

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. November 2006 (23.11.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/122606 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23K 26/36 (2006.01) **B29D 31/00** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/002826

(22) Internationales Anmeldedatum:

29. März 2006 (29.03.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2005 022 696.5 18. Mai 2005 (18.05.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **BENECKE-KALIKO AG** [DE/DE]; Beneckallee 40, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **OHLINGER, Rainer** [DE/DE]; Bergwaldstr. 5, 76547 Sinzheim (DE). **VOGT, Günter** [DE/DE]; Ostpreussenweg 17, 31737 Rinteln (DE). **WOLFF, Roland** [DE/DE]; Neue Strasse 23, 30926 Seelze (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):

AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

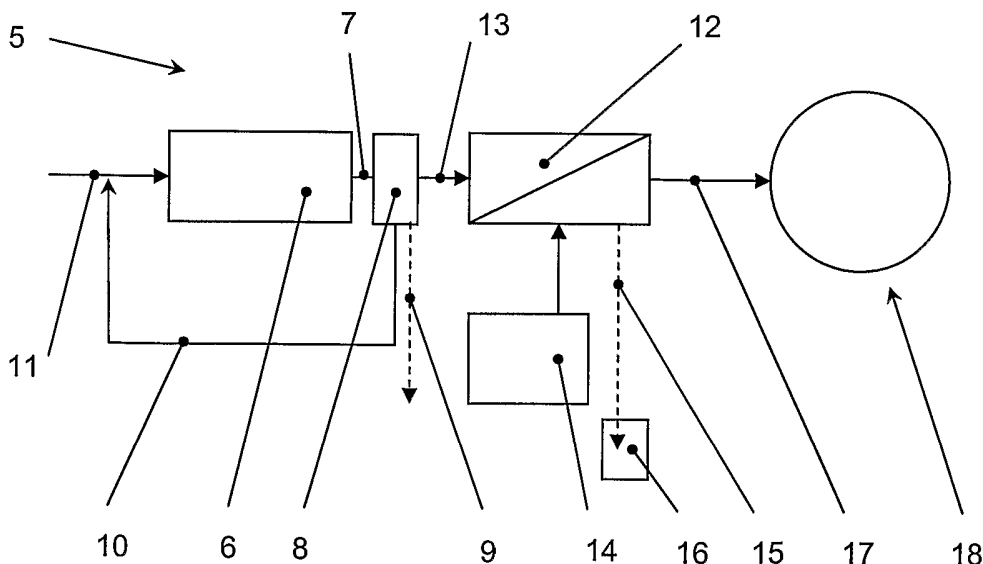
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):

ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING THREE-DIMENSIONALLY STRUCTURED SURFACES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON DREIDIMENSIONAL STRUKTURIERTEN OBERFLÄCHEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing three-dimensionally structured surfaces of objects as a reproduction of an original surface, during which the topology of the original surface is determined, and the data are used for controlling a machining tool. The determined topology and a random topology of a reproduction surface are brought closer to one another via a series of proximity comparisons until all items of height information of the reproduction surface are successively replaced by items of height information from the original surface, and that once an established similarity between the topologies of the reproduction surface and the original surface is obtained, the items of height information of the reproduction surface are provided for controlling the machine tool serving to machine the surface of the object.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/122606 A2



Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Herstellung von dreidimensional strukturierten Oberflächen von Gegenständen, als Reproduktion einer Originaloberfläche, wobei die Topologie der Originaloberfläche ermittelt wird und die Daten zur Steuerung eines Bearbeitungswerkzeug genutzt werden, wobei die ermittelte und eine zufällige Topologie einer Reproduktionsoberfläche über eine Folge von Nachbarschaftsvergleichen einander angenähert werden, bis alle Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche sukzessive durch Höheninformationen aus der Originaloberfläche ersetzt sind, und dass nach Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen den Topologien der Reproduktionsoberfläche und der Originaloberfläche die Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche für die Steuerung des Bearbeitungswerkzeuges zur Bearbeitung der Gegenstandsoberfläche zur Verfügung gestellt werden.

Beschreibung

5

Verfahren zur Herstellung von dreidimensional strukturierten Oberflächen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von dreidimensional strukturierten Oberflächen von Gegenständen, wobei im Wesentlichen
10 unbegrenzte Gegenstandsoberfläche mit Hilfe eines Bearbeitungswerkzeuges als Reproduktion einer dreidimensional strukturierten endlichen und durch Ränder begrenzten Originaloberfläche (Mustervorlage) erzeugt wird, und bei dem zunächst die Topologie der Originaloberfläche mit Hilfe eines Abtastverfahrens ermittelt wird und die so ermittelten und im Wesentlichen aus den zu jedem
15 Flächenelement der Originaloberfläche gehörigen Höhen bestehenden topologischen Daten zur elektronischen Steuerung eines Bearbeitungswerkzeug, vorzugsweise eines Lasers, zur Bearbeitung der dreidimensional strukturierten Gegenstandsoberfläche genutzt werden.

20 Verfahren zur Lasergravur von Oberflächen natürlicher oder synthetischer Mustervorlagen sind bereits bekannt. Sie weisen jedoch alle Mängel in der Qualität der reproduzierten Oberflächenstruktur auf.

Die DE 43 24 970 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung von dreidimensional
25 strukturierten Oberflächen einer Prägewalze zum kontinuierlichen Prägen der Oberfläche einer thermoplastischen Folie, wobei die Oberfläche der Prägewalze die Negativform der zu prägenden Oberfläche darstellt. Benutzt wird diese Technik für die Herstellung von thermoplastischen Folien als Ersatz für natürliche und in
30 ausgeprägten Narbstruktur versehenes Rindsleder, Büffelleder, etc. Hierbei wird zunächst mit Hilfe einer Lasergravur die Oberfläche einer Positivform bearbeitet,

wobei der Laser(-strahl) dabei durch elektrisch / elektronisch gespeicherte Daten gesteuert wird, die vorher mit Hilfe einer optischen oder mechanischen Abtastung der Originaloberfläche erhalten wurden. Ein solches abtragendes Laser-gravurverfahren kann man einerseits dazu nutzen, um eine Prägewalze direkt und ohne das Erfordernis weiterer Zwischenschritte herzustellen. Andererseits läßt ein solches Verfahren auch eine „indirekte Herstellung zu. Dazu wird der Laserstahl auf die Umfangsfläche einer Walze / Hilfswalze gerichtet, auf deren Oberfläche eine Positivstruktur / Positivtextur der Originaloberfläche eingearbeitet wird. Der Laserstrahl wird dabei als Werkzeug relativ zur Walzenoberfläche bewegt.

5

10

15

20

Danach wird von der Walzenoberfläche ein Abdruck aus Silikonkautschuk genommen, der die Form eines Schlauches besitzt, und zu der sogenannten Prägetochter vulkanisiert. Diese Prägetochter wird dann von der Hilfswalze abgezogen, indem das Innere des (Silikon-) Schlauches nach außen gekrempelt wird. Die innere und nun nach außen gekrempelte äußere Oberfläche der Prägetochter weist nun wieder eine Negativform der Originaloberfläche auf. Die so umgekrempelte Prägetochter wird nun auf eine Druckwalze / Prägewalze aufgezogen. Die Prägewalze wird danach mit einer abstützenden Gegenwalze zu einem Walzengerüst zusammengestellt. Mit einem solchen Walzengerüst / Walzstuhl kann dann eine thermoplastische Folie kontinuierlich und in “Endlosbahnen“ geprägt werden, deren Oberfläche die gleiche Positivform wie die Originaloberfläche besitzt.

Hierbei wird mit einer optischen oder mechanischen Abtastung der Oberfläche der Mustervorlage (Originaloberfläche) natürlich nur eine begrenzte Fläche abgetastet,

25

30

beispielsweise ein mehr oder minder großes Stück Büffelleder. Bei der abtragenden Laser-Bearbeitung zur Herstellung der Prägewalze wird die so erhaltene Oberflächeninformation vielfach wiederholend aneinandergesetzt, wodurch beim kontinuierlichen Prägen nachteiligerweise Übergänge oder Grenzbereiche sichtbar werden. Eine genaue Lehre zur Modulation des Laserstrahles im Hinblick auf die exakte dreidimensionale Oberflächenreproduktion

ist ebenfalls nicht beschrieben, weder im Hinblick auf die Abtastung, noch in Bezug auf die Bearbeitung der Prägewalzen.

