



(11) **EP 2 035 239 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.01.2011 Patentblatt 2011/01

(51) Int Cl.:
B44C 1/22 (2006.01) **B23K 26/08** (2006.01)
B23K 26/36 (2006.01) **B41C 1/10** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07728839.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/054386

(22) Anmeldetag: **07.05.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/147674 (27.12.2007 Gazette 2007/52)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON DREIDIMENSIONAL STRUKTURIERTEN
OBERFLÄCHEN**

METHOD FOR PRODUCING THREE-DimensionALLY STRUCTURED SURFACES

PROCÉDÉ PERMETTANT DE RÉALISER DES SURFACES DE STRUCTURE
TRIDIMENSIONNELLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

• **NEUMANN, Christian**
31139 Hildesheim (DE)
• **MÄKER, Michael**
30449 Hannover (DE)

(30) Priorität: **20.06.2006 DE 102006028239**

(74) Vertreter: **Finger, Karsten**
Continental Aktiengesellschaft
Patente und Lizenzen
Postfach 169
30001 Hannover (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.03.2009 Patentblatt 2009/12

(73) Patentinhaber: **Benecke-Kaliko AG**
30419 Hannover (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 493 595 DE-A1- 3 129 649
DE-A1- 3 230 719 DE-A1- 4 213 106
DE-A1- 4 326 874 DE-A1- 4 441 337
US-A- 4 500 929

(72) Erfinder:
• **STAHLHUT, Oliver**
30900 Wedemark OT Mellendorf (DE)

EP 2 035 239 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von dreidimensional strukturierten Oberflächen von Gegenständen, wobei die Gegenstandsoberfläche mit Hilfe eines Bearbeitungswerkzeuges als Reproduktion einer dreidimensional strukturierten Originaloberfläche, d.h. einer Mustervorlage erzeugt wird, und bei dem zunächst die Topologie der Originaloberfläche mit Hilfe eines dreidimensionalen Abtastverfahrens ermittelt wird und die so ermittelten und im Wesentlichen aus den zu jedem Flächenelement eines über die Originaloberfläche gespannten Rasters gehörigen Höhen- bzw. Tiefenwerte bestehenden topologischen Daten in einem ersten Datensatz gespeichert werden, wobei jedem Flächen- bzw. Rasterelement ein gemessener Tiefenwert zugeordnet ist. Es entsteht so eine Tiefenkarte der Originaloberfläche. Grundlage des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dabei die Analyse und Beschreibung der Reflexionseigenschaften einer Originaloberfläche und danach die Beeinflussung und Gestaltung der Reflexionseigenschaften einer dreidimensional strukturierten Gegenstandsoberfläche.

[0002] Verfahren zur Herstellung von dreidimensional strukturierten Oberflächen von Gegenständen sind bekannt, ebenso wie Verfahren zur Beurteilung bzw. zur Analyse des Reflexionsverhaltens von Oberflächen.

[0003] Die DE 43 26 874 A1 offenbart ein Verfahren zur Gravur eines Musters in die Oberfläche eines Werkstücks, bei der 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 gewonnene Oberflächeninformation als gleiches Muster mehrfach auf das Werkstück graviert. Der Gravurlaser wird hier nicht weiter in seiner eigentlichen Ausbildung und Steuerung beschrieben.

[0004] Das Wesentliche bei der in der DE 43 26 874 A1 offenbarten Lösung besteht darin, dass eine Kopie einer Originaloberfläche (Mustervorlage) erstellt werden soll. Da diese Kopie je nach Anwendungsfall relativ groß werden kann, die Mustervorlage dagegen aber regelmäßig klein ist, muss die kopierte Fläche der Mustervorlage mehrfach neben- und untereinander gelegt werden, um die erforderliche Größe des zu bearbeitenden Werkstücks abzudecken. Bei einem solchen mehrfach angrenzenden Wiederholen einer kopierten Fläche bleiben bekanntermaßen die Übergänge in Form eines Rapports sichtbar (etwa als sich wiederholende "Bilderung", als "Patchwork", oder als Moulettenstreifen), wenn nicht eine besondere weitere Bearbeitung erfolgt.

[0005] Einige Möglichkeiten einer solchen Bearbeitung sind a.a.O. offenbart. So wird zum einen gelehrt, die gleiche Oberflächeninformation mehrfach und/oder abwechselnd zu kopieren / aufzubringen, oder in umgekehrter Informationsfolge - also vorwärts und rückwärts

- zu gravieren, also auch mit einer gewissen Zufälligkeit aufzubringen. Durch solche Verfahren werden die Übergänge zwar etwas weicher, bleiben aber nach wie vor sichtbar, was oft in Form eines "Schachbrett-Effektes", d.h. einer schachbrettartigen Bilderung auffällt.

[0006] Ein weiteres offenbartes Prinzip besteht lediglich in einer Veränderung der Erkennbarkeit der Kopie, indem Bildteile entfernt, abgeschwächt, verändert, hinzugefügt werden. Auch hier bleiben die Ränder der Bildteile sichtbar.

[0007] Nachteiligerweise wird bei dem in der DE 43 26 874 A1 offenbarten Verfahren die Relevanz der lokal unterschiedlichen Reflexionseigenschaften einer Oberfläche völlig vernachlässigt, wie dies auch bei vielen anderen Herstellungsverfahren der Fall ist. Gerade der Schachbrett-Effekt, eine sich wiederholende Bilderung oder Moulettenstreifen fallen aber besonders durch unterschiedliche Lichtreflexion auf, bzw. treten bei bestimmten Lichteinfallswinkeln besonders stark in Erscheinung.

[0008] Eine der einfachsten Methoden zur Beurteilung bzw. zur Analyse des Reflexionsverhaltens von Oberflächen besteht z.B. in der Bestimmung eines "Glanzgrades" nach genormten Messbedingungen, etwa der ISO 2813, bei der die in einem Winkel von 60° von der Oberfläche reflektierte Lichtstrahlung gemessen und einer Klassifizierung in Glanzgrade von matt bis glänzend zugeordnet wird, je nach prozentualer Reflexion. Ein solcher Glanzgrad beschreibt jedoch lediglich die gemittelte Glanzfähigkeit der gesamten betrachteten Fläche bei einem bestimmten Lichtverhältnis.

[0009] Darüber hinaus existieren Verfahren, bei denen eine Aussage über den Stoff, das Material, aus dem die Oberfläche besteht, durch die Auswertung des Reflexionsverhaltens seiner Oberfläche gewonnen wird. Dies nutzt man etwa bei der Analyse von stofflichen Proben, wie Flüssigkeiten oder Pulvern, bei der Untersuchung von Schweißverbindungen oder bei der Steuerung von Bearbeitungsprozessen. So zeigt die EP 618851A1 ein Verfahren zum Entfernen von Oberflächenbeschichtungen / Lacken auf einem Substrat, wobei das Verfahren durch das Auswerten einer Farbdifferenz eines reflektierten Lichtes so gesteuert wird, das nur die abzutragende Beschichtung entfernt und das Substrat selbst nicht beschädigt wird.

