

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer:	A 50324/2015	(51) Int. Cl.:	G01B 11/16	(2006.01)
(22) Anmeldetag:	23.04.2015		G01B 11/06	(2006.01)
(45) Veröffentlicht am:	15.02.2018		G01N 21/21	(2006.01)
			G02B 5/30	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0347912 A2
US 2009153859 A1
JP 2005294365 A

(73) Patentinhaber:
AIT Austrian Institute of Technology GmbH
1220 Wien (AT)

(72) Erfinder:
Huber-Mörk Reinhold Dr.
1220 Wien (AT)
Ruisz Johannes Dipl.Ing.
1100 Wien (AT)
Soukup Daniel Dipl.Ing.
1020 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Wildhack & Jellinek Patentanwälte OG
1030 Wien (AT)

(54) **Inspektion mit Polarisationsfiltern**

- (57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Inspektion eines, insbesondere ebenen, Gegenstands (1) umfassend eine Textur (10) und eine durchsichtige Kunststoffschicht (11) mit reliefartigem Verlauf über der Textur (10) zur Ermittlung, ob diese passgenau übereinander liegen,
- wobei der Gegenstand (1) mit unpolarisiertem Licht beleuchtet wird auf den Gegenstand (1) gestrahlt wird,
 - wobei der Gegenstand (1) von der gegenüberliegenden Seite mittels einer Aufnahmeeinheit (3) aufgenommen wird, deren optische Achse im Brewster-Winkel (Θ_B) steht,
 - wobei mit der Aufnahmeeinheit (3) ein erstes Bild (B_1) mit Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Einfallsebene erstellt wird,
 - wobei mit der Aufnahmeeinheit (3) ein zweites Bild (B_2) des Gegenstands (1) mit Licht mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene erstellt wird.

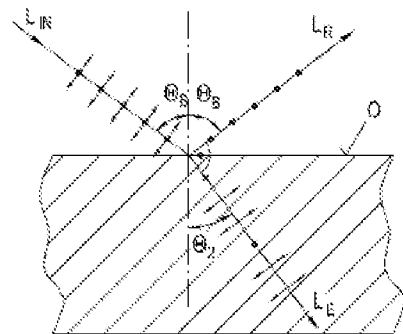


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Patentanspruch 1 sowie eine Aufnahmeverrichtung gemäß dem Patentanspruch 8. Die Erfindung wird im Bereich der Prüfung von Relief-Drucken gewerblich eingesetzt.

[0002] Relief-Drucke werden beispielsweise bei Holzimitaten aber auch für andere Einsatzzwecke verwendet. Ein Relief-Druck weist folgendes auf:

- a) eine Textur mit einem aufgedruckten vorgegebenen Farbverlauf, und
- b) eine durchsichtige Kunststoffschicht mit reliefartigem, dem Farbverlauf entsprechenden, Verlauf, die über der Textur angeordnet ist.

[0003] Bei der Herstellung von Relief-Drucken kommt es mitunter zum Problem, dass die Textur und die Kunststoffschicht nicht passgenau gefertigt sind bzw. stark gegeneinander verschoben sind. Übersteigt die Verschiebung ein vorgegebenes Maß bzw. einen vorgegebenen Schwellenwert führt dies zu optisch unschönen Effekten, insbesondere kann ein Holzimitat sehr einfach als solches wahrgenommen werden.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist das Dokument EP 0347912 bekannt, in dem ein Deformationsmessverfahren um eine Deformationsmesseinrichtung bekannt sind, bei der bzw. bei dem ein Teil der Oberfläche eines Objektes mit einem Laserstrahl vor und nach der Deformation bestrahlt wird, um Spekelbilder zu erzielen. Der Anteil der Deformation des Objektes wird auf der Basis der Kreuzkorrelationsfunktion zwischen den Spekelbildern bestimmt. Aus den Veröffentlichungen US 2009/153859 und JP 2005/294365 sind jeweils Methoden bekannt, um die Schichtdicke während des Polierens eines Werkstoffs zu bestimmen, um einen Polierendpunkt zu definieren. Dabei wird die Probenoberfläche mit zwei Strahlen, welche im Plus der Winkel auf die Probe einfallen, beleuchtet. Die reflektierten Strahlen werden durch einen Polarisationsfilter geleitet und werden unabhängig von einander hinsichtlich ihrer Intensität ausgewertet. Die momentane Schichtdicke wird während des Polierens aus der Intensitätsänderung beider Strahlen errechnet.

[0005] Im Zusammenhang mit der Erfindung wird der Begriff des Brewster-Winkels verwendet. Dieser entspricht einem Winkel, bei dem von auf die Grenzfläche zweier dielektrischer Medien einfallendem, unpolarisiertem Licht nur die senkrecht zur Einfallsebene polarisierten Anteile reflektiert werden. Das reflektierte Licht ist dann linear polarisiert.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, Objekte mit verschobener Textur/Relief-Kunststoffschicht zu erkennen, um fehlerhafte Relief-Drucke aus dem Produktionsprozess ausscheiden zu können. Die Erfindung löst diese Aufgabe bei einem Prüfverfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0007] Die Erfindung sieht vor, dass zur Inspektion eines, insbesondere ebenen, Gegenstands umfassend

- eine Textur mit einem aufgedruckten vorgegebenen Farbverlauf, und
 - eine durchsichtige Kunststoffschicht mit reliefartigem, dem Farbverlauf entsprechenden, Verlauf, die über der Textur angeordnet ist,
- zur Ermittlung, ob die Textur und die Kunststoffschicht passgenau übereinander liegen,
- a) wobei der Gegenstand mit unpolarisiertem Licht beleuchtet wird, das im Brewster-Winkel, allenfalls mit einer Abweichung von maximal 10° , auf den Gegenstand gestrahlt wird,
 - b) wobei der Gegenstand von der gegenüberliegenden Seite mittels einer Aufnahmeeinheit aufgenommen wird, deren optische Achse im Brewster-Winkel, allenfalls mit einer Abweichung von maximal $\pm 10^\circ$, zur Oberfläche des Gegenstands steht, und wobei die optische Achse der Aufnahmeeinheit und Einstrahlrichtung des eingestrahlt Lichts in einer Ebene liegen,
 - c) wobei mit der Aufnahmeeinheit ein erstes Bild des Gegenstands erstellt wird, wobei zur Aufnahme lediglich Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Einfallsebene herangezogen wird,
 - d) wobei mit der Aufnahmeeinheit ein zweites Bild des Gegenstands erstellt wird, wobei zur Aufnahme lediglich Licht mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene herangezogen wird,

e) wobei die beiden Bilder durch Korrelation miteinander verglichen werden und ein Versatz der beiden Bilder zueinander aufgrund des Ergebnisses der Korrelation ermittelt wird, und
f) dass der so ermittelte Versatz mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird und bei Überschreitung des Schwellenwerts durch den Versatz festgestellt wird, dass die Textur und die Kunststoffschicht nicht passgenau übereinander liegen. Die Erfindung ermöglicht auf diese Weise eine besonders einfache Detektion der Passgenauigkeit von Drucken und Reliefs.

[0008] Ein bevorzugter Aspekt der Erfindung sieht vor, dass als Aufnahmeeinheit ein Zeilensensor umfassend eine Anzahl von in einer Zeile angeordneten Sensorpixeln verwendet wird, wobei die Zeilenrichtung des Zeilensensors parallel zur Oberfläche des Gegenstands steht, dass der Gegenstand und die Aufnahmeeinheit in einer Ebene parallel zur Oberfläche des Gegenstands und normal zur Sensorzeile der Aufnahmeeinheit entlang einer vorgegebenen Transportrichtung zueinander relativ bewegt werden, dass mit der Aufnahmeeinheit Bilder einer Gegenstandszeile des Gegenstands erstellt werden, die normal zur Transportrichtung des Gegenstands steht, und dass das erste Bild und das zweite Bild durch Zusammenfügung der Zeilenbilder oder von Teilen der Zeilenbilder, die den Gegenstand jeweils bei gleicher Polarisierung aufgenommen zeigen, erstellt werden. Hierdurch ist es möglich für das gesamte Bild die Einhaltung des Brewster-Winkels bei der Aufnahme zu gewährleisten. Fehler, die sich aufgrund der nicht genauen Einhaltung des Brewster-Winkels in Randbereichen ergeben, treten somit nicht auf.

