 179302 (SUMITOMO METAL IND LTD), 12.Juli 1990, * Zusammenfassung *	1-6	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 305 (M-849), 13.Juli 1989 & JP-A-01 095804 (NIPPON STEEL CORP), 13.April 1989, * Zusammenfassung *	1	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 208 (M-1117), 28.Mai 1991 & JP-A-03 057504 (KOBE STEEL LTD), 12.März 1991, * Zusammenfassung *	1	
X	US-A-3 956 915 (SAUNDERS WILLIAM T) 18.Mai 1976 * Spalte 4; Abbildungen 5,5A,5B *	1	
D,A	STAHL UND EISEN, Bd. 114, Nr. 7, 18.Juli 1994, DÜSSELDORF,DE, Seiten 55-59, 120, XP000453938 PAWELSKI O ET AL: "AUSBILDUNG DER LACKOBERFLÄCHE BEI AUSGEWÄHLTEN FEINBLECHPROBEN UNTERSCHIEDLICHER OBERFLÄCHENSTRUKTUR" * Seite 55 - Seite 57; Abbildungen 1-5 *	1,2,4,6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 3.Dezember 1996	Prüfer Rosenbaum, H
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 : mündliche 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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)