[0010] Bei der Herstellung von künstlichen Oberflächenstrukturen oder Oberflächenbeschichtungen, wie z.B. bei der Herstellung von Kunstleder oder Kunststoff-Formhäuten für Teile der Innenverkleidung von Kraftfahrzeugen, also etwa von Türverkleidungen oder Armaturenbrettern, sind Verfahren bekannt, bei denen die Reflexionseigenschaften einer Referenzoberfläche/Musteroberfläche unter kontrollierter Beleuchtung bewertet, mit Hilfe eines Bildverarbeitungssystems dargestellt und weiteren Kontroll- oder Arbeitsprozessen zugrunde gelegt werden. Die meisten dieser Bestimmungsverfahren weisen die Eigenart auf, dass zwischen stark oder schwach reflektierenden Teilbereichen einer Referenz-

renzoberfläche bisher ausschließlich die subjektive Bewertung eines geübten Betrachters ausschlaggebend ist. Eine solche subjektive Bewertung kann nachteiligerweise aber nur unzureichend genau in Bildverarbeitungen oder in den Herstellungsprozess beeinflussende automatische Systeme übertragen werden.

[0011] Andererseits ist die subjektive Bewertung durch das menschliche Auge eine äußerst präzise und bisher durch automatische Verfahren nicht zu ersetzende Art der Beurteilung einer strukturierten Oberfläche, die selbst kleinste Veränderungen im Erscheinungsbild der Oberfläche deutlich registriert. Übergänge oder Grenzbereiche, die etwa durch das Aneinandersetzen von Teilstücken zu einer Gesamtoberfläche entstehen, Rapportbildung und Moulettenstreifen, fallen ebenso deutlich auf wie unterschiedliche bzw. "unnatürlich" wirkende Lichtreflexion bzw. Lichtbrechung, z.B. auch die bereits genannte schachbrettartige Bilderung. Darüber hinaus existiert das Phänomen, das das menschliche Auge eine mit größerem Abstand betrachtete Oberfläche ganz anders beurteilt als bei einer Betrachtung in geringem Abstand. So kann es sein, dass etwa eine im Detail und aus geringem Abstand betrachtete Kunstlederoberfläche völlig ebenmäßig erscheint, während dieselbe Kunstlederoberfläche bei einer Betrachtung aus mehreren Metern Entfernung als unruhig, streifig, unnatürlich und stark reflektierend empfunden wird.

[0012] Will man z. B. eine Kunststoff- Formhaut mit einer möglichst natürlich wirkenden Ledernarbung herstellen, so spielt das Reflexionsverhalten eine große Rolle. Das menschliche Auge ist beim Anblick einer Lederoberfläche ein bestimmtes Reflexionsverhalten bei unterschiedlichsten Lichtverhältnissen gewöhnt und reagiert äußerst ablehnend auf Kunstlederoberflächen, die genau dieses Reflexionsverhalten nicht ebenfalls aufweisen. Ein Armaturenbrett, das mit einer Kunststoff Formhaut mit Ledernarbung bezogen ist, welche bei Sonnenlicht unangenehm reflektiert, wird vom Verbraucher abgelehnt. Dies führt oft dazu, dass bei der Herstellung solcher Formhäute eine zusätzliche und die Reflexion mindernde dreidimensionale "künstliche" Struktur aufgeprägt wird, etwa in Form einer regelmäßigen Lochung. Danach ist jedoch in aller Regel der Eindruck einer "echten Lederoberfläche" nicht mehr vorhanden.

[0013] Der Erfindung lag also die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem dreidimensional strukturierte Oberflächen von Gegenständen (Gegenstandsoberflächen) hergestellt werden können, deren Reflexionseigenschaften objektiv bestimmbar und beeinflussbar sind, auch im Verhältnis zu einem Muster bzw. zu einer Originaloberfläche, welches darüber hinaus erlaubt, ermittelte oder gewünschte Reflexionseigenschaften als Steuerungsparameter für Werkzeuge zur Oberflächenbearbeitung zur Verfügung zu stellen und welches sowohl eine naturgetreue Übertragung der Reflexionseigenschaften erlaubt als auch in der Lage ist, Reflexionseigenschaften von künstlichen Oberflächen an besondere Anwendungen anzupassen.

[0014] Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Hauptanspruchs. Weitere vorteilhafte Ausbildungen sind in den Unteransprüchen offenbart. Ebenfalls offenbart ist eine Kunststoff-Folie mit genarbter Oberfläche.

[0015] Dabei besteht die erfindungsgemäße Lösung darin, dass

b) der erste Datensatz einer Beurteilung der Tiefenwerte im Hinblick auf ihren Einfluss auf die Reflexionseigenschaften der Flächenelemente unterworfen wird,

c) abhängig von der Beurteilung jedem Flächenelement ein Reflexionswert als Parameter zugeordnet und in einem zweiten Datensatz gespeichert wird,

d) die Tiefenwerte des ersten Datensatz abhängig von den Reflexionswerten des zweiten Datensatzes überarbeitet bzw. verändert werden,

e) die überarbeiteten bzw. veränderten Tiefenwerte des ersten Datensatzes als topologische Daten in einem dritten Datensatz gespeichert und zur elektronischen Steuerung eines Bearbeitungswerkzeuges zur Bearbeitung der dreidimensional strukturierten Gegenstandsoberfläche genutzt werden

[0016] Der erste Datensatz topologischer Daten wird also mit Hilfe der Reflexionswerte des zweiten Datensatzes überarbeitet bzw. korrigiert, in gewisser Weise also an sich selbst bzw. an seinen unter einem anderen Gesichtspunkt beurteilten Eigenschaften gemessen und verändert. Als Reflexionswert ist hier ein Wert oder Parameter verstanden, der die Reflexionseigenschaften einer Oberfläche kennzeichnen kann, also beispielsweise ein Wert, der, wie nachfolgend noch detailliert beschrieben, die Häufigkeit des Auftretens von mikroskopisch kleinen Kanten darstellt.

[0017] Während die bisher bekannten Herstellungsverfahren die Reflexionseigenschaften wenig beachten und höchstens eine subjektive Bewertung der Gesamtläche über Fotos oder Bildverarbeitungen beinhalten, besteht der wesentliche Schritt bei der erfindungsgemäßen Lösung in der Kopplung der Reflexionseigenschaften einer Oberfläche an die tatsächlich in der dreidimensionalen Oberfläche vorhandene makroskopische Tiefenstruktur in differentiell kleinen Flächenelementen. Das erfindungsgemäße Verfahren erzeugt also eine Korrelation von Tiefenstruktur, d.h. topologischer Karte der Oberfläche, und lokalem Reflexionsverhalten und stellt dieses ermittelte Reflexionsverhalten in Parameterform als Grundlage einer weiteren Bearbeitung der Gegenstandsoberfläche zur Verfügung.

[0018] Eine vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass die Verfahrensschritte b) und c) so ausgebildet sind, dass

b) der erste Datensatz in Bezug auf die Tiefenwerte einer Kantendetektion und anschließend einer Mittelung unterworfen wird,

c) jedem Flächenelement der durch die Mittelung er-

haltene und die Häufigkeit und/oder Höhe der Kanten beschreibende Wert als Reflexionswert zugeordnet und in einem zweiten Datensatz gespeichert wird.