Die DE 43 26 874 A1 offenbart ein Verfahren zur Gravur eines Musters in die
5 Oberfläche eines Werkstücks, bei der ebenfalls mit Hilfe einer optischen oder mechanischen Abtastung einer Oberfläche einer Mustervorlage eine Oberflächeninformation in Form von elektrischen Steuersignalen erzeugt und gespeichert wird, die dann zur Steuerung des Gravurlasers genutzt wird. Hierbei wird im Bereich der Übergänge oder Stöße die dort von der Mustervorlage
10 gewonnene Oberflächeninformation als gleiches Muster mehrfach hintereinander auf das Werkstück graviert. Auch ist offenbart, die gleiche Oberflächeninformation mehrfach und/oder abwechselnd in umgekehrte Informationsfolge – also vorwärts und rückwärts – zu gravieren, also auch mit einer gewissen Zufälligkeit aufzubringen. Durch solche Verfahren werden die Übergänge zwar etwas weicher,
15 bleiben aber nach wie vor sichtbar.

Die genannten Verfahren zur Herstellung von Prägewalzen zum kontinuierlichen Prägen der Oberfläche einer thermoplastischen Folie oder zur Gravur eines Musters in die Oberfläche eines Werkstücks können selbstverständlich zur
20 Herstellung von sogenannten Zwischenoriginalen mit einer positiven und der Originaloberfläche entsprechenden Struktur bzw. Textur genutzt werden, von denen dann wieder Negativabgüsse erstellt werden, welche schließlich zur Einprägung einer positiven Textur / Struktur auf der Oberflächen des Endproduktes genutzt werden können.

25 Es ist jedoch ebenso möglich, wie dies z. B. die DE 44 41 216 A1 beschreibt, ein solches abtragendes Lasergravurverfahren zu nutzen, um eine Prägewalze direkt und ohne das Erfordernis weiterer Zwischenschritte herzustellen. Dabei wird ein Laserstrahl auf die aus Silikongummi bestehende Umfangsfläche einer
30 Prägewalze gerichtet und relativ zur Umfangsfläche so bewegt, daß eine Oberflächenstruktur einer Mustervorlage als Negativform direkt in die Außenfläche

der Prägewalze gebrannt wird. Auch bei diesem Verfahren sind die Übergänge, wie sie aus dem aneinander setzen der Originaloberfläche entstehen, optisch erkennbar und qualitätsmindernd.

5 Die DE 34 05 985 A1 beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zum kontinuierlichen Prägen einer thermoplastischen Folie, insbesondere auch die Herstellung einer zugehörigen Prägewalze, bei dem die Topologie der Originaloberfläche mit Hilfe eines Abdruckverfahrens erfasst wird. Hierbei wird zunächst von der Originaloberfläche ein Abdruck aus Silikonkautschuk
10 genommen. Der Abdruck, dies ist die sogenannte Prägemutter, wird vulkanisiert und von der Originaloberfläche abgezogen. Aufgrund der endlichen Abmessungen der Originalvorlage ist auch dieser erste Abdruck, die Prägemutter, in ihren Abmessungen begrenzt und typischerweise länglich bzw. streifenförmig.

15 Mit dieser Prägemutter, deren Oberfläche nun eine Negativform der Originaloberfläche darstellt, wird nun die Oberfläche einer im Wesentlichen in ihren Abmessungen vergleichbaren thermoplastische Folie geprägt, und unter Anwendung von Druck und Hitze fixiert. Die Oberfläche dieser thermoplastischen Folie besitzt nun wieder die Positivform der Originaloberfläche.

20 Mehrere Stücke dieser thermoplastischen Folie, also mehrere „Abdrucke“ werden nun aneinandergefügt. Die entstehenden Stoßkantenbereiche müssen danach unter Druck und Hitze mit der Prägemutter überprägt werden, um den Übergang im Nahtbereich an die Struktur und an das Aussehen der übrigen Fläche
25 anzupassen. So erstellt man aus einer größeren Anzahl von Einzelstücken eine länglich-rechteckige thermoplastische Folie. Diese Folie wird dann mit ihren Längsseiten aneinander anstoßend zu einem Schlauch / zu einem Zylinder geformt. Die durch die Längsseiten gebildete Naht wird dann ebenfalls unter Druck und Hitze mit der Prägemutter überprägt, um die entstehende Stoßnaht
30 möglichst unsichtbar zu machen.

Eine andere Methode besteht darin, streifenförmige thermoplastische Folie z. B. auf einer Hilfswalze schraubenförmig so zu einem Schlauch aufgewickelt, dass die Seitenbereiche unter Bildung von Stumpfnähten aneinanderstoßen. Die schraubenförmigen Nähte / Nahtbereiche werden dann unter Druck und Hitze mit
5 der Prägemutter überprägt, um den Übergänge anzupassen.

Es entstehen also in beiden Fällen ein Schlauch oder ein Zylinder aus thermoplastischer Folie mit einer Außenoberfläche, die die Positivform der Originaloberfläche mit einem hervorragenden Informationsgehalt besitzt. Dieser
10 Schlauch wird dann auf eine Hilfswalze aufgebracht.

Auf diese mit dem Schlauch aus thermoplastischer Folie versehene Hilfswalze wird nun noch einmal Silikonkautschuk aufgetragen und somit von der Außenoberfläche erneut ein Abdruck genommen, der die Form eines Schlauches
15 besitzt. Dies ist wieder die sogenannte Prägetochter, die ebenfalls vulkanisiert und dann von der mit thermoplastischer Folie versehenen Hilfswalze durch Umkrempeln abgezogen wird, wie oben bereits beschrieben.

Die innere und nun nach außen gekrempelte Oberfläche der Prägetochter weist
20 nun wieder eine Negativform der Originaloberfläche und wird in der bereits geschilderten Weise auf eine Druckwalze / Prägewalze aufgezogen, mit der dann die Folienbahnen geprägt werden.

Der übertragene „Informationsgehalt“ ist bei solchen Abdruckverfahren hoch, d.h.
25 erkennbar höher als bei üblichen Lasergravurverfahren und erzeugt eine hochwertige und der Originaloberfläche außerordentlich ähnliche Reproduktionsoberfläche. Allerdings sind die Walzenoberflächen und die Oberflächen der geprägten Folienbahnen trotz aller Bemühungen nicht frei von sichtbaren Übergangsbereichen, welche durch das Aneinandersetzen von
30 Teilstücken zu einer Prägewalzenoberfläche entstehen. Diese Übergangsbereiche

können durch die bisher bekannten Hilfsmaßnahmen, wie z. B. dem nachträglichen Überprägen, nicht vollständig beseitigt werden.

Die DE 34 39 822 A1, eine Teilanmeldung aus der DE 34 05 985 A1, beschreibt
5 ein im Prinzip ebenso ausgebildetes Verfahren zur Herstellung einer Kunststoffolie mit einer Narbung, insbesondere einer natürlich wirkenden Ledernarbung, bei der die letztlich entstandene Kunststoffolie und die Prägetochter, d.h. der letzte und der vorletzte Schritt des bereits geschilderten Verfahrens, durch Aufgießen oder Aufstreichen, anschließendes Vulkanisieren und Abziehen erfolgt.

10

Auch die zu diesem Schutzrechtskomplex gehörige EP 0 154 141 B1 offenbart im Grunde das bereits durch die beiden oben genannten Schriften dargestellte Verfahren und beschränkt sich lediglich auf die Herstellung der Prägewalze.

15 Bei den in den drei vorgenannten Veröffentlichungen dargestellten Verfahren besteht neben den sichtbaren Übergangsbereichen der Nachteil, dass durch das vielfache wechselnde Abgießen / Umformen in Positiv- und Negativformen ein hoher Aufwand und sorgfältigstes und damit zeitintensives Arbeiten und das häufige Verwenden von Trennmittel erforderlich ist, wenn man alle feinen
20 Vertiefungen und Poren der Originaloberfläche, d.h. der Narbungsvorlage, reproduzieren will.