[0009] Zum gleichen Zweck kann vorgesehen sein, dass diejenige Gegenstandszeile des Gegenstands, die vom Zeilensensor erfasst ist, homogen beleuchtet wird, insbesondere mittels einer zeilenförmigen Lichtquelle, die normal zur Transportrichtung steht, dem Zeilensensor gegenüberliegt und Licht im Brewster-Winkel auf die Gegenstandszeile abstrahlt.

[0010] Um eine kompakte Bauform der Aufnahmeeinrichtung zu gewährleisten und gleichzeitig sicherzustellen, dass gleichzeitig derselbe Bereich des Objekts aufgenommen wird, kann vorgesehen sein, dass zur Erstellung der Bilder ein Zeilensensor als Aufnahmeeinheit verwendet wird, vor dem zwei Optiken angeordnet sind, dass die erste Optik die Gegenstandszeile auf einen ersten Teilbereich des Zeilensensors abbildet, wobei die erste Optik lediglich für Licht mit einer Polarisierung senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist, dass die zweite Optik die Gegenstandszeile auf einen zweiten Teilbereich des Zeilensensors abbildet, wobei die zweite Optik lediglich für Licht mit einer Polarisierung parallel zur Einfallsebene durchlässig ist.

[0011] Alternativ kann vorgesehen sein, dass zur Erstellung der Bilder zwei Zeilensensoren als Aufnahmeeinheit verwendet werden, vor denen jeweils eine Optik angeordnet ist, dass die erste Optik die Gegenstandszeile auf den ersten Zeilensensor abbildet, wobei die erste Optik lediglich für Licht mit einer Polarisierung senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist, dass die zweite Optik die Gegenstandszeile auf den zweiten Zeilensensor abbildet, wobei die zweite Optik lediglich für Licht mit einer Polarisierung parallel zur Einfallsebene durchlässig ist.

[0012] Eine numerisch effiziente Feststellung des Versatzes sieht vor, zur Bestimmung des Versatzes die Kreuz-Korrelationsfunktion für die beiden Bilder ermittelt wird, dass in der Kreuz-Korrelationsfunktion nach zwei voneinander unabhängigen Maxima gesucht wird, und der Abstand zwischen den beiden Maxima als Versatz ermittelt wird, und dass der so ermittelte Versatz mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird und bei Überschreitung des Schwellenwerts durch den Versatz festgestellt wird, dass die Textur und die Kunststoffschicht nicht passgenau übereinander liegen.

[0013] Zur vorteilhaften Ermittlung der Übereinstimmung des Reliefs mit der Textur bei Kunststoffreliefs kann vorgesehen sein, dass zur Beleuchtung Licht mit einer Wellenlänge im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm verwendet wird und/oder dass die Aufnahmeeinheit Licht im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm detektiert.

[0014] Die Erfindung löst diese Aufgabe bei einer Aufnahmevorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8.

[0015] Die Erfindung sieht vor, dass zur Inspektion eines, insbesondere ebenen, Gegenstands

mit einer Textur mit einem aufgedruckten vorgegebenen Farbverlauf, und einer durchsichtigen Kunststoffschicht mit reliefartigem, dem Farbverlauf entsprechenden, Verlauf, die über der Textur angeordnet ist, sowie zur Ermittlung, ob die Textur und die Kunststoffschicht passgenau übereinander liegen, umfassend

- a) eine Beleuchtungseinheit zur Beleuchtung des Gegenstands mit unpolarisiertem Licht, das im Brewster-Winkel, allenfalls mit einer Abweichung von maximal 10° , auf die Oberfläche des Gegenstands einstrahlt,
- b) eine Aufnahmeeinheit, die den Gegenstand von der gegenüberliegenden Seite her abbildet, wobei die optische Achse der Aufnahmeeinheit im Brewster-Winkel, allenfalls mit einer Abweichung von maximal $\pm 10^\circ$, zur Oberfläche des Gegenstands steht, und wobei die optische Achse der Aufnahmeeinheit und Einstrahlrichtung des eingestrahlenen Lichts in einer Ebene liegen,
- c) einen vor der Aufnahmeeinheit angeordneten oder positionierbaren ersten Polarisationsfilter der lediglich für Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist,
- d) einen vor der Aufnahmeeinheit angeordneten oder positionierbaren zweiten Polarisationsfilter der lediglich für Licht mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene durchlässig ist,
- e) wobei die Aufnahmeeinheit zur Erstellung eines ersten Bilds unter Filterung des bei ihr einfallenden Lichts mit dem ersten Polarisationsfilter und eines zweiten Bilds unter Filterung des bei ihr einfallenden Lichts mit dem zweiten Polarisationsfilter ausgebildet ist,
- f) eine Vergleichseinheit, die die beiden Bilder durch Korrelation miteinander vergleicht und einen Versatz der beiden Bilder zueinander aufgrund des Ergebnisses der Korrelation ermittelt, und
- g) eine Entscheidungseinheit, die den so ermittelten Versatz mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht und bei Überschreitung des Schwellenwerts durch den Versatz feststellt, dass die Textur und die Kunststoffschicht nicht passgenau übereinander liegen. Die Erfindung ermöglicht auf diese Weise eine besonders einfache Detektion der Passgenauigkeit von Drucken und Reliefs.

[0016] Ein bevorzugter Aspekt der Erfindung sieht vor, dass die Aufnahmeeinheit durch einen Zeilensensor umfassend eine Anzahl von in einer Zeile angeordneten Sensorpixeln ausgebildet ist, wobei die Zeilenrichtung des Zeilensensors parallel zur Oberfläche des Gegenstands steht, dass eine Transporteinrichtung vorhanden ist, die den Gegenstand und die Aufnahmeeinheit entlang einer vorgegebenen Transportrichtung zueinander relativ bewegt, wobei die Fortbewegungsrichtung in einer Ebene parallel zur Oberfläche des Gegenstands und normal zur Sensorzeile der Aufnahmeeinheit liegt, dass die Aufnahmeeinheit Bilder einer Gegenstandszeile des Gegenstands erstellt, wobei die Gegenstandszeile normal zur Transportrichtung des Gegenstands steht, und dass die Aufnahmeeinheit das erste Bild und das zweite Bild durch Zusammenfügung der Zeilenbilder oder von Teilen der Zeilenbilder erstellt, wobei die Aufnahmeeinheit die Zeilenbilder aufgenommen mit Polarisation senkrecht zur Einfallsebene zum ersten Bild und die Zeilenbilder aufgenommen mit Polarisation parallel zur Einfallsebene zum zweiten Bild zusammenfügt. Hierdurch ist es möglich für das gesamte Bild die Einhaltung des Brewster-Winkels bei der Aufnahme zu gewährleisten. Fehler, die sich aufgrund der nicht genauen Einhaltung des Brewster-Winkels in Randbereichen ergeben, treten somit nicht auf.

[0017] Zum gleichen Zweck kann vorgesehen sein, dass die Beleuchtungseinheit diejenige Gegenstandszeile des Gegenstands, die vom Zeilensensor erfasst ist, homogen beleuchtet, wobei die Beleuchtungseinheit insbesondere durch eine zeilenförmige Lichtquelle gebildet ist, die normal zur Transportrichtung steht, dem Zeilensensor gegenüberliegt und Licht im Brewster-Winkel auf die Gegenstandszeile abstrahlt.