[0019] Ausgehend von dem physikalischen Effekt der Streuung des Lichtes an Kanten und der dadurch beeinflussten Reflexionsfähigkeit einer zufällig angeordneten Anzahl von Kanten besteht die hier weitergebildete Lösung darin, das an sich aus der Bildverarbeitung bekannte Verfahren der Kantendetektion mittels bestimmter mathematischer Operatoren, also z. B. mittels Sobel- oder Laplace-Operatoren, für die Reflexionsanalyse von dreidimensionalen Oberflächen nutzbar zu machen, indem erstmalig tatsächliche und physisch vorhandene Tiefeninformationen bzw. Tiefenunterschiede, d.h. tatsächliche Kanten, als Daten für die Berechnung bereitgestellt werden.

[0020] In der Bildverarbeitung erfolgte nämlich bisher lediglich eine zweidimensionale Betrachtung, Erkennung und Verarbeitung von "Grenzen" innerhalb eines Bildes, die durch Helligkeitsunterschiede hervorgerufen wurden. Diese Grenzen werden als "Kanten" und deren Erkennung als "Kantendetektion" bezeichnet. Genutzt wird eine solche Kantendetektion beispielsweise zum Erkennen oder Zählen von zu bearbeitenden Gegenständen auf einem Fließband, die mit einer Kamera fotografiert oder gefilmt werden. Eine solche zweidimensionale Betrachtung reicht zwar zum Erkennen von zweidimensionalen örtlichen Zuordnungen aus, nicht jedoch für die komplizierte Struktur einer dreidimensionalen Oberfläche und die Modellierung einer daraus abzuleitenden Reflexionseigenschaft.

[0021] Eine Weiterbildung besteht darin, dass die Mittelung nach der Kantendetektion so erfolgt, dass Flächenelemente zu Gruppen zusammengefasst werden und jeweils innerhalb der Gruppen durch Nachbarschaftsoperationen gemittelte Kantenhäufigkeiten und /oder Höhen den Gruppen zugeordnet und in dem zweiten Datensatz gespeichert werden. Beispielsweise erfolgt eine solche Mittelung durch einen Gauß-Filter als Operator. Hierdurch erhält man eine Charakterisierung oder Pauschalisierung, durch die die ggf. stark variierende Anzahl und Stärke/Höhe der Kanten auf angemessen vergleichmäßigte Reflexionswerte zurückgeführt werden, welche in der weiteren Nutzung der Daten zur Steuerung von Bearbeitungsmaschinen im Hinblick auf Datenmengen und Rechenzeiten von Vorteil sein können.

[0022] Eine vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass eine richtungsabhängige Filterung vor der Kantendetektion erfolgt. Durch eine solche mit verschiedenen mathematischen Operatoren durchführbare richtungsabhängige Filterung wird die durch die normale Kantendetektion lediglich an der Kantenhöhe und -häufigkeit orientierte Aussage über die Reflexionsfähigkeit wesentlich und dahingehend verfeinert, dass die Reflexionseigenschaften bei unterschiedlichen Beleuchtungsverhältnis-

sen oder Betrachtungswinkeln ebenfalls objektiv und messbar dargestellt werden können..

[0023] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass die Filterung bei der Kantendetektion durch eine gerichtete Gaußfilterung erfolgt. Hier handelt es sich um einen einfachen und schnell arbeitenden Operator, der es ermöglicht, eine ausreichende Anzahl von Richtungen innerhalb vertretbarer Zeiten im Hinblick auf ihre Reflexionseigenschaften darzustellen.

[0024] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass der Verfahrensschritt d) so ausgebildet ist, dass die Tiefenwerte des ersten Datensatzes, welche den Flächen- bzw. Rasterelementen in den Bereichen mit stark variierendem Reflexionswert zugeordnet sind, anhand von Ausschlusskriterien aus dem ersten Datensatz entfernt und durch Tiefenwerte des ersten Datensatzes ersetzt werden, die aus Bereichen der Originaloberfläche ohne stark variierendem Reflexionswerte stammen. Damit lassen sich etwaige in der Originalfläche bereichsweise auftretende Reflexionsschwankungen bei der Reproduktion, d.h. bei der Gegenstandsoberfläche reduzieren.

[0025] So können etwa einzelne zu sehr glänzende Stellen bei echten Lederoberfläche bei der Bearbeitung der Gegenstandsoberfläche ausgenommen, also sozusagen "maskiert" und danach mit Strukturen der restlichen Bereiche der Originaloberfläche hergestellt / überdeckt werden, die weniger "glänzend" in Erscheinung treten.

[0026] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass die stark variierenden Reflexionswerte/Parameter anhand von Schwellenwerten klassifiziert und ausgeschlossen werden. Damit lässt sich leicht ein über die gesamte Gegenstandsoberfläche z.B. gleichmäßig niedriger Reflexionsgrad und somit ein "samtiges" Erscheinungsbild einstellen.

[0027] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass der Verfahrensschritt d) so ausgebildet ist, dass abhängig von den von bereichsweise auf der Originalfläche auftretenden Reflexionseigenschaften die Anordnung der in entsprechende Flächen- bzw. Rasterelemente aufgeteilten Bereiche auf der Originaloberfläche so geändert wird durch Änderung ihrer Position auf der Gegenstandsoberfläche innerhalb der Raster- oder Flächenelementanordnung im dritten Datensatz, dass Unstetigkeiten in den Reflexionseigenschaften benachbarter Bereiche minimiert werden.

[0028] Hierdurch kann - ausgehend von einer im Hinblick auf die Reflexionseigenschaften stark inhomogenen und vielfältig verschiedenen Originaloberfläche (Muster) - eine homogene Gegenstandsoberfläche aufgebaut / hergestellt werden, indem nämlich ausgesuchte Partien des Musters ähnlich wie in der DE 43 26 874 A1 arrangiert und zusammengefügt werden, jedoch hier unter Berücksichtigung der Reflexionseigenschaften der Ränder und Überlappungen. Eine solche Anpassung der Ränder und Überlappungen kann auf vielerlei Arten erfolgen, angefangen von manuellen Verfahren oder "qua-

si-manuellem" Ziselieren an PC-gestützten Bildverarbeitungs- oder Zeichenprogrammen, bis zur der durch die Merkmale des Anspruch 9 offenbarten und auf Tiefenstrukturen bezogenen Struktursynthesemethoden.

[0029] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass der Verfahrensschritt d) so ausgebildet ist, dass

- i) dass ein vierter Datensatz abgespeichert wird, der aus zufällig erzeugten Reflexionswerten für jeweils zugehörige Raster- und Flächenelemente einer noch zu reproduzierenden, fiktiven Gegenstandsoberfläche besteht,
- ii) dass danach um einen ersten zufälligen Reflexionswert der Gegenstandsoberfläche mehrere benachbarte zufällige Reflexionswerte zu einer ersten Teilmenge zusammengefasst und in einem fünften Datensatz gespeichert werden, wobei Lage und Anordnung der benachbarten Reflexionswerte durch die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente der Gegenstandsoberfläche ebenfalls gespeichert werden,
- iii) dass danach der fünfte Datensatz mehrfach mit einem bei jedem neuen Vergleich mit neuen Daten belegten sechsten Datensatz verglichen wird, wobei

(1) in dem sechsten Datensatz eine zweite Teilmenge benachbarter gemessener Reflexionswerte der Originaloberfläche (d.h. Reflexionswerte des zweiten Datensatzes) sowie durch die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente auch die Lage und Anordnung der benachbarten Reflexionswerte der Originaloberfläche gespeichert sind,