Die Behebung der Nachteile in Bezug auf die Verwendung von Trennmitteln ist das Ziel in einem Verfahren, welches die EP 1 238 789 B1 offenbart. Hier handelt
25 es sich um ein Verfahren zur Herstellung einer Prägewalze aus Silikonkautschuk, deren Prägeoberfläche eine im Vergleich zur Oberfläche des Originales / der Mustervorlage negative Oberflächentextur / Struktur aufweist. Hierbei wird zunächst mit Hilfe eines Laserbearbeitungsverfahrens die Oberfläche einer Hilfswalze bearbeitet. Die Oberfläche besteht dabei aus Nitrilbutadienkautschuk.
30 Ein abtragender Laserstahl wird auf die Umfangsfläche der Hilfswalze gerichtet. Der Laserstrahl bewegt sich relativ zu letzterer und wird von den als Daten

vorliegenden Oberflächeninformationen einer Originaloberfläche / Mustervorlage so gesteuert, dass eine der Mustervorlage entsprechende Positivstruktur / Positivtextur in der Oberfläche der Hilfswalze entsteht. Danach wird von der Hilfswalze ein Abdruck aus Silikonkautschuk genommen, der die Form eines Schlauches besitzt, und zu der sogenannten Prägetochter vulkanisiert. Die beiden Werkstoffe Nitrilbutadienkautschuk und Silikonkautschuk können relativ leicht und ohne Verwendung von Trennmitteln getrennt werden. Im weiteren wird so verfahren, wie oben bereits geschildert. Die Prägetochter wird abgezogen, indem das mit Negativstruktur / Negativtextur versehene Innere des (Silikon-) Schlauches nach außen gekrempelt wird und schließlich auf eine Druckwalze / Prägewalze aufgezogen.

Allen bisher bekannten Verfahren haftet der Nachteil an, dass die Qualität der dreidimensionalen Reproduktion der Originaloberfläche in ihrer naturgetreuen Wiedergabe unzureichend ist.

Dies vor allen Dingen deshalb, weil zum einen die Stoßkanten bzw. Übergangsbereiche, wie sie durch Aneinandersetzung von begrenzten Teilbereichen zur Generierung einer Prägewalzenoberfläche entstehen, nicht mit ausreichender Qualität unsichtbar gemacht werden können, und weil zum Anderen durch das Aneinandersetzen solcher Teilbereiche in diesen durch unterschiedliche Lichtreflexion bzw. Lichtbrechung eine schachbrettartige Bildierung in der erzeugten Oberfläche entsteht. Dies wird z.B. von den Abnehmern hochwertig beschichteter Waren, d.h. den Herstellern von Gegenständen aus Lederimitat, Armaturenbrettern, von Handtaschen, Koffern oder Möbeln, nicht akzeptiert.

Die als Alternative sich präsentierenden Lasergravurverfahren herkömmlicher Art sind bisher aber noch nicht geeignet, einen ausreichend hohen Informationsgehalt einer Oberfläche einer komplexen Vorlage so auf eine reproduzierte Oberfläche zu übertragen, dass eine original-identische Reproduktionsoberfläche erscheint.

Darüberhinaus entstehen auch hier trotz aller Bemühungen, wie etwa rechnerische Musterumkehr, manuelle Glättung der Randbereiche etc., sichtbare Übergangsbereiche.

5 Für die Erfindung bestand also die Aufgabe, ein Verfahren zur Herstellung von dreidimensional strukturierten Oberflächen bereitzustellen, welches zu einer in höchstem Maße naturgetreuen Reproduktion einer Musteroberfläche führt, und welches zur jedwedem natürlichen oder gestalteten Muster bzw. jedweder Originaloberfläche, auch von kleinen Mustern, eine übergangs- und randfreie
10 sowie beliebige vergrößerte Reproduktion bzw. Vervielfältigung ohne Rapportbildung und Moulettenstreifen erlaubt.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Hauptanspruchs. Weitere vorteilhafte Ausbildungen sind in den Unteransprüchen erfasst. Ebenfalls offenbart
15 ist eine besonders geeignete Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens sowie eine besonders geeignete Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst ein erster Datensatz mit
20 der Topologie einer begrenzten Originaloberfläche abgespeichert, wobei der Datensatz aus den gemessenen Höheninformationen der jeweils zugehörigen Flächenelemente der Originaloberfläche besteht.

Der Begriff „Höheninformation“ beinhaltet ein Maß in vertikaler Richtung, also im
25 Wesentlichen senkrecht oder „normal“ zur Fläche und ist hier – je nach Bezugspunkt – bedeutungsgleich zu verstehen mit Höhenkoordinate, Tiefeninformation, oder Tiefenkoordinate.

Danach wird ein anderer, ein „zweiter“ Datensatz erzeugt und abgespeichert, der
30 ähnlich wie der erste Datensatz aus Höheninformationen und zugehörigen Flächenelementen besteht. Dieser Datensatz beruht jedoch nicht auf gemessenen

Größen, sondern beinhaltet zufällig erzeugte Daten. Es sind dies also Höhen- und Flächeninformationen, die aus zufällig ermittelten Daten erzeugt werden. Damit entsteht eine zufällig erzeugte Topologie, die, wenn man so will, einer „synthetischen“ Fläche entspricht. Der „zweite“ Datensatz besteht also aus zufällig erzeugten Höheninformationen für jeweils zugehörige „Flächenelemente“.

Diese mit Hilfe zufällig erzeugter Daten charakterisierte „synthetische“ Fläche ist hier als „nicht begrenzte Reproduktionsoberfläche“ bezeichnet. Die Bestimmung „nicht begrenzt“ unterscheidet die entstehende Reproduktionsfläche von der tatsächlichen Originalvorlage oder –fläche, welche ja in irgendeiner Form begrenzt, d.h. endlich oder mit Rändern versehen ist. Man denke hier etwa an eine Originalvorlage in Form eines handtuchgroßen Büffellederflickens, aus dem der – unbegrenzt und ohne Rand – vorhandene Bezugsstoff einer Sofaoberfläche entstehen soll.

Der Begriff „Reproduktionsoberfläche“ bezeichnet dabei zunächst noch nicht die fertige und original-identische Oberfläche des zu bearbeitenden Gegenstandes, also noch nicht die letztlich mit Hilfe der Bearbeitungswerkzeuge gestaltete Gegenstandsoberfläche, sondern ein „Zwischenprodukt“ welches noch bearbeitet und in ein fertiges Endprodukt überführt werden muß.

Die Reproduktionsoberfläche ist hier also zunächst eine Art synthetisches Zwischenoriginal einer Fläche, das erst in mehreren Verarbeitungsschritten zur fertigen Reproduktionsfläche weiterverarbeitet werden muß. Erst nach den nachfolgend beschriebenen verfahrensgemäßen Verarbeitungsschritten entsteht nämlich die „fertige“ Reproduktionsoberfläche, die nach dem letzten Verarbeitungsschritt die original-identische Gegenstandsoberfläche repräsentiert, bzw. die die zur entsprechenden Steuerung eines Bearbeitungswerkzeuges erforderlichen Daten bereitstellt.

30

Um dieses Ziel zu erreichen, besteht der nächste Verfahrensschritt (c) nun darin, dass um eine erste – wie oben dargestellt zufällig erzeugte – Höheninformation der Reproduktionsoberfläche, d.h. um einen beliebig ausgewählten ersten „Punkt“ der Reproduktionsoberfläche, mehrere benachbarte zufällige Höheninformationen zu einer ersten Teilmenge zusammengefasst und in einem dritten Datensatz
5 gespeichert werden, wobei Lage und Anordnung der benachbarten Höheninformationen durch die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente der Reproduktionsoberfläche ebenfalls gespeichert werden. Der dritte Datensatz beinhaltet somit Daten der Reproduktionsoberfläche.

10

Danach wird dieser dritte Datensatz mehrfach mit einem bei jedem neuen Vergleich mit neuen Daten belegten vierten Datensatz verglichen, wobei in dem vierten Datensatz eine zweite Teilmenge benachbarter gemessener Höheninformationen der Originaloberfläche sowie durch die Koordinaten der
15 jeweils zugehörigen Flächenelemente auch die Lage und Anordnung der benachbarten Höheninformationen der Originaloberfläche gespeichert ist sind. Der vierte Datensatz beinhaltet somit Daten der Originaloberfläche.

20

Es findet sodann ein Vergleich der Umgebungen, der Nachbarschaften als solche auf der „synthetischen“ Fläche und der Originaloberfläche statt, wobei die Struktur der Nachbarschaften möglichst ähnlich oder gleich ist. Die „Nachbarschaften“, dies ist festzuhalten, bestehen aus jeweils benachbarten Höheninformationen um einen Betrachtungspunkt – ebenfalls eine Höheninformation – gespeichert als Datensatz in der ersten und zweiten Teilmenge.