[0018] Um eine kompakte Bauform der Aufnahmeeinrichtung zu gewährleisten und gleichzeitig sicherzustellen, dass gleichzeitig derselbe Bereich des Objekts aufgenommen wird, kann vorgesehen sein, dass die Aufnahmeeinheit durch einen Zeilensensor ausgebildet ist, vor dem zwei Optiken angeordnet sind, dass die erste Optik die Gegenstandszeile auf einen ersten Teilbereich des Zeilensensors abbildet, wobei die erste Optik lediglich für Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist, dass die zweite Optik die Gegenstandszeile

auf einen zweiten Teilbereich des Zeilensensors abbildet, wobei die zweite Optik lediglich für Licht mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene durchlässig ist.

[0019] Eine alternative Bauform sieht vor, dass die Aufnahmeeinheit durch zwei Zeilensensoren ausgebildet ist, vor denen jeweils eine Optik angeordnet ist, dass die erste Optik die Gegenstandszeile auf den ersten Zeilensensor abbildet, wobei die erste Optik lediglich für Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist, dass die zweite Optik die Gegenstandszeile auf den zweiten Zeilensensor abbildet, wobei die zweite Optik lediglich für Licht mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene durchlässig ist.

[0020] Eine numerisch effiziente Feststellung des Versatzes sieht vor, dass die Vergleichseinheit zur Bestimmung des Versatzes die Kreuz-Korrelationsfunktion für die beiden Bilder ermittelt, dass die Vergleichseinheit in der Kreuz-Korrelationsfunktion nach zwei voneinander unabhängigen Maxima sucht, den Abstand zwischen den beiden Maxima als Versatz ermittelt, und eine Entscheidungseinheit, die den so ermittelten Versatz mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht und bei Überschreitung des Schwellenwerts durch den Versatz feststellt, dass die Textur und die Kunststoffschicht nicht passgenau übereinander liegen.

[0021] Zur vorteilhaften Ermittlung der Übereinstimmung des Reliefs mit der Textur bei Kunststoffreliefs kann vorgesehen sein, dass die Beleuchtungseinheit Licht mit einer Wellenlänge im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm abstrahlt und/oder dass die Aufnahmeeinheit für Licht im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm sensitiv ist.

[0022] Einige bevorzugte Ausführungsformen werden anhand der folgenden Zeichnungsfiguren näher dargestellt.

[0023] Fig. 1 zeigt den allgemein zugrundeliegenden und von der Erfindung ausgenützten physikalischen Effekt.

[0024] Fig. 2 zeigt das Verhalten eines Relief-Drucks, wenn er mit Licht bestrahlt wird, das im Brewster-Winkel auf seine Oberfläche einstrahlt.

[0025] Fig. 3 zeigt die dem Verfahren zugrunde liegenden physikalischen Phänomene.

[0026] Fig. 4 zeigt eine erste Ausführungsform der Erfindung mit einer Flächenkamera.

[0027] Fig. 5 zeigt eine dritte Ausführungsform der Erfindung mit zwei Zeilenkameras.

[0028] Fig. 5a bis 5c zeigen die Auswertung von ermittelten Bildern sowie die Feststellung eines fehlerhaften Gegenstands.

[0029] Fig. 6a bis 6c zeigen die Auswertung von ermittelten Bildern sowie die Feststellung eines fehlerfreien Gegenstands.

[0030] In Fig. 1 ist ein einfallender Lichtstrahl L_{IN} dargestellt, der im Brewster-Winkel Θ_B auf eine durchsichtige Oberfläche O trifft. Der Brewster-Winkel Θ_B stellt dabei denjenigen Winkel dar, bei dem der von der Oberfläche O reflektierte Strahl L_R im rechten Winkel zu dem in die Oberfläche eindringenden Strahl L_E steht. Die einzelnen Strahlen liegen in derselben Ebene, die in Fig. 1 die Zeichnungsebene darstellt. Diese Ebene wird im Folgenden als Einfallsebene bezeichnet.

Der einfallende Lichtstrahl L_{IN} ist nicht polarisiert und weist Polarisationsanteile sowohl senkrecht als auch parallel zur Einfallsebene auf, wie durch die dargestellten Pfeile sowie die als Punkte normal zur Bildebene der Fig. 1 dargestellten Pfeile ersichtlich. Der von der Oberfläche O reflektierte Strahl L_R weist ausschließlich Lichtanteile auf, die normal zur Einfallsebene stehen. Der in die Oberfläche eindringende Strahl L_E weist überwiegende Lichtanteile auf, die parallel zur Einfallsebene stehen.

[0031] In Fig. 2 ist ein Gegenstand 1 mit einer Kunststoffschicht dargestellt, der für ein Holzimitat verwendet wird. Üblicherweise ist die Kunststoffschicht in Form eines Relief-Drucks ausgebildet. Die dem Verfahren zugrunde liegenden physikalischen Phänomene werden zunächst

vereinfachend anhand einer ebenen Kunststoffschicht dargestellt. Der Gegenstand weist an seiner Oberfläche eine Textur 10 auf, die einen aufgedruckten vorgegebenen Farbverlauf hat. Über dieser Textur 10 ist ein Relief 11 in Form einer durchsichtigen Kunststoffschicht aufgebracht, die einen reliefartigen Verlauf aufweist. Der Verlauf des Reliefs 11 entspricht dabei im Wesentlichen dem Farbverlauf. Da die Strukturen des Reliefs 11 den Strukturen der Texturen ähneln, ergibt sich gerade bei Holzimitaten ein realistischer Eindruck.

[0032] Gelangt der einfallende Strahl L_{IN} an einen Bereich der Oberfläche des Reliefs 11 des Gegenstands 1, der annähernd parallel zur Oberfläche der Textur 10 des Gegenstands liegt, so fällt der Strahl L_{IN} gerade im Brewster-Winkel auf die Oberfläche. Der Lichtstrahl L_{IN} teilt sich in den in die Oberfläche eindringenden Strahl L_E einerseits und den von der Oberfläche reflektierten Strahl L_R andererseits. Der an der Oberfläche reflektierte Strahl L_R wird im Brewster-Winkel reflektiert. Der in die Oberfläche eindringende Strahl L_E wird an der Textur 10 diffus reflektiert, wobei ein Anteil des diffus reflektierten Lichts durch das Relief 11 hindurch dringt und derart aus dem Relief 11 austritt, dass es im Brewster-Winkel von der Oberfläche des Reliefs 1 abgestrahlt wird.

[0033] Für den Fall, dass der eintretende Lichtstrahl L_{IN} auf einen Bereich des Reliefs 11 trifft, der nicht parallel zur Textur 10 steht, (Fig. 3) wird der von der Oberfläche reflektierte Strahl L_R nicht im Brewster-Winkel reflektiert und kann von einer in diesem Winkel auf die Oberfläche gerichteten Aufnahmeeinheit 3 nicht detektiert werden. Ein Anteil des in die Oberfläche eindringenden Strahls L_E wird diffus reflektiert, dringt durch das Relief 11 hindurch und tritt derart aus dem Relief 11 aus, dass er im Brewster-Winkel von der Oberfläche des Reliefs 1 abgestrahlt wird. Auf diese Weise können zur Oberfläche annähernd parallel stehende Bereiche des Reliefs 11 von anderen Bereichen des Reliefs 11 unterschieden werden.