(2) wobei die relative Lage und Anordnung der benachbarten Reflexionswerte der ersten und zweiten Teilmenge ähnlich, vorzugsweise identisch sind,

iv) dass beim Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen den Reflexionswerten der ersten und den Reflexionswerten der zweiten Teilmengen der erste zufällige Reflexionswert der fiktiven Gegenstandsoberfläche ersetzt wird durch einen zweiten Reflexionswert der Originaloberfläche (d.h. des zweiten Datensatzes), der in seiner Lage und Anordnung in Bezug auf die zweite Teilmenge der Lage und Anordnung des ersten Reflexionswertes in Bezug auf die erste Teilmenge entspricht,

v) dass die Verfahrensschritte ii) bis iv) so oft mit unterschiedlichen ersten und zweiten Teilmengen und für alle Reflexionswerte der Gegenstandsoberfläche wiederholt werden, bis alle Reflexionswerte der Gegenstandsoberfläche sukzessive durch Reflexionswerte aus der Originaloberfläche (d.h. aus dem zweiten Datensatz) ersetzt sind, wobei zum Vergleich der Teilmengen im Verfahrensschritt iii) die bereits mit Hilfe eines oder mehrerer

vorlaufenden Verfahrensschritte iv) in der Gegenstandsfläche ersetzten Reflexionswerte mit in die erste Teilmenge zur Durchführung des Verfahrensschrittes ii) aufgenommen werden,

vi) dass nach einem Ersatz aller Reflexionswerte der Gegenstandsoberfläche durch Reflexionswerte der Originaloberfläche die Verfahrensschritte i) bis v) ein oder mehrere weitere Male durchlaufen werden, wobei die den Reflexionswerten jeweils zugehörigen Raster- oder Flächenelemente bei jedem weiteren Durchlauf verkleinert, insbesondere halbiert werden, und wobei im Verfahrensschritt v) als gleichzeitiges weiteres Kriterium das Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen der neuerlichen ersten Teilmenge und den bereits im vorgehenden Durchlauf der Verfahrensschritte i) bis v) gespeicherten benachbarten Reflexionswerte geprüft wird,

vii) dass nach Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen der Gegenstandsoberfläche und der Originaloberfläche die Tiefenwerte des ersten Datensatz abhängig von den Reflexionswerten der Gegenstandsoberfläche überarbeitet bzw. verändert werden

[0030] Damit lassen sich durch einen "zufälligen Vergleich" mit der Originaloberfläche Reflexionswerte oder -eigenschaften verwenden, die als solche bereits irgendwo im Original vorhanden sind, jedoch in einer neuen Anordnung auf einer "unendlich" großen Fläche "neu" zusammengestellt werden. Es wird also einerseits eine *unbegrenzte* Gegenstandsoberfläche mit Hilfe eines Bearbeitungswerkzeuges als Reproduktion einer dreidimensional strukturierten endlichen und durch Ränder *begrenzten* Originaloberfläche (Mustervorlage) erzeugt. Andererseits erfolgt keine identische Kopie des stofflich vorhandenen Musters oder Originals, sondern es wird eine "neue" Gegenstandsoberfläche erschaffen, die aber die inhärenten Eigenschaften des Originals aufweist, hier die inhärenten Reflexionseigenschaften.

[0031] Dabei werden einzelne Bereiche der "neuen" Gegenstandsoberfläche zufällig ausgewählt, einem Vergleichen mit ähnlichen Bereichen des Originals unterzogen und entsprechend angepasst. Hierbei werden grundsätzlich alle Stellen des Originals zum Vergleich herangezogen.

[0032] Die Gegenstandsoberfläche ist hier also zunächst eine Art fiktives oder synthetisches Zwischenoriginal einer Fläche, aus der erst nach den verfahrensgemäßen Verarbeitungsschritten nämlich die "fertige" Gegenstandsoberfläche entsteht.

[0033] Wesentlicher ist dabei die Art / die Natur des dabei durchgeführten Vergleichs. Es erfolgt nämlich eine Betrachtung der "Nachbarschaft" einzelner Flächenteile oder -punkte, also ein so genannter "Nachbarschaftsvergleich". Bei einem solchen "Nachbarschaftsvergleich" werden lediglich die Nachbarschaften einzelner Flächenteile oder -punkte miteinander verglichen, nicht etwa die Punkte selbst. Anhand dieses Kriteriums wird dann eine

mehr oder weniger große Identität der - nicht betrachteten - Flächenpunkte selbst angenommen.

[0034] Damit für das Verfahren gemäß Anspruch 9 ein Start- oder Ausgangswert festgelegt werden kann, von welchem aus der Nachbarschaftsvergleich startet, wird der "vierte" Datensatz zu Anfang des Verfahrens mit beliebigen, zufällig ermittelten Daten belegt.

[0035] Diese Datenbelegung beinhaltet - lediglich um aus Gründen der Berechnung nicht von Null auszugehen - ausschließlich jeweils eine zufällige, einfache und einzelne Reflexionseigenschaft, etwa eine beliebig angenommene relative Kantenhäufigkeit. Die Zufälligkeit dieser Reflexionswerte wird dadurch erzeugt, dass letztere aus zufälliger Position des ersten Datensatzes entnommen werden, aber "de facto" irgendwo auf der Originaloberfläche vorhanden sind.

[0036] Der oben bereits angesprochene Vergleich der Umgebungen, der Nachbarschaften als solche findet zwischen der "fiktiven" Gegenstandsfläche und der Originaloberfläche statt, wobei die Struktur der Nachbarschaften möglichst ähnlich oder gleich sein muss. Die "Nachbarschaften", dies ist festzuhalten, bestehen aus jeweils benachbarten Reflexionswerten um einen Betrachtungspunkt - ebenfalls ein Reflexionswert - gespeichert als Datensatz in der ersten und zweiten Teilmenge.

[0037] Beim Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen den Reflexionswerten der ersten und den Reflexionswerten der zweiten Teilmengen wird sodann der erste zufällige Reflexionswert der Gegenstandsfläche, d.h. der Reflexionswert für den ersten betrachteten "Punkt" der Gegenstandsfläche, ersetzt durch einen Reflexionswert der Originaloberfläche, nämlich den so genannten "zweiten" Reflexionswert, der in seiner Lage und Anordnung in Bezug auf die zweite Teilmenge der Lage und Anordnung des ersten Reflexionswertes in Bezug auf die erste Teilmenge entspricht.

[0038] Hierdurch wird also ein Reflexionswert für einen ersten "Punkt" der Gegenstandsfläche ersetzt durch einen Reflexionswert eines anderen, d.h. eines zweiten "Punktes" auf der Originaloberfläche. Das Kriterium für die Auswahl des "Ersatzwertes" sind dabei "passende" Nachbarschaften aus der Gegenstandsfläche und der Originalfläche, passend nämlich im Hinblick auf ihre Reflexionseigenschaften und in Bezug auf ihrer Lage zum ersten und zweiten Punkt in der Gegenstands- und Originaloberfläche. Die "Umgebungs-Teilmenge" (Datensatz 5) aus der Gegenstandsfläche wird also verglichen mit der "Umgebungs-Teilmenge" aus der Originaloberfläche (Datensatz 6). Soweit schon Reflexionswerte aus einem vorlaufenden Verarbeitungsschritt vorliegen, werden auch diese in das Kriterium für die Auswahl des "Ersatzwertes" mit einbezogen.