25

Beim Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen der Höheninformation der ersten und den Höheninformationen der zweiten Teilmengen wird sodann die erste zufällige Höheninformation der Reproduktionsoberfläche, d.h. der Höhenwert für den ersten betrachteten „Punkt“ der Reproduktionsoberfläche, ersetzt durch
30 eine zweite Höheninformation der Originaloberfläche, die in ihrer Lage und

Anordnung in Bezug auf die zweite Teilmenge der Lage und Anordnung der ersten Höheninformation in Bezug auf die erste Teilmenge entspricht.

Hierdurch wird also in diesem Verfahrensschritt (e) ein Höhenwert für einen ersten
5 „Punkt“ der Reproduktionsoberfläche ersetzt durch einen Höhenwert eines
anderen, eine zweiten „Punktes“ auf der Originaloberfläche. Das Kriterium für die
Auswahl des „Ersatzwertes“ sind dabei „passende“ Nachbarschaften aus der
Reproduktionsfläche und der Originalfläche, passend nämlich im Hinblick auf ihre
Höheninformationen und in Bezug zu ihrer Lage zum ersten und zweiten Punkt in
10 der Reproduktions- und Originaloberfläche. Die „Umgebungs-Teilmenge“
(Datensatz 3) aus der Reproduktionsfläche wird also verglichen mit der
„Umgebungs-Teilmenge“ aus der Originaloberfläche (Datensatz 4). Soweit schon
Höheninformationen aus einem vorlaufenden Verarbeitungsschritt vorliegen,
werden auch diese, wie unten geschildert, in das Kriterium für die Auswahl des
15 „Ersatzwertes“ mit einbezogen.

Die Verfahrensschritte c) bis e) werden danach so oft mit unterschiedlichen ersten
und zweiten Teilmengen durchgeführt und wiederholt, bis alle Punkte, d.h. alle
Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche sukzessive abgearbeitet und
20 durch Höheninformationen aus der Originaloberfläche ersetzt sind
(Verfahrensschritt „f“). Mit jeder Wiederholung wird dann die Reproduktionsfläche
der Originaloberfläche ähnlicher, insbesondere dann, wenn zum Vergleich der
Teilmengen im Verfahrensschritt d) die bereits mit Hilfe eines oder mehrerer
vorlaufenden Verfahrensschritte in der Reproduktionsoberfläche ersetzten
25 Höheninformationen mit in die erste Teilmenge zur Durchführung des
Verfahrensschrittes c) aufgenommen werden.

Hierbei ist es wichtig, sich vor Augen zu halten, dass die Reproduktionsfläche in
der Regel wesentlich größer ist als die Originaloberfläche, sodass die in ihrer
30 Anzahl „wenigen“ Punkte oder Höheninformationen der Originaloberfläche durch

das erfindungsgemäße Verfahren mehrfach, d.h. etwa wie natürlich wachsend, auf der Reproduktionsoberfläche verteilt werden.

Der weitere Widerspruch, der sich zunächst ergibt, wenn man überlegt, dass sukzessive alle Punkte eine Reproduktionsfläche ersetzt werden sollen, bei der es sich per definitionem doch um ein „unbegrenzte“ Fläche handelt, verschwindet, wenn man beispielsweise den letzten Punkt am rechten Rand (Ende) der Fläche als Nachbarschaft des ersten Punktes am linken Rand (Anfang) der Fläche betrachtet. Es handelt sich dann um eine in sich geschlossene und somit ebenso unbegrenzte Fläche.

Nach einem Ersatz aller Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche durch Höheninformationen der Originaloberfläche im Verfahrensschritt f) werden die Verfahrensschritte a) bis f) ein oder mehrere weitere Male durchlaufen, wobei die den Höheninformationen jeweils zugehörigen Flächenelemente bei jedem weiteren Durchlauf verkleinert, insbesondere halbiert werden, und wobei im Verfahrensschritt e) als gleichzeitiges weiteres Kriterium das Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen der neuerlichen ersten Teilmenge und den bereits im vorgehenden Durchlauf der Verfahrensschritte a) bis f) gespeicherten benachbarten Höheninformationen geprüft wird.

Dieser zusätzliche Vergleich mit den im jeweils vorgehenden Durchlauf „gefundenen“ und gespeicherten benachbarten Höheninformationen kann natürlich erst durchgeführt werden, wenn bereits ein vorlaufender Durchlauf vorhanden war.

Dadurch wird die Betrachtung immer feiner und die beiden Flächen immer ähnlicher. Dies wird solange durchgeführt wird wiederholt, bis die gesamte Reproduktionsoberfläche eine festgelegte Ähnlichkeit zur Originaloberfläche aufweist. Begrenzt ist dieser als „Auflösungspyramide“ an sich bekannte Verfahrensschritt (Verkleinerung / Verdoppelung der Flächenelemente, Vergleich

mit den vorher erzielten Ergebnissen) lediglich durch die zur Verfügung stehende Zeit, bzw. die Kapazität der vorhandenen Datenverarbeitung.

5 Unter „festgelegter“ Ähnlichkeit ist hier kein Festwert oder Grenzwert/ Schwellwert als solcher zu verstehen, sondern ein Auswahl- und Bestimmungskriterium, welches mit Hilfe von bekannten und hier nicht näher zu erläuternden statistischen Verfahren und Verteilungsgesetzmäßigkeiten durchgeführt wird.

10 Erst danach werden die Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche für die Steuerung des Bearbeitungswerkzeuges zur Bearbeitung der Gegenstandsoberfläche zur Verfügung gestellt. Die sich nun als „fertig“ darstellende Reproduktionsoberfläche kann in aller Regel und bei geeigneten Materialien nicht mehr von der Originaloberfläche unterschieden werden.

15 Durch das erfindungsgemäße Verfahren entsteht als Reproduktionsfläche / Gegenstandsfläche nämlich keine identische Kopie der Originalfläche, wie sie z.B. sich durch ein Foto ergeben würde, sondern eine in Ihren Eigenschaften, in ihrem Erscheinungsbild, und in ihren „natürlich“ und zufällig gewachsenen Strukturen beliebig vergrößerbare Oberfläche, die völlig ohne Moulettenstreifen und Rapport
20 als „Weiterführung“ der Originaloberfläche erscheint. Der unvorbelastete Betrachter meint, die Originaloberfläche vor sich zu haben und wird zwischen Original- und Gegenstandsoberfläche keine Unterscheidung treffen können. Insofern ist der Begriff „original-identische Oberfläche“ im Weiteren und im vorliegenden Zusammenhang nicht als identische Kopie, sondern wie beschrieben
25 als „Weiterführung“ der Originaloberfläche zu verstehen.

Sinnvollerweise / vorteilhafterweise nutzt man bei der Durchführung des Verfahrens automatische digitale Abtastverfahren, um die Topologie der Originaloberfläche zu ermitteln. Deren Meßwerte lassen sich leicht in
30 computergestützten Einrichtungen / Elektronenrechnern verarbeiten. Insgesamt ist das Verfahren natürlich auf eine schnelle elektronische Datenverarbeitung

angewiesen, um mit vertretbarem Zeitaufwand zu Ergebnissen zu kommen.
Praktisch ist es aber auch durchführbar mit Hilfe z.B. eines Rauigkeits-
meßgerätes (Perthometer) zur Ermittlung der Höheninformation, mit Hilfe manuell
und optisch ermittelter Datensätze, und mit Hilfe einer geeigneten form- oder
5 speicherbaren Oberflächenstruktur eines Reproduktionsoberflächenmodells.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens besteht darin, dass die nicht
begrenzte Reproduktionsoberfläche als torodiale Fläche ausgebildet ist, d.h. als
Torus oder Zylinder mit überall definierten Anschlußfunktionen, insbesondere als
10 Oberfläche eines ringförmigen Torus mit im wesentlichen Kreisquerschnitt.
Hierdurch erhält auf einfache Weise und lediglich durch Festlegen einer
Schnittlinie und durch „Aufklappen“ des ringförmigen Torus die Form einer
zylindrischen Walze und damit eine Gegenstandsoberfläche, die in idealer Weise
als Oberfläche eines Bearbeitungswerkzeuges geeignet ist, nämlich z. B. als
15 Oberfläche einer Prägwalze zum Prägen von Folienbahnen.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens besteht darin, dass die durch
die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente bestimmte Lage und
Anordnung der benachbarten Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche
20 und der Originaloberfläche als L-förmige Anordnung der benachbarten
Höheninformationen ausgebildet ist. Hierdurch wird der Nachbarschaftsvergleich
auf einfache Weise und mit einem Minimum an Daten dadurch verbessert, dass
Informationen aus zwei Richtungen mit in die Verarbeitung einbezogen werden.
Selbstverständlich kann jede beliebige andere Anordnung von
25 Nachbarschaftsfeldern gewählt werden, beispielsweise eine kreisförmige
Anordnung der benachbarten Höheninformationen, die besonders geeignet wäre,
um etwa nachträglich einzelne kleine Fehlstrukturen einer Reproduktionsfläche zu
überarbeiten.