[0034] Bei einer in Fig. 4 dargestellten ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Aufnahmeanordnung ist eine Flächenkamera 3 auf den Gegenstand gerichtet, der von einer Beleuchtungseinheit 2 bestrahlt ist. Die Beleuchtungseinheit 2 ist zur Beleuchtung des Gegenstands 1 mit unpolarisiertem Licht ausgebildet und strahlt Licht im Brewster-Winkel Θ_B zur Oberflächennormale des Gegenstands 1 ein. Es ist nicht erforderlich, dass dieser Winkel exakt eingehalten wird. Es reicht auch aus, dass die Abweichung des Winkels des einstrahlenden Lichts zum Brewster-Winkel maximal 10° beträgt.

[0035] Die Aufnahmeanordnung umfasst ferner eine Aufnahmeeinheit 3, die den Gegenstand 1 von der gegenüberliegenden Seite her abbildet. Die optische Achse der Aufnahmeeinheit steht im Brewster-Winkel zur Oberflächennormale des Gegenstands 1. Auch hier ist es nicht erforderlich, dass dieser Winkel exakt eingehalten wird. Es reicht wiederum aus, dass die Abweichung des Winkels des einstrahlenden Lichts zum Brewster-Winkel maximal 10° beträgt.

[0036] Die optische Achse der Aufnahmeeinheit 3 und Beleuchtungseinheit 2 des eingestrahelten Lichts liegen in einer Ebene, die als Einfallsebene bezeichnet wird.

[0037] Die als Flächensensor ausgebildete Aufnahmeeinheit erstellt ein erstes Bild B_1 (Fig. 5a) des Gegenstands 1. Bei dieser Aufnahme ist ein erster Polarisationsfilter vor der Aufnahmeeinheit 3 angeordnet, der für lediglich Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist.

[0038] Die als Flächensensor ausgebildete Aufnahmeeinheit erstellt ein zweites Bild B_2 (Fig. 5b) des Gegenstands 1. Bei dieser Aufnahme ist ein zweiter Polarisationsfilter vor der Aufnahmeeinheit 3 angeordnet, der für lediglich Licht mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene durchlässig ist.

[0039] Allenfalls kann auch ein einziger Polarisationsfilter verwendet werden, der zwischen den Aufnahmen rotiert wird, und bei der Aufnahme des zweiten Bilds eine zweite Polarisationsrichtung aufweist. Daneben besteht bei manchen Polarisationsfiltermaterialien auch die Möglichkeit, die Polarisationsrichtung des Polarisationsfilters durch elektrische Ansteuerung zu erreichen.

[0040] Die beiden Bilder B_1 , B_2 werden an eine Vergleichseinheit weitergeleitet, die die beiden

Bilder durch Korrelation miteinander vergleicht und einen Versatz der beiden Bilder zueinander aufgrund des Ergebnisses der Korrelation ermittelt.

[0041] Bevorzugt ermittelt die Vergleichseinheit zur Bildung des Versatzes die Kreuz-Korrelationsfunktion für die beiden Bilder B_1 , B_2 (Fig. 5c). Die Vergleichseinheit sucht in der Kreuz-Korrelationsfunktion nach zwei voneinander unabhängigen Maxima. Dieser Abstand zwischen den beiden Maxima entspricht dem Versatz.

[0042] Der Grund für das Entstehen von zwei Maxima bei Vorliegen einer Verschiebung zwischen Relief und Texturschicht liegt darin, dass der in das Relief eindringende Strahl L_E nur überwiegend parallel polarisiert ist, jedoch auch Anteile senkrecht polarisierten Lichtes enthält. Dadurch erscheint die Texturschicht aber in beiden Bildern B_1 , B_2 . Ein Maximum der Kreuzkorrelationsfunktion entsteht daher dadurch, dass die in den beiden Bildern B_1 , B_2 enthaltene Texturschicht mit sich selbst übereinstimmt. Das andere Maximum der Kreuzkorrelationsfunktion entsteht dadurch, dass das Relief und die Textur in den beiden Bildern B_1 , B_2 übereinstimmen.

[0043] Eine Entscheidungseinheit vergleicht den so ermittelten Versatz mit einem vorgegebenen Schwellenwert und stellt bei Überschreitung des Schwellenwerts durch den Versatz fest, dass die Textur 10 und die Kunststoffschicht 11 nicht passgenau übereinander liegen. Andernfalls stellt sie fest, dass die Textur 10 und die Kunststoffschicht 11 des Reliefs passgenau übereinander liegen.

[0044] Bei einer zweiten Ausführungsform der Erfindung wird ein Zeilensensor 3 verwendet, der auf den Gegenstand 1 ausgerichtet ist. Wird anstelle eines Flächensensors ein Zeilensensor 3 verwendet, so wird zu einem Aufnahmezeitpunkt jeweils nur eine Gegenstandszeile 12 des Gegenstands 1 aufgenommen. Die Aufnahme des Gegenstands 1 erfolgt in einzelnen Zeilenbildern, wobei der Gegenstand 1 relativ zum Zeilensensor 3 entlang einer Transportrichtung T transportiert wird; das zu erstellende Bild B_1 , B_2 wird aus den einzelnen aufgenommenen Zeilenbildern zusammengesetzt. Wesentlicher Vorteil dieses Vorgehens ist, dass die einzelnen aufgenommenen Zeilenbilder jeweils unter demselben Winkel aufgenommen wurden, was eine bessere und präzisere Einstellung des Brewster-Winkels für die einzelne Aufnahme ermöglicht.

[0045] Im vorliegenden Fall umfasst der Zeilensensor eine Anzahl von in einer Zeile angeordneten Sensorpixeln. Die Zeilenrichtung des Zeilensensors 3 steht parallel zur Oberfläche des Gegenstands 1. Der Gegenstand 1 wird von einer Transporteinheit in einer Transportrichtung T bewegt. Diese liegt parallel zur Oberfläche des Gegenstands 1 und normal zur Sensorzeile des Zeilensensors 3. Mit der Aufnahmeeinheit 3 werden Zeilenbilder einer Gegenstandszeile 12 erstellt, die normal zur Transportrichtung T des Gegenstands 1 steht.

[0046] Alternativ besteht auch die Möglichkeit, die Aufnahmevorrichtung umfassend die Beleuchtungseinheit 2 und die Aufnahmeeinheit 3 entlang der Transportrichtung oder entgegen der Transportrichtung zu bewegen und den Gegenstand 1 festzuhalten. Insgesamt reicht somit eine Relativbewegung zwischen der Aufnahmevorrichtung und dem Gegenstand 1 aus.

[0047] Zur Beleuchtung des Gegenstands 1 kann wie bei der ersten Ausführungsform der Erfindung jede beliebige Beleuchtungseinheit 2 verwendet werden, die Licht im Brewster-Winkel auf den Gegenstand bzw. auf die Gegenstandszeile 12 einstrahlt. In der vorliegenden Ausführungsform der Erfindung wird bevorzugt eine Beleuchtungseinheit 2 verwendet, die die Gegenstandszeile 12 homogen beleuchtet. Hierfür kommt insbesondere eine zeilenförmige Beleuchtungseinheit 2 mit schmalen Abstrahlungswinkel in Betracht, deren Zeilenrichtung normal zur Transportrichtung T steht, dem Zeilensensor 3 gegenüberliegt und Licht im Brewster-Winkel auf die Gegenstandszeile 12 abstrahlt.

[0048] Um jeweils zwei Bilder mit jeweils unterschiedlicher Polarisationsrichtung zu erhalten, können unterschiedliche Verfahren angewendet werden. Bei der Verwendung von Zeilensensoren 3 werden das erste Bild B_1 und das zweite Bild B_2 durch Zusammenfügung der einzelnen Zeilenbilder oder von Teilen der Zeilenbildern erstellt, die den Gegenstand 1 jeweils bei gleicher Polarisation aufgenommen zeigen.