[0039] Damit lässt sich das Herstellungsverfahren so gestalten, das von den strukturellen Eigenschaften / Reflexionseigenschaften einer "kleinen Originalvorlage" ausgehend diese Reflexionseigenschaften auf einer "unendlichen" Fläche neu wachsen / neu entstehen, ohne jedoch kopiert zu sein oder bildhafte Wiederholungen zu

erzeugen.

[0040] Eine solche Synthese einer aus Reflexionswerten bestehenden "Reflexionskarte" und die daraus aufgebaute Oberflächenstruktur wird natürlich noch einmal verglichen und optimiert unter Berücksichtigung einer aus reinen Tiefendaten erzeugten Oberflächenstruktur einer Struktursynthese, beispielsweise einer Struktursynthese gemäß Patentanmeldung DE 10 2005 022 969.5-32. Dabei wird dann z.B. für ein Flächenelement als Optimum das beste Zusammenspiel der Ergebnisse aus Struktur- und Reflexionsanalyse ermittelt. Dabei lassen sich wieder entsprechend mehrdimensionale Vergleichsmethoden in ähnlicher Weise nutzen (Nachbarschaftsvergleiche), wie oben beschrieben.

[0041] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass der Verfahrensschritt d) so ausgebildet ist, dass bei translatorisch invarianten Reflexionseigenschaften der Originalfläche den Flächen- bzw. Rasterelementen des ersten Datensatzes jeweils unterschiedliche Reflexionswerte zugeordnet und im zweiten Datensatz abgespeichert werden, wonach die Tiefenwerte des ersten Datensatzes abhängig von den Reflexionswerten des zweiten Datensatzes verändert werden. Unter dem Begriff "Oberflächen mit translatorisch invarianten Reflexionseigenschaften" versteht man Oberflächen, die im Extremfall in jedem Bereich, an jedem Rasterpunkt der Oberfläche gleiche Reflexionseigenschaften aufweisen. Zu solchen Oberflächen gehören die so genannten "Technischen Oberflächen", also zum Beispiel genoppte oder mit Wabenstruktur versehene Fußbodenbeläge für Industrieanlagen oder auch Kunststoff-Folien als Bezug für das Interieur von Bussen oder Eisenbahnen. Hier kann man durch die Veränderung abhängig von den "zugeordneten" Reflexionswerten nachträglich durch die Modifikation der Reflexion eine höhere "Natürlichkeit" erzeugen.

[0042] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass den Tiefenwerten des ersten Datensatzes mit den Tiefenwerten eines weiteren Datensatzes überlagert werden, der die Reflexionswerte zufällig angeordneter Strukturelemente repräsentiert. Mit Hilfe dieser Überlagerung können die Reflexionseigenschaften des ersten Datensatzes durch die Reflexionseigenschaften des zweiten Datensatzes verändert werden. Besonders natürlich wirkt dabei die Überlagerung mit den topologischen Daten / Tiefendaten zufällig verteilter Haarporen. Für die Manipulation der Reflexionseigenschaften kann dann z.B. die Tiefe und die Anzahl der Haarporen variiert werden.

[0043] Ebenso ist es dadurch leicht möglich, die Topologie und damit die Reflexionswerte entsprechender flacherer oder tieferer Strukturelemente, wie z.B. Hautfurchen, mit mehr oder weniger steilen Flankenwinkeln zu überlagern, um die Reflexionseigenschaften zu verändern.

[0044] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass die Reflexionswerte bzw. die ihnen entsprechenden topologischen Daten eine lokale Veränderung

der Mikrorauigkeit beinhalten, also im Wesentlichen eine Überlagerung zufälliger Mikrostrukturen / Mikrovertiefungen. Auch hierdurch können die Reflexionseigenschaften gravierend beeinflusst werden.

[0045] Eine vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, dass das so genannte "Ray Tracing-Verfahren" zur Bestimmung der Reflexionseigenschaften / Reflexionswerte tatsächlicher dreidimensionale Strukturen genutzt wird, indem die Verfahrensschritte b) und c) so ausgebildet sind, dass

- b) mit einem Simulationsmodell eine auf die durch den ersten Datensatz der Tiefenwerte charakterisierte Kontur der Originaloberfläche einwirkende Lichtstrahlung beschrieben wird, sowie
- c) deren Reflexion abhängig von den Tiefensprüngen der bestrahlten Flächenelemente berechnet, einem Reflexionswert zugeordnet und in einem zweiten Datensatz gespeichert wird.

[0046] Diese Weiterbildung des Verfahrens liefert aufgrund der streng physikalischen Ausrichtung - je nach Simulationsmodell - sehr gute Ergebnisse bei der objektiven Beschreibung der Reflexionsfähigkeit, erfordert aber insbesondere bei der richtungsabhängigen Betrachtung einen erhebliche Rechenaufwand.

[0047] Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich für jegliche Art von Herstellungsverfahren künstlicher Oberflächen verwenden. Die veränderten und somit im Hinblick auf die Reflexionseigenschaft optimierten Tiefenstrukturen einer Oberfläche können als einfache Parameter damit jedem wie auch immer vorab erzeugten grundlegenden Tiefenschema / Strukturschema überlagert werden und sind damit als Steuergrößen direkt verfügbar.

[0048] Dass erfindungsgemäße Verfahren eignet sich im Besonderen dazu, als Gegenstandsoberflächen eine Kunststoff-Folie mit genarbter Oberfläche herzustellen, wie sie zum Beispiel in Kraftfahrzeugen als Belag und Lederimitation für ein Armaturenbrett verwendet wird. Armaturenbretter unterliegen den unterschiedlichsten Licht- und Reflexionsverhältnissen und sollen möglichst keine Blendung für den Fahrer erzeugen. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kann eine solche Kunststoff-Folie auf bestmögliche Weise hergestellt werden.

[0049] Dass erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es beispielsweise, ein aufgrund seiner Form und Ausprägung für ein gehobenes Automobilinterieur gewähltes Leder, z.B. Wasserbüffelleder, welches zwar einen vom Verbraucher gewünschten "robusten Eindruck" besitzt, jedoch auf einem Armaturenbrett bei bestimmtem Lichteinfall unangenehm reflektiert, als Kunststoff-Formhaut mit einer reflexionsoptimierten Tiefenstruktur herzustellen, ohne den gewünschten Gesamteindruck zu beeinflussen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von dreidimensional strukturierten Oberflächen von Gegenständen, wobei die Gegenstandsoberfläche mit Hilfe eines Bearbeitungswerkzeuges als Reproduktion einer dreidimensional strukturierten Originaloberfläche erzeugt wird, und bei dem

a) zunächst die Topologie der Originaloberfläche mit Hilfe eines dreidimensionalen Abtastverfahrens ermittelt wird und die so ermittelten und im Wesentlichen aus den zu jedem Flächenelement eines über die Originaloberfläche gespannten Rasters gehörigen Höhen- bzw. Tiefenwerte bestehenden topologischen Daten in einem ersten Datensatz gespeichert werden, wobei jedem Flächen- bzw. Rasterelement ein gemessener Tiefenwert zugeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