30 Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens besteht darin, dass das
Abtasten der Topologie der Originaloberfläche mit Hilfe optischer Verfahren

erfolgt, bei denen optische Daten in elektrische Größen umgeformt werden. Mit optischen Verfahren lassen sich beliebig genaue Messungen abhängig von den Wellenlängen des genutzten Lichtes durchführen.

5 Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens besteht darin, dass das Abtasten mit Hilfe eines Lichtmessverfahrens erfolgt, vorzugsweise mit einem dreidimensionalen Abtasten mit Hilfe eines Interferometers. Ein solches Abtastverfahren weist eine Genauigkeit in lateraler und vertikaler Richtung auf, die ausreichend ist, z.B. eine Lederhaut mit ihren feinen Haarporen ausreichend
10 genau zu vermessen. Vorteilhafterweise erfolgt hierzu die Höhenmessung mit einer vertikalen Auflösung von 2 bis 100 nm und die laterale Abtastung mit einer Auflösung von 1 bis 100 µm, vorzugsweise mit einer lateralen Auflösung von 5 bis 40 µm.

15 Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens besteht darin, dass die dreidimensional strukturierte Gegenstandsoberfläche invers zur Originaloberfläche ausgebildet ist. Durch eine solche Umkehrung der aus dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelten Höheninformationen / Daten läßt sich ein Werkzeug herstellen, beispielsweise eine Walze, die die Negativform einer Original-
20 identischen Oberfläche aufweist und die damit direkt zum Prägen von Folienmaterialien verwendet werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens besteht darin, dass die den jeweils zugehörigen Flächenelementen zugeordneten Höheninformationen in
25 Form von Farbinformationen für die einzelnen Flächenelemente umgeformt und gespeichert werden, insbesondere in Form von Grauwerten für die einzelnen Flächenelemente, und bei dem nach Durchführung der Verfahrensschritte a) bis f) die Farbinformationen bzw. die Grauwerte der Reproduktionsoberfläche in korrespondierende Höheninformationen umgeformt und für die Steuerung des
30 Bearbeitungswerkzeuges zur Bearbeitung der Reproduktion zur Verfügung gestellt werden. Hierdurch ergeben sich Vereinfachungen in der Speicherung der

Höheninformationen, die dann beispielsweise lediglich zweidimensional erfolgen kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens besteht darin, dass die
5 Koordinaten der für die Steuerung des Bearbeitungswerkzeuges genutzten
Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche bzw. die Lage und Anordnung
der jeweils zugehörigen Flächenelemente in den Flächenbereichen verdichtet
oder gedehnt werden, in denen bei einem späteren Bearbeitungs- oder
Umformungsvorgang eine Dehnung oder Stauchung der Gegenstands- oder
10 Bearbeitungsoberfläche / Folienoberfläche erfolgt. Dadurch, dass die Daten zur
Steuerung des Bearbeitungswerkzeuges in digitaler Form vorliegen und trotzdem
zur Originaloberfläche identisch sind, lassen sich die Daten relativ einfach mit
einem „offset“, also einem regelmäßigen und gleichartigen Zuschlagswert
versehen, der nachträgliche Verformungen kompensiert und auch im verformten
15 Bereich eine original-identische Oberfläche aufweist.

Eine besonders geeignete Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens
besteht in der Herstellung von stoßkantenfreien Dekor-Oberflächen auf Folien,
insbesondere auf thermoplastischen und/oder elastomeren Polymerfolien oder
20 polymerbeschichteten Flächengebilden bei denen die Dekoroberfläche mit Hilfe
der Gegenstandsoberfläche geprägt wird.

Hierbei ist die Reproduktionsoberfläche als geschlossene, insbesondere torodiale
Walzenoberfläche ausgebildet ist, wobei zunächst die dreidimensional strukturierte
25 Gegenstandsoberfläche mit Hilfe eines Lasers als Bearbeitungswerkzeug in eine
mit einer Außenschicht aus Polymermaterial versehene Hilfswalze eingebracht
wird, die damit die Positivform der Originaloberfläche erhält.

Danach wird auf diese Hilfswalze eine Schicht aus Silikonkautschuk aufgetragen
30 und vulkanisiert, wodurch ein Schlauch aus Silikonkautschuk entsteht. Dieser

Schlauch aus Silikonkautschuk wird dann von der Hilfswalze abgezogen, indem das Innere des (Silikon-) Schlauches nach außen gekrempelt wird.

Anschließend wird der so umgekrempelte und mit der Negativform der Originaloberfläche auf der Außenseite versehene Silikonschlauch als
5 Prägeschlauch auf eine Druckwalze / Prägwalze aufgezogen, wonach mit der so entstandenen Druckwalze / Prägwalze die Oberfläche der Folie geprägt wird.

10 So erhält man eine Prägwalze / ein Prägwerkzeug, mit dem sich in einem kontinuierlichen Prägeverfahren ein große Menge an Folienbahn herstellen läßt, welche mit einer original-identischen Oberfläche versehen ist.

Eine weitere besonders geeignete Verwendung des erfindungsgemäßen
15 Verfahrens besteht in der Herstellung von Prägwalzen für thermoplastische Folien. Hierbei ist die Reproduktionsoberfläche als Walzenoberfläche ausgebildet, wobei die dreidimensional strukturierte Gegenstandsfläche invers zur Originaloberfläche ausgebildet ist und mit Hilfe eines Lasers als
Bearbeitungswerkzeug direkt in eine Außenschicht eines zylindrischen Körpers
20 eingebracht wird, der damit auf seiner Außenseite die Negativform der Originaloberfläche erhält, wonach mit der Außenoberfläche des zylindrischen Körpers die Oberfläche der Folie geprägt wird. Hierdurch entfallen weitere nachfolgende Abzugs- oder Abdruckverfahren für das Herstellen von
Prägetöchtern.

25 Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens besteht darin, dass die inverse Oberfläche direkt in eine Außenschicht einer Prägwalze als zylindrischem Körper eingebracht wird. Damit ist die Herstellung eine Prägeoberfläche einer Prägwalze in nur einem Arbeitsschritt möglich.

30

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens besteht darin, dass der zylindrische Körper als Hohlzylinder ausgebildet ist, der auf eine entsprechende Druckwalze / Prägewalze aufgezogen wird. Damit können leichte Hohlwalzen (Sleeves) hergestellt werden, die leicht transportiert und gelagert werden können und auf die eigentlichen Walzenkörper aufgezogen werden.

Ebenfalls ist eine besonders geeignete Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens offenbart, wobei die Vorrichtung einen CO₂-Gas-Laser als Bearbeitungswerkzeug sowie eine Steuerungseinrichtung zur Steuerung der Intensität eines zur Bearbeitung einer Walzenoberfläche ausgerichteten Laserstrahls aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung eine erste Steuereinheit aufweist zur Regelung und Konstanthaltung der Intensität/Energie des Laserstrahles, und dass die Steuerungseinrichtung eine nachgeschaltete zweite Steuereinheit aufweist zur Modulation der Intensität des geregelten Laserstrahles in Abhängigkeit von den Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche. Erst durch die Ausbildung einer solchen doppelten Steuereinheit ist es möglich, einen Laser mit den verfahrensgemäß aufbereiteten Höheninformationen für die Bearbeitung der Gegenstandsoberfläche zu steuern. Die Genauigkeit der Höheninformationen verlangt nämlich eine außerordentlich genaue Steuerung der Laserintensität. Dies ist überraschenderweise erst und nur dann zu erreichen, wenn der Laserstrahl zunächst völlig konstant in seiner Leistung gehalten wird, wenn nämlich sämtliche auch noch so kleine Einflüsse durch die Einschaltdauer, Temperatur, durch Resonatorveränderungen etc. durch eine erste Steuereinheit kompensiert sind. Erst dann kann mit brauchbarem Ergebnis durch eine zweite Steuereinheit die Intensität des Lasers entsprechend den Höheninformationen angesteuert werden. Der hier eingesetzte CO₂-Gas-Laser ist mit seiner Wellenlänge von etwa 10 µm besonders geeignet für die Bearbeitung von Polymermaterialien.