[0049] Eine vorteilhafte Möglichkeit zur Erstellung der Bilder B_1 , B_2 besteht darin, einen einzigen Zeilensensor 3 als Aufnahmeeinheit zu verwenden, vor dem zwei Optiken angeordnet sind. Diese beiden Optiken ermöglichen, dass die Gegenstandszeile 12 zwei mal auf die Sensorzeile abgebildet wird, nämlich aufgrund der ersten Optik auf einen ersten zusammenhängenden Teilbereich des Zeilensensors 3 und aufgrund der zweiten Optik auf einen zweiten Teilbereich des Zeilensensors 3. Beide Optiken sind dabei jeweils mit unterschiedlichen Polarisationsfiltern versehen.

[0050] Die erste Optik bildet die Gegenstandszeile 12 auf einen ersten Teilbereich des Zeilensensors 3 ab, wobei die erste Optik lediglich für Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist. Auf den ersten Teilbereich des Zeilensensors 3 wird daher im Wesentlichen das unmittelbar reflektierte Licht L_R abgebildet.

[0051] Die zweite Optik bildet die Gegenstandszeile 12 auf einen zweiten Teilbereich des Zeilensensors 3 ab, wobei die zweite Optik lediglich für Licht mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene durchlässig ist. Auf den zweiten Teilbereich des Zeilensensors 3 wird daher im Wesentlichen derjenige Lichtanteil abgebildet, der durch das Relief hindurchgetreten ist und derart zum Zeilensensor gelangt ist.

[0052] Zur Erstellung des ersten Bilds B_1 werden die zeilenförmigen Teilbilder, die mit dem ersten Teilbereich des Zeilensensors erstellt werden zusammengefasst. Ebenso werden zur Erstellung des zweiten Bilds B_2 die zeilenförmigen Teilbilder, die mit dem zweiten Teilbereich des Zeilensensors erstellt werden zusammengefasst.

[0053] Bei der in Fig. 5 dargestellten dritten Ausführungsform, die bis auf die folgenden Darstellungen der zweiten Ausführungsform der Erfindung entspricht, werden zur Erstellung der Bilder B_1 , B_2 zwei separate Zeilensensoren 3a, 3b als Aufnahmeeinheit verwendet, wobei vor jedem Zeilensensor 3a, 3b jeweils eine separate Optik angeordnet ist. Wie bei der zweiten Ausführungsform wird durch die unterschiedliche Polarisation der beiden Optiken sichergestellt, dass separate Bilder B_1 , B_2 erstellt werden, die jeweils das Licht identischer Gegenstandsbereiche 12 jeweils bei unterschiedlicher Polarisationsrichtung zeigen.

[0054] Die erste Optik bildet die Gegenstandszeile 12 auf den ersten Zeilensensor 3a ab, wobei die erste Optik lediglich für Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist. Die zweite Optik bildet die Gegenstandszeile 12 auf den zweiten Zeilensensor 3b ab, wobei die zweite Optik lediglich für Licht mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene durchlässig ist.

[0055] Zur Erstellung des ersten Bilds B_1 werden die zeilenförmigen Bilder, die mit dem ersten Zeilensensor 3a erstellt werden zusammengefasst. Ebenso werden zur Erstellung des zweiten Bilds B_2 die zeilenförmigen Bilder, die mit dem zweiten Zeilensensor 3b erstellt werden zusammengefasst.

[0056] Der abschließende rechnerische Vergleich kann bei sämtlichen Ausführungsformen der Erfindung wie bei der ersten Ausführungsform der Erfindung erfolgen.

[0057] Besonders bevorzugt wird bei allen Ausführungsformen der Erfindung für die Betrachtung von Kunststoff-Reliefs Licht mit einer Wellenlänge im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm verwendet. Die Beleuchtungseinheit strahlt Licht mit einer Wellenlänge im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm ab. Die Aufnahmeeinheit ist für Licht im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm sensitiv.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Inspektion eines, insbesondere ebenen, Gegenstands (1) umfassend
 - eine Textur (10) mit einem aufgedruckten vorgegebenen Farbverlauf, und
 - eine durchsichtige Kunststoffschicht (11) mit reliefartigem, dem Farbverlauf entsprechenden, Verlauf, die über der Textur (10) angeordnet ist,zur Ermittlung, ob die Textur (10) und die Kunststoffschicht (11) passgenau übereinander liegen,
 - a) wobei der Gegenstand (1) mit unpolarisiertem Licht beleuchtet wird, das im Brewster-Winkel (Θ_B), allenfalls mit einer Abweichung von maximal 10° , auf den Gegenstand (1) gestrahlt wird,
 - b) wobei der Gegenstand (1) von der gegenüberliegenden Seite mittels einer Aufnahmeeinheit aufgenommen wird, deren optische Achse im Brewster-Winkel (Θ_B), allenfalls mit einer Abweichung von maximal $\pm 10^\circ$, zur Oberfläche des Gegenstands (1) steht, und wobei die optische Achse der Aufnahmeeinheit und Einstrahlrichtung des eingestrahlichten Lichts in einer Ebene liegen,
 - c) wobei mit der Aufnahmeeinheit ein erstes Bild (B_1) des Gegenstands (1) erstellt wird, wobei zur Aufnahme lediglich Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Einfallsebene herangezogen wird,
 - d) wobei mit der Aufnahmeeinheit (3) ein zweites Bild des Gegenstands (1) erstellt wird, wobei zur Aufnahme lediglich Licht mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene herangezogen wird,
 - e) wobei die beiden Bilder (B_1 , B_2) durch Korrelation miteinander verglichen werden und ein Versatz der beiden Bilder (B_1 , B_2) zueinander aufgrund des Ergebnisses der Korrelation ermittelt wird, und
 - f) dass der so ermittelte Versatz mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird und bei Überschreitung des Schwellenwerts durch den Versatz festgestellt wird, dass die Textur (10) und die Kunststoffschicht (11) nicht passgenau übereinander liegen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass als Aufnahmeeinheit (3) ein Zeilensensor umfassend eine Anzahl von in einer Zeile angeordneten Sensorpixeln verwendet wird, wobei die Zeilenrichtung des Zeilensensors parallel zur Oberfläche des Gegenstands (1) steht,
 - dass der Gegenstand (1) und die Aufnahmeeinheit in einer Ebene parallel zur Oberfläche des Gegenstands (1) und normal zur Sensorzeile der Bildaufnahmeeinheit entlang einer vorgegebenen Transportrichtung (T) zueinander relativ bewegt werden,
 - dass mit der Aufnahmeeinheit (3) Bilder einer Gegenstandszeile des Gegenstands (1) erstellt werden, die normal zur Transportrichtung (T) des Gegenstands (1) steht, und
 - dass das erste Bild (B_1) und das zweite Bild (B_2) durch Zusammenfügung der Zeilenbilder oder von Teilen der Zeilenbilder, die den Gegenstand (1) jeweils bei gleicher Polarisation aufgenommen zeigen, erstellt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass diejenige Gegenstandszeile (12) des Gegenstands (1), die vom Zeilensensor erfasst ist, homogen beleuchtet wird, insbesondere mittels einer zeilenförmigen Lichtquelle (2), die normal zur Transportrichtung (T) steht, dem Zeilensensor (3) gegenüberliegt und Licht im Brewster-Winkel auf die Gegenstandszeile abstrahlt.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass zur Erstellung der Bilder (B_1 , B_2) ein Zeilensensor (3) als Aufnahmeeinheit verwendet wird, vor dem zwei Optiken angeordnet sind,
 - dass die erste Optik die Gegenstandszeile (12) auf einen ersten Teilbereich des Zeilensensors (3) abbildet, wobei die erste Optik lediglich für Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist,
 - dass die zweite Optik die Gegenstandszeile (12) auf einen zweiten Teilbereich des Zeilensensors (3) abbildet, wobei die zweite Optik lediglich für Licht mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene durchlässig ist.