b) der erste Datensatz einer Beurteilung der Tiefenwerte im Hinblick auf ihren Einfluss auf die Reflexionseigenschaften der Flächenelemente unterworfen wird,

c) abhängig von der Beurteilung jedem Flächenelement ein Reflexionswert als Parameter zugeordnet und in einem zweiten Datensatz gespeichert wird,

d) die Tiefenwerte des ersten Datensatz abhängig von den Reflexionswerten des zweiten Datensatzes überarbeitet bzw. verändert werden,

e) die überarbeiteten bzw. veränderten Tiefenwerte des ersten Datensatzes als topologischen Daten in einem dritten Datensatz gespeichert und zur elektronischen Steuerung eines Bearbeitungswerkzeuges zur Bearbeitung der dreidimensional strukturierten Gegenstandsoberfläche genutzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verfahrensschritte b) und c) so ausgebildet sind, dass

b) der erste Datensatz in Bezug auf die Tiefenwerte einer Kantendetektion und anschließend einer Mittelung unterworfen wird,

c) jedem Flächenelement der durch die Mittelung erhaltene und die Häufigkeit und/oder Höhe der Kanten beschreibende Wert als Reflexionswert/Parameter zugeordnet und in einem zweiten Datensatz gespeichert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Mittelung nach der Kantendetektion so erfolgt, dass Flächenelemente zu Gruppen zusammengefasst werden und jeweils innerhalb der Gruppen durch Nachbarschaftsoperationen gemittelte Kantenhäufigkeiten und /oder Höhen den

Gruppen zugeordnet und in dem zweiten Datensatz gespeichert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine richtungsabhängige Filterung vor der Kantendetektion erfolgt. 5
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die richtungsabhängige Filterung durch eine gerichtete Gaußfilterung erfolgt. 10
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Verfahrensschritt d) die Tiefenwerte des ersten Datensatzes, welche den Flächen- bzw. Rasterelementen in den Bereichen mit stark variierendem Reflexionswert zugeordnet sind, anhand von Ausschlusskriterien aus dem ersten Datensatz entfernt und durch Tiefenwerte des ersten Datensatzes ersetzt werden, die aus Bereichen der Originaloberfläche ohne stark variierende Reflexionswerte stammen. 15 20
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stark variierenden Reflexionswerte/Parameter anhand von Schwellenwerten klassifiziert und ausgeschlossen werden. 25
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Verfahrensschritt d) abhängig von den von bereichsweise auf der Originalfläche auftretenden Reflexionseigenschaften die Anordnung der in entsprechende Flächen- bzw. Rasterelemente aufgeteilten Bereiche auf der Originaloberfläche so geändert wird durch Änderung ihrer Position auf der Gegenstandsfläche innerhalb der Rasteroder Flächenelementanordnung im dritten Datensatz, dass Unstetigkeiten in den Reflexionseigenschaften benachbarter Bereiche minimiert werden. 30 35 40
9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verfahrensschritt d) weiterhin so ausgebildet ist,
 - i) dass ein vierter Datensatz abgespeichert wird, der aus zufällig erzeugten Reflexionswerten für jeweils zugehörige Raster- und Flächenelemente einer Gegenstandsfläche besteht, 45
 - ii) dass danach um einen ersten zufälligen Reflexionswert der Gegenstandsfläche mehrere benachbarte zufällige Reflexionswerte zu einer ersten Teilmenge zusammengefasst und in einem fünften Datensatz gespeichert werden, wobei Lage und Anordnung der benachbarten Reflexionswerte durch die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente der Gegenstandsfläche ebenfalls gespeichert werden, 50 55

iii) dass danach der fünfte Datensatz mehrfach mit einem bei jedem neuen Vergleich mit neuen Daten belegten sechsten Datensatz verglichen wird, wobei

(1) in dem sechsten Datensatz eine zweite Teilmenge benachbarter gemessener Reflexionswerte der Originaloberfläche sowie durch die Koordinaten der jeweils zugehörigen Flächenelemente auch die Lage und Anordnung der benachbarten Reflexionswerte der Originaloberfläche gespeichert sind,

(2) wobei die relative Lage und Anordnung der benachbarten Reflexionswerte der ersten und zweiten Teilmenge ähnlich, vorzugsweise identisch sind,

iv) dass beim Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen den Reflexionswerten der ersten und den Reflexionswerten der zweiten Teilmengen der erste zufällige Reflexionswert der fiktiven Gegenstandsfläche ersetzt wird durch einen zweiten Reflexionswert der Originaloberfläche, der in seiner Lage und Anordnung in Bezug auf die zweite Teilmenge der Lage und Anordnung des ersten Reflexionswertes in Bezug auf die erste Teilmenge entspricht, v) dass die Verfahrensschritte ii) bis iv) so oft mit unterschiedlichen ersten und zweiten Teilmengen und sukzessive für alle Reflexionswerte der Gegenstandsfläche wiederholt werden, bis alle Reflexionswerte der Gegenstandsfläche sukzessive durch Reflexionswerte aus der Originaloberfläche ersetzt sind, wobei zum Vergleich der Teilmengen im Verfahrensschritt iii) die bereits mit Hilfe eines oder mehrerer vorlaufenden Verfahrensschritte iv) in der Gegenstandsfläche ersetzten Reflexionswerte mit in die erste Teilmenge zur Durchführung des Verfahrensschrittes ii) aufgenommen werden, vi) dass nach einem Ersatz aller Reflexionswerte der Gegenstandsfläche durch Reflexionswerte der Originaloberfläche die Verfahrensschritte i) bis v) ein oder mehrere weitere Male durchlaufen werden, wobei die den Reflexionswerten jeweils zugehörigen Raster- oder Flächenelemente bei jedem weiteren Durchlauf verkleinert, insbesondere halbiert werden, und wobei im Verfahrensschritt v) als gleichzeitiges weiteres Kriterium das Erreichen einer festgelegten Ähnlichkeit zwischen der neuerlichen ersten Teilmenge und den bereits im vorgehenden Durchlauf der Verfahrensschritte i) bis v) gespeicherten benachbarten Reflexionswerte geprüft wird, vii) dass nach Erreichen einer festgelegten Ähn-

lichkeit zwischen der Gegenstandsoberfläche und der Originaloberfläche die Tiefenwerte des ersten Datensatz abhängig von den Reflexionswerten der Gegenstandsoberfläche überarbeitet bzw. verändert werden.

5

10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei translatorisch invarianten Reflexionseigenschaften der Originalfläche den Flächen- bzw. Rasterelementen des ersten Datensatzes jeweils unterschiedliche Reflexionswerte zugeordnet und im zweiten Datensatz abgespeichert werden, wonach die Tiefenwerte des ersten Datensatzes abhängig von den Reflexionswerten des zweiten Datensatzes verändert werden.

10

15

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefenwerte des ersten Datensatzes mit den Tiefenwerten eines weiteren Datensatzes überlagert werden, der die Reflexionswerte zufällig angeordneter Strukturelemente repräsentiert.

20

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefenwerte des ersten Datensatzes mit den aus den Reflexionswerten zufällig verteilter Haarporen erhaltenen Tiefenwerten / topologischen Daten überlagert werden.