Natürlich lassen sich auch andere Arten von Lasern für die Bearbeitung der Oberfläche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren benutzen, z. B.

Festkörperlaser wie der Nd:Yag Laser. Diese Festkörperlaser sind in Bezug auf die Wärmestabilität längst nicht so kritisch wie die Gaslaser. Die Regelung der Laserintensität nach den Höheninformationen wäre bei solchen Festkörperlasern somit im Grunde einfacher und auch mit nur einer Steuerungseinrichtung zu erreichen. Die Wellenlängen solcher Festkörperlaser (ca. 1 μm bei Nd:Yag-Lasern) passen aber nicht immer zu den Eigenschaften des zu bearbeitenden Materials, hier eines Polymermaterials, sodass letzteres z. B. durch Rußzugaben angepasst werden muß, um die Absorptionsefähigkeit für diese Wellenlängen zu erhöhen. Grundsätzlich kommt es bei der Auswahl des Lasers auf die erreichbare Gravurqualität an, die zum einen von der Laserstrahlqualität zum anderen von dem Abbrandverhalten des zu bearbeitenden Materials bestimmt wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Vorrichtung besteht darin, dass die erste Steuereinheit so aufgebaut ist, dass ein Teil des Laserstrahles ausgespiegelt und abhängig von der Intensität/Energie des ausgespiegelten Teiles des Laserstrahles die Eingangsleistung des Lasers gesteuert wird. Hierdurch erreicht man eine direkt wirkende Rückkopplung zur Konstanthaltung des Laserstrahles.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung der Vorrichtung besteht darin, dass die nachgeschaltete zweite Steuereinheit zur Regelung der Laserintensität einen Teil des geregelten Laserstrahles ausspiegelt, wobei die zweite Steuereinheit zur Modulation der Intensität des geregelten Laserstrahles als Gitter ausgebildet ist, welches abhängig von Schwingungen seine Durchlässigkeit ändert. Ein solcher an sich bekannter akusto-optischer Modulator ist in diesem Fall aufgrund seines empfindlichen Steuerungs- und Übertragungsverhaltens in Verbindung mit dem exakt in seiner Intensität konstant gehaltenen Laserstrahl bestens geeignet, die durch das erfindungsgemäße Verfahren aufbereiteten Höheninformationen für die Bearbeitung der Gegenstandsfläche in Form einer Beeinflussung der Laserintensität aufzumodulieren.

Die Ausspiegelung erfolgt in einen sogenannten Laser-Dump, d.h. in einen Energievernichter oder schlichtweg „Mülleimer“, sodass die Intensität des durch die erste Steuereinheit vorgeregelten „Rohstrahles“ durch einfache Energieveränderung den Höheninformationen entsprechend geregelt wird.

5

Hierdurch lässt sich beispielsweise in hervorragender Weise eine Silikonoberfläche auf einer Prägewalze oder einer Hilfswalze mit einem Laserstrahl bearbeiten, der durch den Resonator eines CO₂-Gaslasers erzeugt wird. Die Steuerungseinrichtung weist üblicherweise hierzu auch einen oder mehrere

10 Sensoren zur Ermittlung der Temperatur des Laserresonators auf. Der in der ersten Steuereinrichtung hinter dem Laserresonator ausgespiegelte Teil des Laserstrahles beträgt hierbei etwa 1 bis 2 % der Gesamtenergie des Laserstrahles.

15 Anhand der Figuren 1 und 2 sollen das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung noch einmal verdeutlicht werden.

Die Figur 1 zeigt hierbei noch einmal das Wesen des Nachbarschaftsvergleiches zur Ermittlung der Höheninformation der Reproduktionsoberfläche 1. Ein erster

20 Datensatz mit der Topologie einer begrenzten Originaloberfläche 2 wird abgespeichert, wobei der Datensatz aus den gemessenen Höheninformationen der jeweils zugehörigen Flächenelemente der Originaloberfläche besteht.

Danach wird ein anderer, ein „zweiter“ Datensatz erzeugt und abgespeichert, der

25 aus zufällig erzeugten Höheninformationen für jeweils zugehörige Flächenelemente einer nicht begrenzte Reproduktionsoberfläche 1 besteht. Die Originaloberfläche ist dabei – wie bereits beschrieben – wesentlich kleiner als die Reproduktionsoberfläche und zudem begrenzt. Zum leichteren Verständnis sind diese Größenunterschiede in der Darstellung nach Fig. 1 jedoch nicht enthalten,

30 sodass die in der Fig. 1 gezeigten Oberflächen 1 und 2 tatsächlich und der Einfachheit halber nur Teile der jeweiligen gesamten Oberflächen darstellen.

Der nächste Verfahrensschritt (c) besteht darin, dass um eine erste Höheninformation der Reproduktionsoberfläche, d.h. um ein mit einer Höheninformation belegtes beliebig ausgewähltes erstes Flächenelement 3 der Reproduktionsoberfläche 1, mehrere benachbarte und zu einer Gruppe von L-förmig angeordneten Flächenelementen 4 gehörige zufällige Höheninformationen zu einer ersten Teilmenge zusammengefasst und in einem dritten Datensatz gespeichert werden. Das Flächenelement 3 besteht hierbei aus 9 (3x3) einzelnen Flächenteilen (Pixeln), die Gruppe von von L-förmig angeordneten Flächenelementen 4 aus insgesamt 36 einzelnen Flächenteilen (Pixeln).

Lage und Anordnung der benachbarten Höheninformationen der Flächenelemente 4 werden ebenfalls gespeichert, nämlich durch die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente 4 der Reproduktionsoberfläche 1. Der dritte Datensatz beinhaltet somit Daten der Reproduktionsoberfläche.

Dannach wird dieser dritte Datensatz mit einem vierten Datensatz verglichen. In dem vierten Datensatz sind eine Gruppe benachbarter gemessener und zu einer Gruppe von L-förmig angeordneten Flächenelementen 4' gehörige Höheninformationen der Originaloberfläche 2 als zweite Teilmenge gespeichert.

Ebenfalls gespeichert durch die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente 4' sind auch die Lage und Anordnung der benachbarten Höheninformationen der Originaloberfläche 2. Der vierte Datensatz beinhaltet somit Daten der Originaloberfläche.

Es findet sodann ein Vergleich der Umgebungen, der Nachbarschaften als solche statt, d.h. der jeweils benachbarten Höheninformationen der Gruppen von Flächenelementen 4 und 4'. Gleichzeitig erfolgt ein Vergleich mit den bereits im vorgehenden Durchlauf der Verfahrensschritte a) bis f) gespeicherten benachbarten Höheninformationen 1' und 2', soweit diese bereits vorhanden sind

und soweit die Verfahren der „Auflösungspyramide“ bereits gestartet sind, d.h. soweit ein vorgehenden Durchlauf mit größerem Raster bereits erfolgte.

Bei einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen den Höheninformationen der ersten
5 und zweiten Teilmenge, also der Höheninformationen der Gruppen von
Flächenelementen 4 und 4', wird sodann die erste zufällige Höheninformation des
Flächenelementes 3 der Reproduktionsoberfläche, d.h. der Höhenwert für den
ersten betrachteten „Punkt“ der Reproduktionsoberfläche, ersetzt durch eine
zweite Höheninformation des Flächenelementes 3' der Originaloberfläche.

10

Hierdurch wird also in diesem Verfahrensschritt (e) ein Höhenwert für einen ersten
„Punkt“ der Reproduktionsoberfläche ersetzt durch einen Höhenwert eines
anderen, eine zweiten „Punktes“ auf der Originaloberfläche. Das Kriterium für die
Auswahl des „Ersatzwertes“ sind dabei „passende“ Nachbarschaften aus der
15 Reproduktionsfläche und der Originalfläche, passend nämlich im Hinblick auf ihre
Höheninformationen und in Bezug zu ihrer Lage zum ersten und zweiten Punkt in
der Reproduktions- und Originaloberfläche.