5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass zur Erstellung der Bilder (B_1 , B_2) zwei Zeilensensoren (3a, 3b) als Aufnahmeeinheit (3) verwendet werden, vor denen jeweils eine Optik angeordnet ist,
 - dass die erste Optik die Gegenstandszeile (12) auf den ersten Zeilensensor (3a) abbildet, wobei die erste Optik lediglich für Licht mit einer Polarisierung senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist,
 - dass die zweite Optik die Gegenstandszeile (12) auf den zweiten Zeilensensor (3b) abbildet, wobei die zweite Optik lediglich für Licht mit einer Polarisierung parallel zur Einfallsebene durchlässig ist.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bestimmung des Versatzes die Kreuz-Korrelationsfunktion für die beiden Bilder (B_1 , B_2) ermittelt wird, dass in der Kreuz-Korrelationsfunktion nach zwei voneinander unabhängigen Maxima gesucht wird, und der Abstand zwischen den beiden Maxima als Versatz ermittelt wird, und dass der so ermittelte Versatz mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird und bei Überschreitung des Schwellenwerts durch den Versatz festgestellt wird, dass die Textur (10) und die Kunststoffschicht (11) nicht passgenau übereinander liegen.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Beleuchtung Licht mit einer Wellenlänge im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm verwendet wird und/oder dass die Aufnahmeeinheit Licht im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm detektiert.
8. Aufnahmeanordnung zur Inspektion eines, insbesondere ebenen, Gegenstands (1) mit einer Textur (10) mit einem aufgedruckten vorgegebenen Farbverlauf, und einer durchsichtigen Kunststoffschicht (11) mit reliefartigem, dem Farbverlauf entsprechenden, Verlauf, die über der Textur (10) angeordnet ist, sowie zur Ermittlung, ob die Textur (10) und die Kunststoffschicht (11) passgenau übereinander liegen, umfassend
 - a) eine Beleuchtungseinheit (2) zur Beleuchtung des Gegenstands (1) mit unpolarisiertem Licht, das im Brewster-Winkel (Θ_B), allenfalls mit einer Abweichung von maximal 10° , auf die Oberfläche des Gegenstands (1) einstrahlt,
 - b) eine Aufnahmeeinheit (3), die den Gegenstand (1) von der gegenüberliegenden Seite her abbildet, wobei die optische Achse der Aufnahmeeinheit im Brewster-Winkel, allenfalls mit einer Abweichung von maximal $\pm 10^\circ$, zur Oberfläche des Gegenstands (1) steht, und wobei die optische Achse der Aufnahmeeinheit und Einstrahlrichtung des eingestrahlenen Lichts in einer Ebene liegen,
 - c) einen vor der Aufnahmeeinheit (3) angeordneten oder positionierbaren ersten Polarisationsfilter der lediglich für Licht mit einer Polarisierung senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist,
 - d) einen vor der Aufnahmeeinheit (3) angeordneten oder positionierbaren zweiten Polarisationsfilter der lediglich für Licht mit einer Polarisierung parallel zur Einfallsebene durchlässig ist,
 - e) wobei die Aufnahmeeinheit (3) zur Erstellung eines ersten Bilds (B_1) unter Filterung des bei ihr einfallenden Lichts mit dem ersten Polarisationsfilter (31a) und eines zweiten Bilds (B_2) unter Filterung des bei ihr einfallenden Lichts mit dem zweiten Polarisationsfilter (31b) ausgebildet ist,
 - f) eine Vergleichseinheit, die die beiden Bilder (B_1 , B_2) durch Korrelation miteinander vergleicht und einen Versatz der beiden Bilder (B_1 , B_2) zueinander aufgrund des Ergebnisses der Korrelation ermittelt, und
 - g) eine Entscheidungseinheit, die den so ermittelten Versatz mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht und bei Überschreitung des Schwellenwerts durch den Versatz feststellt, dass die Textur (10) und die Kunststoffschicht (11) nicht passgenau übereinander liegen.

9. Aufnahmeanordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass die Aufnahmeeinheit (3) durch einen Zeilensensor umfassend eine Anzahl von in einer Zeile angeordneten Sensorpixeln ausgebildet ist, wobei die Zeilenrichtung des Zeilensensors parallel zur Oberfläche des Gegenstands (1) steht,
 - dass eine Transporteinrichtung vorhanden ist, die den Gegenstand (1) und die Aufnahmeeinheit (3) entlang einer vorgegebenen Transportrichtung (T) zueinander relativ bewegt, wobei die Fortbewegungsrichtung in einer Ebene parallel zur Oberfläche des Gegenstands (1) und normal zur Sensorzeile der Aufnahmeeinheit (3) liegt,
 - dass die Aufnahmeeinheit (3) Bilder (B₁, B₂) einer Gegenstandszeile (12) des Gegenstands (1) erstellt, wobei die Gegenstandszeile (12) normal zur Transportrichtung (T) des Gegenstands (1) steht, und
 - dass die Aufnahmeeinheit (3) das erste Bild (B₁) und das zweite Bild (B₂) durch Zusammenfügung der Zeilenbilder oder von Teilen der Zeilenbilder erstellt, wobei die Aufnahmeeinheit (3) die Zeilenbilder aufgenommen mit Polarisierung senkrecht zur Einfallsebene zum ersten Bild (B₁) und die Zeilenbilder aufgenommen mit Polarisierung parallel zur Einfallsebene zum zweiten Bild (B₂) zusammenfügt.
10. Aufnahmeanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beleuchtungseinheit (2) diejenige Gegenstandszeile (12) des Gegenstands (1), die vom Zeilensensor (3) erfasst ist, homogen beleuchtet, wobei die Beleuchtungseinheit (2) insbesondere durch eine zeilenförmige Lichtquelle gebildet ist, die normal zur Transportrichtung (T) steht, dem Zeilensensor (3) gegenüberliegt und Licht im Brewster-Winkel auf die Gegenstandszeile (12) abstrahlt.
11. Aufnahmeanordnung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass die Aufnahmeeinheit (3) durch einen Zeilensensor ausgebildet ist, vor dem zwei Optiken angeordnet sind,
 - dass die erste Optik die Gegenstandszeile (12) auf einen ersten Teilbereich des Zeilensensors (3) abbildet, wobei die erste Optik lediglich für Licht mit einer Polarisierung senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist,
 - dass die zweite Optik die Gegenstandszeile (12) auf einen zweiten Teilbereich des Zeilensensors (3) abbildet, wobei die zweite Optik lediglich für Licht mit einer Polarisierung parallel zur Einfallsebene durchlässig ist.
12. Aufnahmeanordnung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass die Aufnahmeeinheit durch zwei Zeilensensoren (3a, 3b) ausgebildet ist, vor denen jeweils eine Optik angeordnet ist,
 - dass die erste Optik die Gegenstandszeile (12) auf den ersten Zeilensensor (3a) abbildet, wobei die erste Optik lediglich für Licht mit einer Polarisierung senkrecht zur Einfallsebene durchlässig ist,
 - dass die zweite Optik die Gegenstandszeile (12) auf den zweiten Zeilensensor (3b) abbildet, wobei die zweite Optik lediglich für Licht mit einer Polarisierung parallel zur Einfallsebene durchlässig ist.
13. Aufnahmeanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vergleichseinheit zur Bestimmung des Versatzes die Kreuz-Korrelationsfunktion für die beiden Bilder ermittelt, dass die Vergleichseinheit in der Kreuz-Korrelationsfunktion nach zwei voneinander unabhängigen Maxima sucht, den Abstand zwischen den beiden Maxima als Versatz ermittelt, und eine Entscheidungseinheit, die den so ermittelten Versatz mit einem vorgegebenen Schwellenwert vergleicht und bei Überschreitung des Schwellenwerts durch den Versatz feststellt, dass die Textur (10) und die Kunststoffschicht (11) nicht passgenau übereinander liegen.

14. Aufnahmeanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beleuchtungseinheit Licht mit einer Wellenlänge im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm abstrahlt und/oder dass die Aufnahmeeinheit für Licht im Bereich zwischen 500 nm bis 780 nm sensitiv ist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

1/5

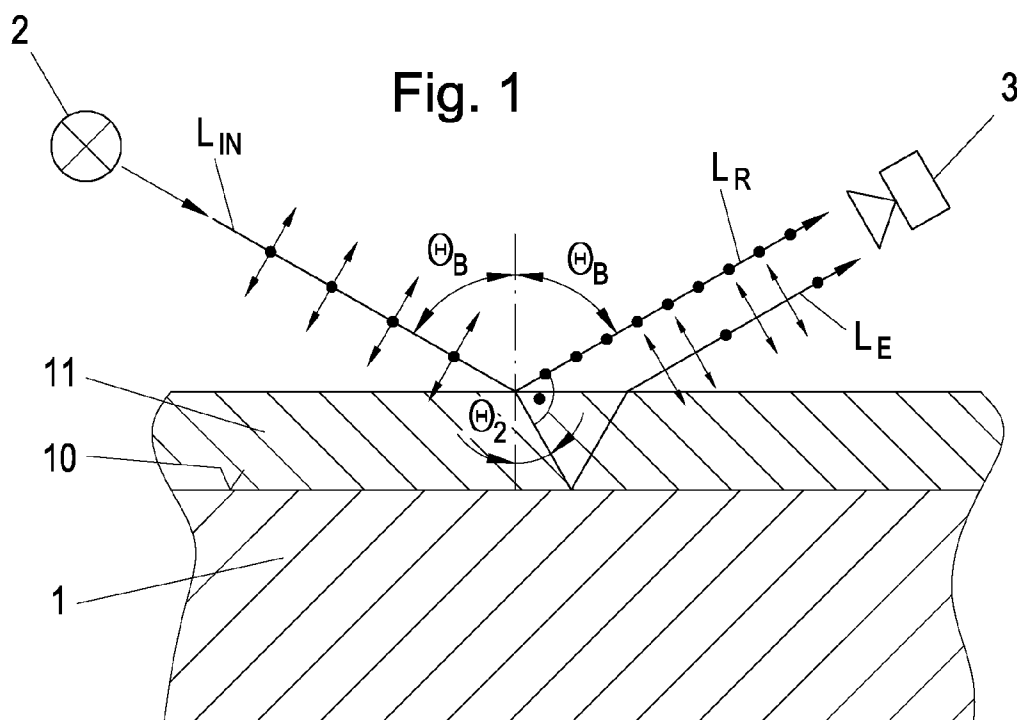
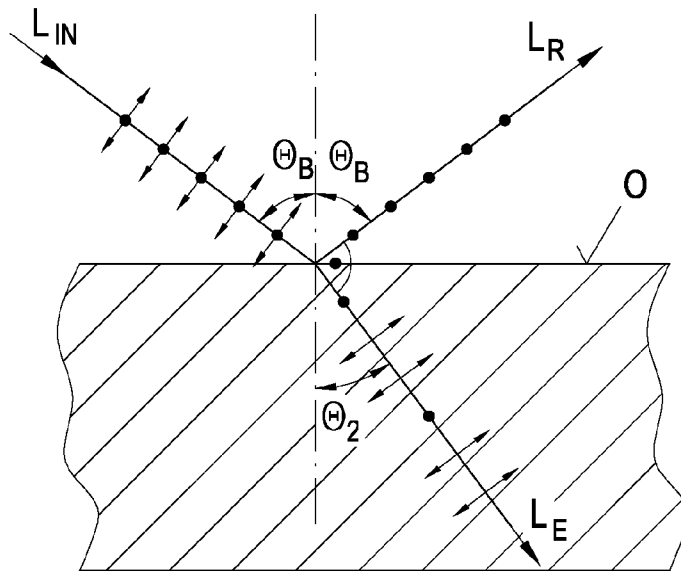