25

13. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefenwerte / topologischen Daten des weiteren Datensatzes aus den Reflexionswerten einer lokale Veränderung der Mikrorauigkeit erhalten sind.

30

14. Verfahren nach Anspruch 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verfahrensschritte b) und c) so ausgebildet sind, dass

35

b) mit einem Simulationsmodell eine auf die durch den ersten Datensatz der Tiefenwerte charakterisierte Kontur der Originaloberfläche einwirkende Lichtstrahlung beschrieben wird, und dass

40

c) deren Reflexion abhängig von den Tiefensprüngen der bestrahlten Flächenelemente berechnet, einem Reflexionswert zugeordnet und in einem zweiten Datensatz gespeichert wird.

45

50

Claims

1. Method for producing three-dimensionally structured surfaces of objects, the object surface being generated as a reproduction of a three-dimensionally structured original surface with the aid of a machining tool, and in the case of which

55

a) firstly the topology of the original surface is determined with the aid of a three-dimensional scanning method, and the topological data thus determined and essentially comprising the height values and depth values belonging to each surface element of a raster spanning the original surface, are stored in a first data record, each surface element or raster element being assigned a measured depth value,

characterized in that

b) the first data record is subjected to an assessment of the depth values with regard to their influence on the reflection properties of the surface elements,

c) a reflection value is assigned as parameter to each surface element, depending on the assessment, and is stored in a second data record, d) the depth values of the first data record are revised or modified as a function of the reflection values of the second data record, and

e) the revised or modified depth values of the first data record are stored as topological data in a third data record and are used for electronically controlling a machining tool for machining the three-dimensionally structured object surface.

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the method steps b) and c) are designed such that

b) the first data record is subjected to an edge detection and subsequently an averaging with reference to the depth values, and

c) the value that is obtained by the averaging and describes the frequency and/or height of the edges is assigned to each surface element as reflection value/parameter and is stored in a second data record.

3. Method according to Claim 2, **characterized in that** the averaging is performed after the edge detection such that surface elements are combined into groups, and in each case edge frequencies and/or heights averaged inside the groups by proximity operations are assigned to the groups and stored in the second data record.

4. Method according to Claim 2 or 3, **characterized in that** a directionally dependent filtering is performed before the edge detection.

5. Method according to Claim 4, **characterized in that** the directionally dependent filtering is performed by a directed Gaussian filtering.

6. Method according to Claims 1 to 5, **characterized in that** in method step d) the depth values of the first data record, which are assigned to the surface ele-

ments or raster elements in the regions with a greatly varying reflection value, are removed from the first data record with the aid of exclusion criteria and are replaced by depth values of the first data record that originate from regions of the original surface without greatly varying reflection values. 5

7. Method according to Claim 6, **characterized in that** the greatly varying reflection values/parameters are classified and excluded with the aid of threshold values. 10

8. Method according to Claims 1 to 7, **characterized in that** in method step d) depending on the reflection properties occurring in regions on the original surface, the arrangement of the regions, split up into corresponding surface elements or raster elements, on the original surface is changed by changing the position on the object surface inside the raster element or surface element arrangement in the third data record such that discontinuities in the reflection properties of adjacent regions are minimized. 15 20

9. Method according to Claims 1 to 8, **characterized in that** the method step d) is, furthermore, designed such 25

i) that a fourth data record is stored that comprises randomly generated reflection values for respectively associated raster elements and surface elements of an object surface, 30
 ii) that thereafter a number of adjacent random reflection values are combined to form a first subset by a first random reflection value of the object surface and are stored in a fifth data record, position and arrangement of the adjacent reflection values likewise being stored by the coordinates of the respectively associated surface elements of the object surface, 35
 iii) that thereafter the fifth data record is repeatedly compared with a sixth data record occupied by new data at each new comparison, 40

(1) there being stored in the sixth data record a second subset of adjacent measured reflection values of the original surface, and also the position and arrangement of the adjacent reflection values of the original surface being stored by the coordinates of the respectively associated surface elements, and 45 50

(2) the relative position and arrangement of the adjacent reflection values of the first and second subsets being similar, preferably identical, 55

iv) that upon the achievement of a defined similarity between the reflection values of the first

subset and the reflection values of the second subset, the first random reflection value of the fictional object surface is replaced by a second reflection value of the original surface whose position and arrangement with reference to the second subset corresponds to the position and arrangement of the first reflection value with reference to the first subset,

v) that the method steps ii) to iv) are repeated frequently with different first and second subsets and successively for all reflection values of the object surface until all the reflection values of the object surface are successively replaced by reflection values from the original surface, the reflection values already replaced in the object surface with the aid of one or more preceding method steps iv) are also recorded in the first subset in order to carry out the method step ii) for comparison of the subsets in method step iii), vi) that the method steps i) to v) are run through one or more further times after a replacement of all the reflection values of the object surface by reflection values of the original surface, the raster elements or surface elements respectively associated with the reflection values being reduced, in particular halved, at each further runthrough, and in method step v) the achievement of a defined similarity between the recent first subset and the adjacent reflection values already stored in the preceding runthrough of the method steps i) to v) being checked as a simultaneous further criterion, and

vii) that the depth values of the first data record are revised and/or modified as a function of the reflection values of the object surface after achievement of a defined similarity between the object surface and the original surface.

10. Method according to Claims 1 to 5, **characterized in that** given translationally invariant reflection properties of the original surface, the surface elements or raster elements of the first data record are respectively assigned different reflection values and are stored in the second data record, after which the depth values of the first data record are modified as a function of the reflection values of the second data record.

11. Method according to Claim 10, **characterized in that** the depth values of a further data record, which represents the reflection values of randomly arranged structural elements, are superposed on the depth values of the first data record.

12. Method according to Claim 11, **characterized in that** the depth values/topological data obtained from the reflection values of randomly distributed hair pores are superposed on the depth values of the first

data record.

13. Method according to Claim 11, **characterized in that** the depth values/topological data of the further data record are obtained from the reflection values of a local variation in the microroughness.

14. Method according to Claims 1 to 13, **characterized in that** the method steps b) and c) are designed such that

b) an optical radiation acting on the contour, **characterized by** the first data record of the depth values, of the original surface is described by a simulation model, and that
c) the reflection of said optical radiation is calculated from the depth discontinuities of the irradiated surface elements, assigned to a reflection value and stored in a second data record.