20

Die Figur 2 zeigt in Form einer einer Prinzipskizze den Aufbau einer Vorrichtung
zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

25

Die Vorrichtung 5 weist einen CO₂-Gaslaser mit einem zugehörigen Resonator 6
auf, aus dem der Laserstrahl 7 austritt. Eine erste Steuereinheit 8 zur Regelung
und Konstanthaltung der Intensität des Laserstrahles 7 ist so aufgebaut ist, dass
ein Teil 9 des Laserstrahles 7 ausgespiegelt und abhängig von der
Intensität/Energie des ausgespiegelten Teiles 9 des Laserstrahles die
Eingangsleistung des Lasers gesteuert wird. Hierdurch erreicht man eine direkt
wirkende Rückkopplung 10 zur Konstanthaltung der Eingangsleistung 11 des
Laserstrahles.

30

Eine nachgeschaltete zweite Steuereinheit 12 dient zur Modulation der Intensität des geregelten Laserstrahles 13 in Abhängigkeit von den durch die über die Verarbeitungseinheit 14 ermittelten Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche. Die nachgeschaltete zweite Steuereinheit 12 spiegelt
5 einen Teil 15 des geregelten Laserstrahles aus und läßt nur die Energie durch, die „gebraucht“ wird zur Bearbeitung der Oberfläche. Diese zweite Steuereinheit zur Modulation der Intensität des geregelten Laserstrahles ist als Gitter ausgebildet, welches abhängig von Schwingungen seine Durchlässigkeit ändert.

10 Der ausgespiegelte Teil 15 des Laserstrahles wird im „Beam Dump“ aufgefangen, wo er in andere Energieformen (Wärme) umgeformt und abgeleitet wird. Der modulierte Laserstrahl 17 ist auf die zu bearbeitende Polymeroberfläche einer Prägewalze 18 gerichtet, in diesem Fall auf eine Silikonoberfläche.

Bezugszeichenliste

(Teil der Beschreibung)

- 1, 1' Reproduktionsoberfläche
- 5 2, 2' Originaloberfläche
- 3, 3' Flächenelement
- 4, 4' Flächenelement
- 5. Laser-Bearbeitungsvorrichtung
- 6. Laser-Resonator
- 10 7. Laserstrahl
- 8. erste Steuereinheit
- 9. ausgespiegelter Teil des Laserstrahles 7
- 10. Rückkopplung
- 11. Eingangsleistung
- 15 12. zweite Steuereinheit
- 13. geregelter Laserstrahl
- 14. Verarbeitungseinheit
- 15. ausgespiegelter Teil des Laserstrahles 13
- 16. Beam Dump
- 20 17. modulierter Laserstrahl
- 18. Prägewalze

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von dreidimensional strukturierten Oberflächen von Gegenständen, wobei die Gegenstandsoberfläche mit Hilfe eines
- 5 Bearbeitungswerkzeuges als Reproduktion einer dreidimensional strukturierten endlichen und durch Ränder begrenzten Originaloberfläche (Mustervorlage) erzeugt wird, wobei zunächst die Topologie der Originaloberfläche mit Hilfe eines Abtastverfahrens ermittelt wird und die so ermittelten und im
- 10 Wesentlichen aus den zu jedem Flächenelement der Originaloberfläche gehörigen Höhen bestehenden topologischen Daten zur elektronischen Steuerung eines Bearbeitungswerkzeug genutzt werden, vorzugsweise eines Lasers zur Bearbeitung der dreidimensional strukturierten
- Gegenstandsoberfläche,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- 15 a) zunächst ein erster Datensatz mit der Topologie einer begrenzten Originaloberfläche abgespeichert wird, wobei der Datensatz aus den gemessenen Höheninformationen der jeweils zugehörigen Flächenelemente der Originaloberfläche besteht,
- b) dass danach ein zweiter Datensatz abgespeichert wird, der einer zufällig
- 20 erzeugten Topologie einer nicht begrenzten Reproduktionsoberfläche entspricht, wobei der zweite Datensatz aus zufällig erzeugten Höheninformationen für jeweils zugehörige Flächenelemente der Reproduktionsoberfläche besteht,
- c) dass danach um eine erste zufällige Höheninformation der
- 25 Reproduktionsoberfläche mehrere benachbarte zufällige Höheninformationen zu einer ersten Teilmenge zusammengefasst und in einem dritten Datensatz gespeichert werden, wobei Lage und Anordnung der benachbarten Höheninformationen durch die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente der Reproduktionsoberfläche ebenfalls
- 30 gespeichert werden,

- d) dass danach der dritte Datensatz mehrfach mit einem bei jedem neuen Vergleich mit neuen Daten belegten vierten Datensatz verglichen wird, wobei
- 5 i) in dem vierten Datensatz eine zweite Teilmenge benachbarter gemessener Höheninformationen der Originaloberfläche sowie durch die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente auch die Lage und Anordnung der benachbarten Höheninformationen der Originaloberfläche gespeichert sind,
- 10 ii) wobei die relative Lage und Anordnung der benachbarten Höheninformationen der ersten und zweiten Teilmenge ähnlich, vorzugsweise identisch sind,
- e) dass beim Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen der Höheninformation der ersten und den Höheninformationen der zweiten Teilmengen die erste zufällige Höheninformation der
- 15 Reproduktionsoberfläche ersetzt wird durch eine zweite Höheninformation der Originaloberfläche, die in ihrer Lage und Anordnung in Bezug auf die zweite Teilmenge der Lage und Anordnung der ersten Höheninformation in Bezug auf die erste Teilmenge entspricht,
- f) dass die Verfahrensschritte c) bis e) so oft mit unterschiedlichen ersten und
- 20 zweiten Teilmengen und sukzessive für alle Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche durchgeführt wird wiederholt werden, bis alle Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche sukzessive durch Höheninformationen aus der Originaloberfläche ersetzt sind, wobei zum Vergleich der Teilmengen im Verfahrensschritt d) die bereits mit
- 25 Hilfe eines oder mehrerer vorlaufenden Verfahrensschritte e) in der Reproduktionsoberfläche ersetzten Höheninformationen mit in die erste Teilmenge zur Durchführung des Verfahrensschrittes c) aufgenommen werden
- g) dass nach einem Ersatz aller Höheninformationen der
- 30 Reproduktionsoberfläche durch Höheninformationen der Originaloberfläche im Verfahrensschritt f) die Verfahrensschritte a) bis f) ein oder mehrere

- weitere Male durchlaufen werden, wobei die den Höheninformationen jeweils zugehörigen Flächenelemente bei jedem weiteren Durchlauf verkleinert, insbesondere halbiert werden, und wobei im Verfahrensschritt e) als gleichzeitiges weiteres Kriterium das Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen der neuerlichen ersten Teilmenge und den bereits im vorgehenden Durchlauf der Verfahrensschritte a) bis f) gespeicherten benachbarten Höheninformationen geprüft wird,
- 5
- h) dass nach Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen der Reproduktionsoberfläche und der Originaloberfläche die Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche für die Steuerung des Bearbeitungswerkzeuges zur Bearbeitung der Gegenstandsoberfläche zur Verfügung gestellt werden.
- 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Topologie der Originaloberfläche mit Hilfe eines digitalen Abtastverfahrens ermittelt wird.
- 15
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die nicht begrenzte Reproduktionsoberfläche als torodiale Fläche ausgebildet ist, insbesondere als Oberfläche eines ringförmigen Torus mit im wesentlichen Kreisquerschnitt.
- 20
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die durch die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente bestimmte Lage und Anordnung der benachbarten Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche und der Originaloberfläche als L-förmige Anordnung der benachbarten Höheninformationen ausgebildet ist.
- 25
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtasten der Topologie der Originaloberfläche mit Hilfe optischer Verfahren erfolgt, vorzugsweise mit Hilfe eines Lichtmessverfahrens, bei dem das Abtasten der dreidimensionalen Oberflächenstruktur mit Hilfe eines Interferometers erfolgt.
- 30

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhenmessung mit einer vertikalen Auflösung von 2 bis 100 nm erfolgt.
- 5 7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtasten der Topologie der Originaloberfläche mit einer lateralen Auflösung von 1 bis 100 μm , vorzugsweise mit einer lateralen Auflösung von 5 bis 40 μm erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die
10 dreidimensional strukturierte Gegenstandsoberfläche invers zur Originaloberfläche ausgebildet ist.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die den jeweils zugehörigen Flächenelementen
15 zugeordneten Höheninformationen in Form von Farbinformationen für die einzelnen Flächenelemente umgeformt und gespeichert werden, insbesondere in Form von Grauwerten für die einzelnen Flächenelemente, und bei dem nach Durchführung der Verfahrensschritte a) bis f) die Farbinformationen bzw. die Grauwerte der Reproduktionsoberfläche in korrespondierende
20 Höheninformationen umgeformt und für die Steuerung des Bearbeitungswerkzeuges zur Bearbeitung der Reproduktion zur Verfügung gestellt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die
25 Koordinaten der für die Steuerung des Bearbeitungswerkzeuges genutzten Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche bzw. die Lage und Anordnung der jeweils zugehörigen Flächenelemente in den Flächenbereichen verdichtet oder gedehnt werden, in denen bei einem späteren Bearbeitungs- oder Umformungsvorgang eine Dehnung oder
30 Stauchung der Gegenstandsoberfläche erfolgt.

11. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 10 zur Herstellung von stoßkantenfreien Dekor-Oberflächen auf Folien, insbesondere auf thermoplastischen und/oder elastomeren Polymerfolien oder polymerbeschichteten Flächengebilden, dadurch gekennzeichnet, dass die Reproduktionsoberfläche als geschlossene, insbesondere torodiale Walzenoberfläche ausgebildet ist, wobei
- 5
- a) zunächst die dreidimensional strukturierte Gegenstandsoberfläche mit Hilfe eines Lasers als Bearbeitungswerkzeug in eine mit einer Außenschicht aus Polymermaterial versehene Hilfswalze eingebracht wird, die damit die Positivform der Originaloberfläche erhält,
- 10
- b) danach auf diese Hilfswalze ein Silikonkautschuk aufgetragen und vulkanisiert wird,
- c) der so entstandene Schlauch aus Silikonkautschuk dann von der Hilfswalze abgezogen wird, indem das Innere des (Silikon-) Schlauches nach außen gekrempelt wird,
- 15
- d) der so umgekrempelte und mit der Negativform der Originaloberfläche auf der Außenseite versehene Silikon Schlauch als Prägeschlauch auf eine Druckwalze / Prägwalze aufgezogen wird, wonach
- e) mit der so entstandenen Druckwalze / Prägwalze die Oberfläche der Folie geprägt wird.
- 20
12. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 10 zum Herstellen von Prägwalzen für thermoplastische Folien, dadurch gekennzeichnet, dass die Reproduktionsoberfläche als Walzenoberfläche ausgebildet ist, wobei die dreidimensional strukturierte Gegenstandsoberfläche invers zur Originaloberfläche ausgebildet ist und mit Hilfe eines Lasers als Bearbeitungswerkzeug direkt in eine Außenschicht eines zylindrischen Körpers eingebracht wird, der damit auf seiner Außenseite die Negativform der Originaloberfläche erhält, wonach mit der Außenoberfläche des zylindrischen Körpers die Oberfläche der Folie geprägt wird.
- 25
- 30

13. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die inverse Oberfläche direkt in die Außenschicht einer Prägewalze eingebracht wird.
- 5 14. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der zylindrische Körper als Hohlzylinder ausgebildet ist, der auf eine entsprechende Druckwalze / Prägewalze aufgezogen wird.
- 10 15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 10, wobei die Vorrichtung einen CO₂-Gas-Laser als Bearbeitungswerkzeug sowie eine Steuerungseinrichtung zur Steuerung der Intensität eines zur Bearbeitung einer Walzenoberfläche ausgerichteten Laserstrahls aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungseinrichtung eine erste Steuereinheit aufweist zur Regelung und Konstanthaltung der Intensität/Energie des
15 Laserstrahles, und dass die Steuerungseinrichtung eine nachgeschaltete zweite Steuereinheit aufweist zur Modulation der Intensität des geregelten Laserstrahles in Abhängigkeit von den Höheninformationen der Reproduktionsoberfläche.
- 20 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Steuereinheit so aufgebaut ist, dass ein Teil des Laserstrahles ausgespiegelt und abhängig von der Intensität/Energie des ausgespiegelten Teiles des Laserstrahles die Eingangsleistung des Lasers gesteuert wird
- 25 17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die nachgeschaltete zweite Steuereinheit zur Regelung der Laserintensität einen Teil des geregelten Laserstrahles ausspiegelt, wobei die zweite Steuereinheit zur Modulation der Intensität des geregelten Laserstrahles als Gitter ausgebildet ist, welches abhängig von Schwingungen seine Durchlässigkeit
30 ändert.

1/1

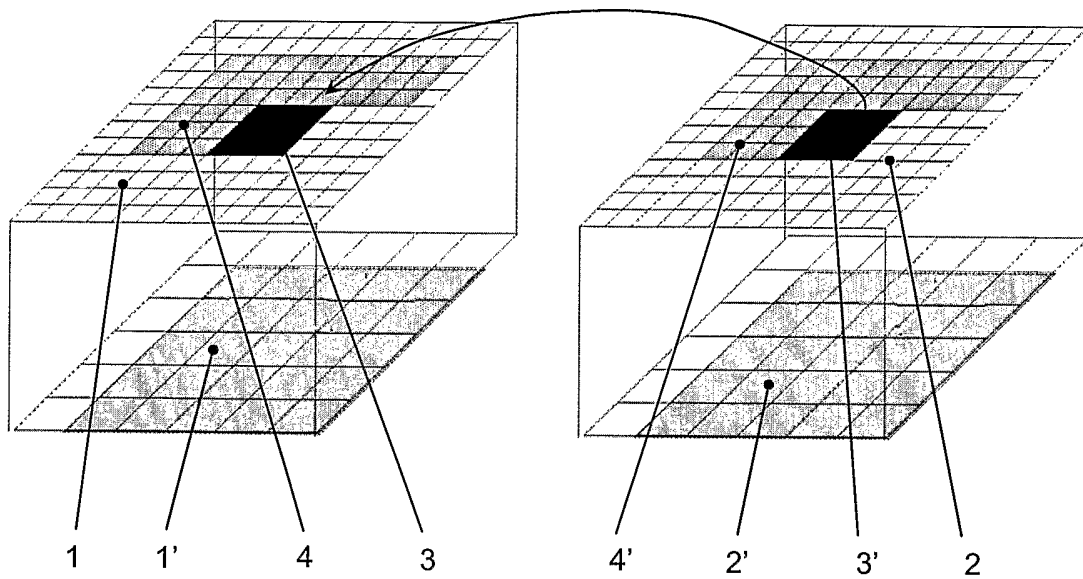


Fig. 1

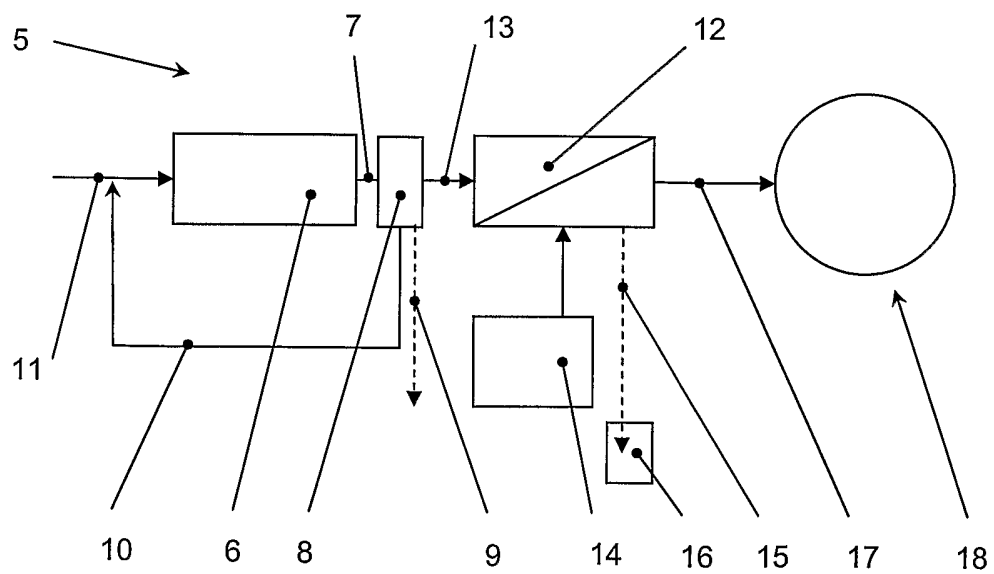


Fig. 2