Fig. 2

2/5

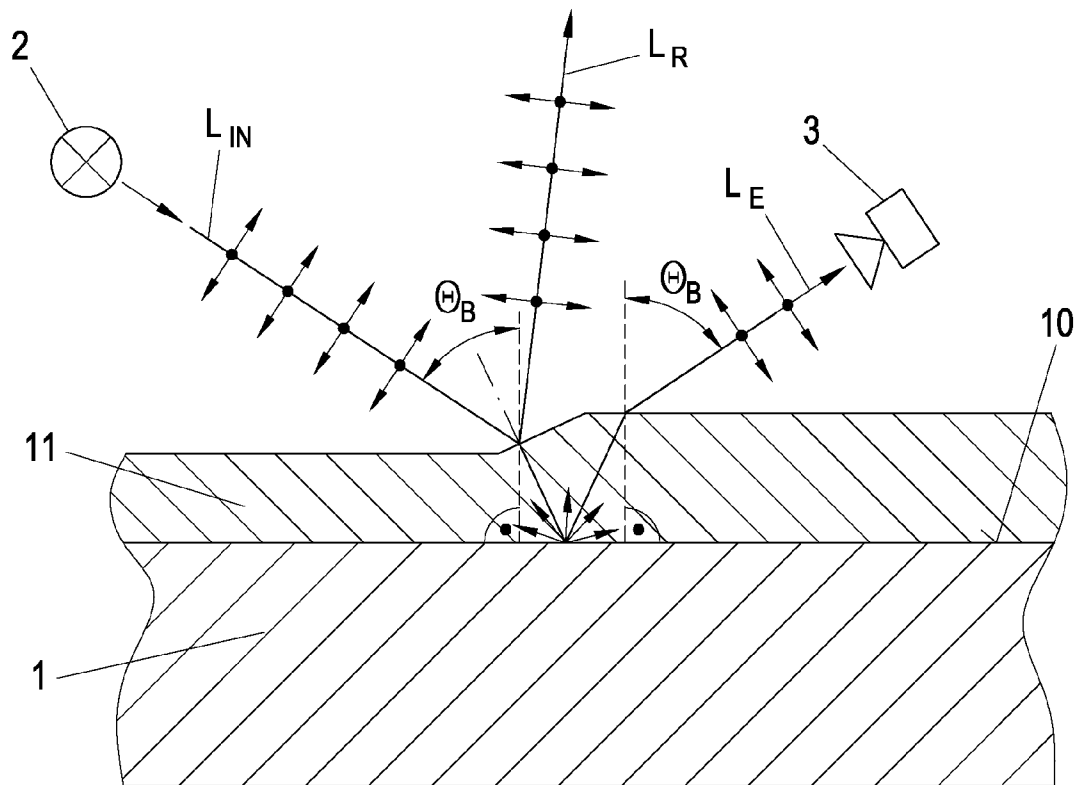


Fig. 3

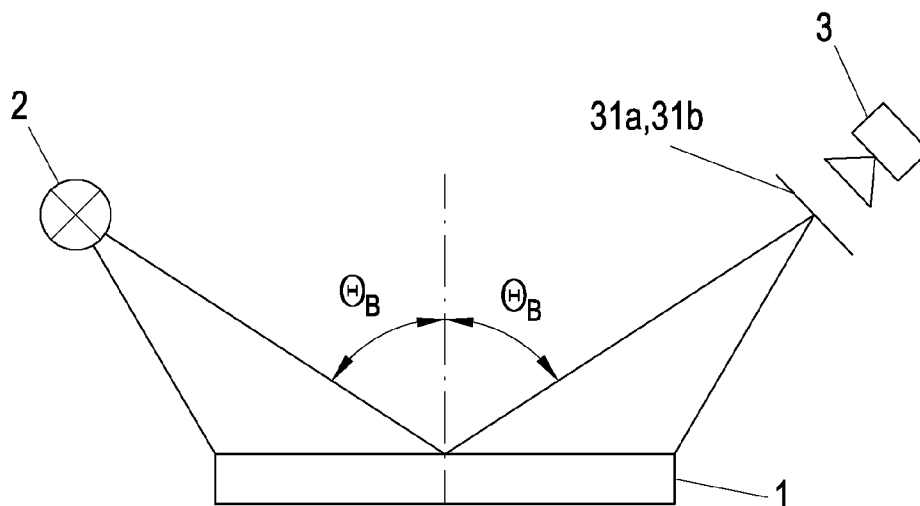


Fig. 4

3/5

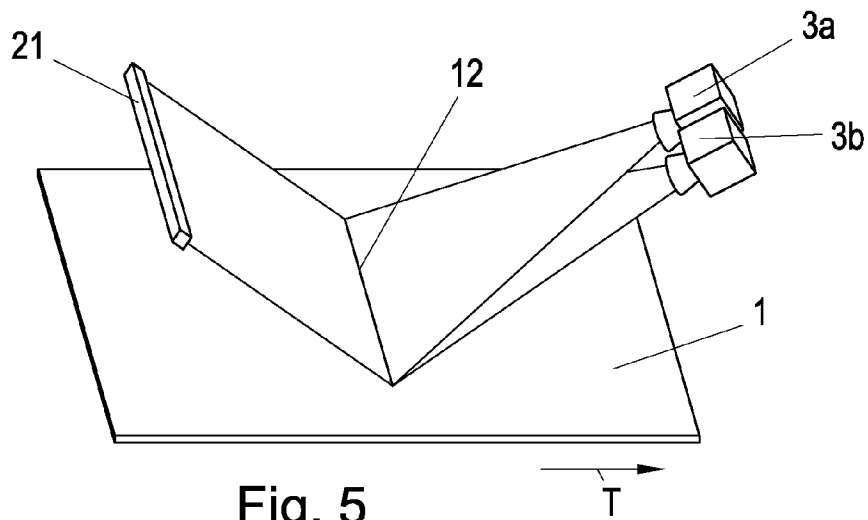


Fig. 5a



Fig. 5b

4/5

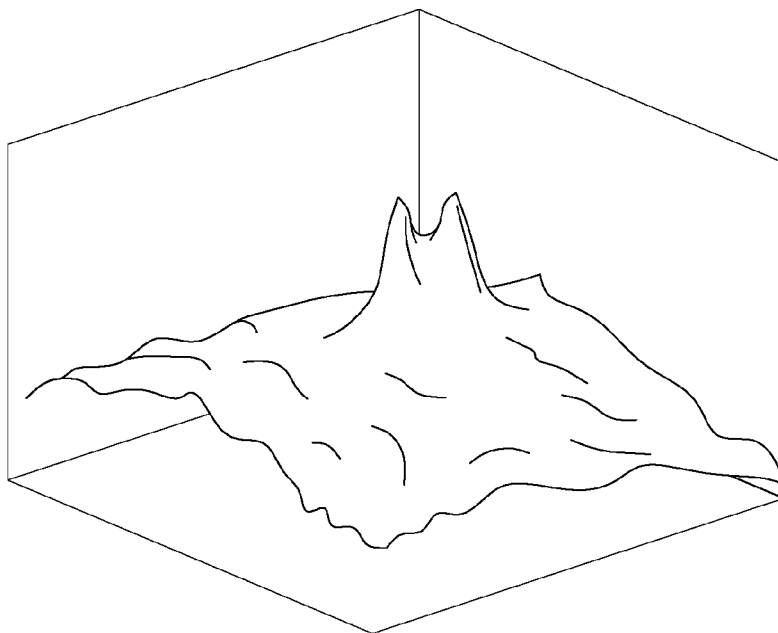


Fig. 5c

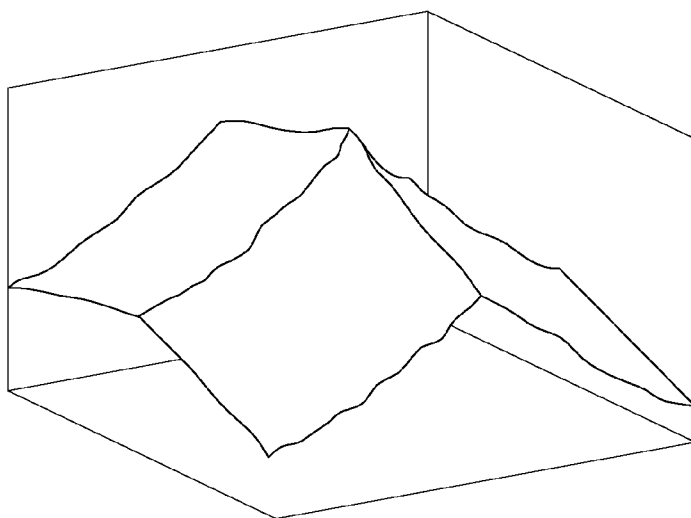


Fig. 6c

5/5

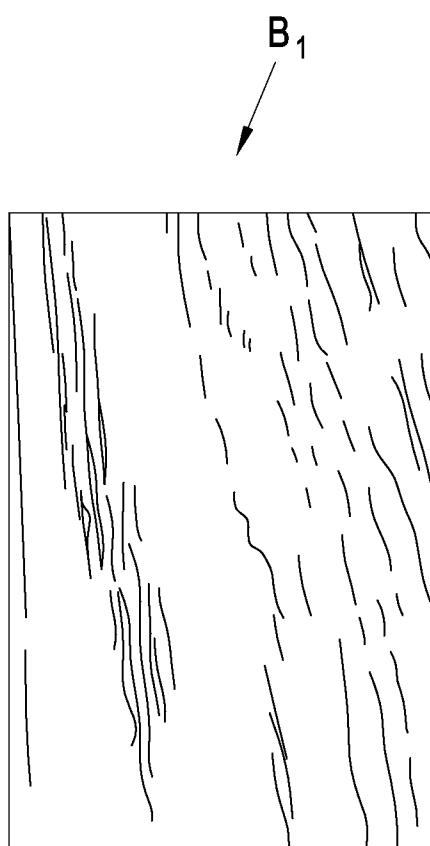


Fig. 6a

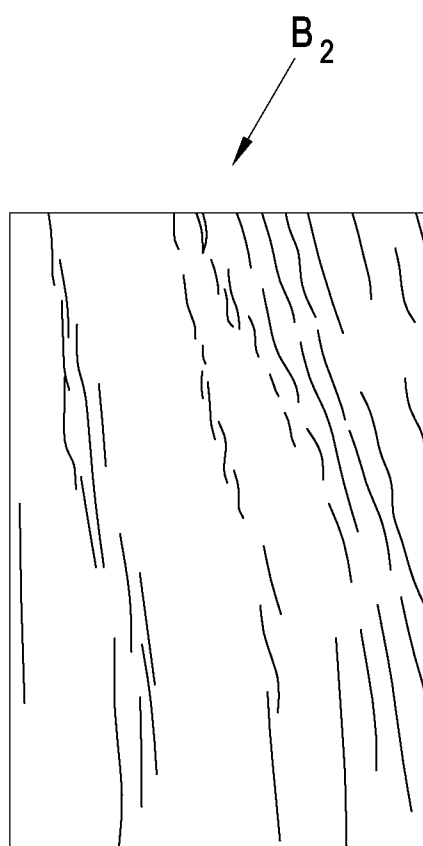


Fig. 6b