Revendications

1. Procédé pour réaliser sur des objets des surfaces structurées en trois dimensions, la surface des objets étant formée à l'aide d'un outil de traitement qui reproduit une surface d'origine structurée en trois dimensions, et dans lequel

a) la topologie de la surface d'origine est d'abord déterminée à l'aide d'une opération de palpéage en trois dimensions et les données topologiques ainsi déterminées et constituées essentiellement des valeurs de hauteur et d'épaisseur appartenant à chaque élément de surface d'une trame tendue au-dessus de la surface d'origine sont conservées en mémoire dans un premier jeu de données, une valeur de profondeur mesurée étant associée à chaque élément de surface ou de trame, **caractérisé en ce que**
b) le premier jeu de données subit une évaluation de l'influence des valeurs de profondeur sur les propriétés de réflexion des éléments de surface,
c) en fonction de l'évaluation, une valeur de réflexion est associée en tant que paramètre à chaque élément de surface et est conservée en mémoire dans un deuxième jeu de données,
d) les valeurs de profondeur du premier jeu de données sont transformées ou modifiées en fonction des valeurs de réflexion du deuxième jeu de données et
e) les valeurs de profondeur transformées ou modifiées du premier jeu de données sont conservées comme données topologiques dans un troisième jeu de données et sont utilisées pour commander électroniquement un outil de traitement qui traite la surface de l'objet structurée en

trois dimensions.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les étapes b) et c) du procédé sont configurées de telle sorte que

b) les valeurs de profondeur du premier jeu de données subissent une détection des chants et leur moyenne est calculée et

c) la valeur obtenue par le calcul de la moyenne et qui décrit la fréquence et/ou la hauteur des chants est associée à chaque élément de surface en tant que valeur ou paramètre de réflexion et est conservée en mémoire dans un deuxième jeu de données.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'**après la détection des chants, la moyenne est calculée en rassemblant des éléments de surface en groupes et **en ce que** les moyennes des fréquences de chant et/ou des hauteurs à l'intérieur des groupes sont associées aux groupes par des opérations de voisinage et sont conservées dans le deuxième jeu de données.

4. Procédé selon les revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'**un filtrage en fonction de l'orientation est effectué avant la détection des chants.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le filtrage en fonction de l'orientation s'effectue par filtrage de Gauss orienté.

6. Procédé selon les revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** dans l'étape d) du procédé, les valeurs de profondeur du premier jeu de données qui sont associées aux éléments de surface ou de trame dans les zones dont la valeur de réflexion varie fortement sont enlevées du premier jeu de données en fonction de critères d'exclusion et sont remplacées par des valeurs de profondeur du premier jeu de données qui proviennent des zones de la surface d'origine dont les valeurs de réflexion ne varient pas fortement.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les valeurs et/ou paramètres de réflexion qui varient fortement sont classés et exclus à l'aide de valeurs de seuil.

8. Procédé selon les revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** dans l'étape d) du procédé, l'agencement des parties divisées en éléments de surface ou de trame correspondants sur la surface d'origine est modifié en fonction des propriétés de réflexion qui prévalent dans chaque partie de la surface d'origine en modifiant leur position sur la surface de l'objet à l'intérieur de l'agencement des éléments de trame

ou de surface du troisième jeu de données de manière à minimiser les irrégularités des propriétés de réflexion entre des parties voisines.

9. Procédé selon les revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'étape d) du procédé est configurée en outre de telle sorte que

i) un quatrième jeu de données constitué de valeurs de réflexion formées aléatoirement pour chaque élément associé de trame ou de surface d'une surface de l'objet est conservé en mémoire,

ii) **en ce qu'**ensuite plusieurs valeurs aléatoires de réflexion voisines d'une première valeur aléatoire de réflexion de la surface de l'objet sont rassemblées en une première quantité partielle et conservées en mémoire dans un cinquième jeu de données, la position et l'agencement des valeurs de réflexion voisines étant également conservés sous la forme des coordonnées des éléments correspondants de la surface de l'objet,

iii) **en ce qu'**ensuite, le cinquième jeu de données est comparé plusieurs fois avec un sixième jeu de données occupé par de nouvelles données lors de chaque comparaison,

(1) une deuxième quantité partielle de valeurs de réflexion mesurées voisines de la surface d'origine ainsi que la position et l'agencement de valeurs de réflexion voisines de la surface d'origine sont conservées dans le sixième jeu de données sous la forme des coordonnées des éléments de surface correspondants,

(2) la position relative et l'agencement des valeurs de réflexion voisines de la première et de la deuxième quantité partielle étant similaires et de préférence identiques,

iv) **en ce que** lorsqu'une similitude définie est atteinte entre les valeurs de réflexion des premières quantités partielles et des valeurs de réflexion des deuxièmes quantités partielles, la première valeur aléatoire de réflexion de la surface fictive de l'objet est remplacée par une deuxième valeur de réflexion de la surface d'origine dont la position et l'agencement correspondent pour la deuxième quantité partielle à la position et l'agencement de la première valeur de réflexion pour la première quantité partielle,

v) **en ce que** les étapes ii) à iv) du procédé sont répétées avec différentes premières et deuxièmes quantités partielles et successivement pour toutes les valeurs de réflexion de la surface de l'objet, un nombre suffisant de fois pour que toutes les valeurs de réflexion de la surface de l'ob-

jet soient remplacées successivement par des valeurs de réflexion provenant de la surface d'origine,

les valeurs de réflexion de la surface de l'objet déjà remplacées lors d'une ou plusieurs exécutions précédente de l'étape iv) du procédé étant reprises conjointement dans la première quantité partielle pour exécuter l'étape ii) du procédé pour la comparaison des quantités partielles dans l'étape (iii),

vi) **en ce qu'**après le remplacement de toutes les valeurs de réflexion de la surface de l'objet par des valeurs de réflexion de la surface d'origine, les étapes i) à v) du procédé sont exécutées une ou plusieurs autres fois, les éléments de trame ou de surface qui appartiennent à chacune des valeurs de réflexion étant diminués et en particulier divisés par deux lors de chaque nouvelle exécution, l'atteinte d'une similitude définie entre la nouvelle première quantité partielle et les valeurs de réflexion voisines déjà conservées en mémoire lors de l'exécution précédente des étapes i) à v) du procédé étant vérifiée au cours de l'étape v) du procédé comme autre critère simultané,

vii) **en ce que** lorsqu'une similitude définie est atteinte entre la surface de l'objet et la surface d'origine, les valeurs de profondeur du premier jeu de données sont transformées ou modifiées en fonction des valeurs de réflexion de la surface de l'objet.

10. Procédé selon les revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** lorsque les propriétés de réflexion de la surface d'origine sont invariantes en translation, des valeurs de réflexion différentes sont associées à chacun des éléments de surface ou de trame du premier jeu de données et sont conservées en mémoire dans le deuxième jeu de données, suite à quoi les valeurs de profondeur du premier jeu de données sont modifiées en fonction des valeurs de réflexion du deuxième jeu de données.

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les valeurs de profondeur du premier jeu de données sont superposées aux valeurs de profondeur d'un deuxième jeu de données qui représentent les valeurs de réflexion d'éléments structuraux disposés aléatoirement.

12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les valeurs de profondeur du premier jeu de données sont superposées aux valeurs de profondeur et/ou aux données topologiques obtenues à partir des valeurs de réflexion des pores filiformes répartis aléatoirement.

13. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en**

ce que les valeurs de profondeur et/ou les données topologiques de l'autre jeu de données sont obtenues à partir des valeurs de réflexion d'une variation locale de la microrugosité.

5

14. Procédé selon les revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** les étapes b) et c) du procédé sont configurées de telle sorte que

b) un modèle de simulation décrit un rayonnement lumineux qui agit sur le contour de la surface d'origine **caractérisé par** le premier jeu de données de valeurs de profondeur et
c) en ce que la réflexion par la surface d'origine est calculée en fonction des sauts de profondeur des éléments de surface éclairés, est associée à une valeur de réflexion et est conservée en mémoire dans un deuxième jeu de données.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4326874 A1 [0003] [0004] [0007] [0028]
- EP 618851 A1 [0009]
- DE 102005022969532 [0040]