



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 033 110.7**

(22) Anmeldetag: **15.07.2009**

(43) Offenlegungstag: **03.02.2011**

(51) Int Cl.⁸: **G01N 21/88** (2006.01)

(71) Anmelder:
Byk Gardner GmbH, 82538 Geretsried, DE

(72) Erfinder:
**Schwarz, Peter, 82549 Königsdorf, DE; Sperling,
Uwe, 82538 Geretsried, DE**

(74) Vertreter:
Hannke Bittner & Partner, 93047 Regensburg

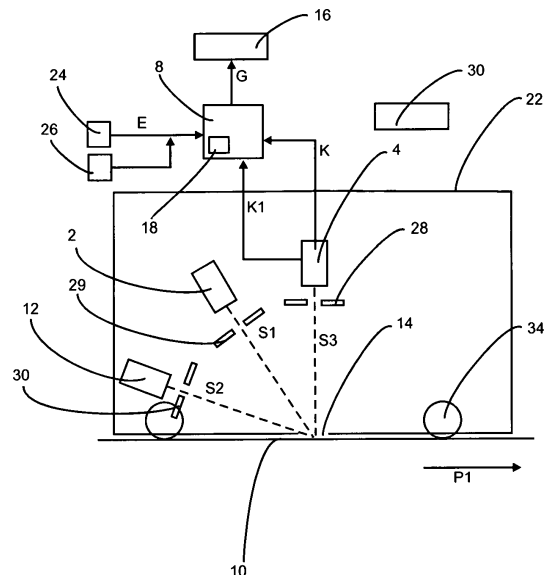
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Untersuchen strukturierter Oberflächen**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zur optischen Untersuchung strukturierter Oberflächen (10) mit den Schritten:

- Einstrahlen von Strahlung auf die zu untersuchende Oberfläche (10);
- Aufnahme eines Bildes von wenigstens einem Teil der auf die Oberfläche (10) eingestrahelten und von der Oberfläche (10) zurückgeworfenen Strahlung;
- orts aufgelöste Auswertung des aufgenommenen Bildes und Ermittlung wenigstens eines für dieses Bild charakteristischen Kennwertes (K).

Erfindungsgemäß wird eine für die Oberfläche charakteristische Kenngröße (G) unter Verwendung des Kennwertes (K) und unter Verwendung wenigstens einer weiteren vorbekannten oder ermittelten Eigenschaft (E) der Oberfläche (10) ermittelt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Untersuchen strukturierter Oberflächen. Die vorliegende Erfindung wird dabei unter Bezugnahme auf die Oberflächen von Fahrzeugkarosserien beschrieben, es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Vorrichtung auch für andere Oberflächen wie beispielsweise die Oberflächen von Böden oder Möbeln anwendbar ist. Unter strukturierten Oberflächen werden solche Oberflächen verstanden, welche nicht vollständig eben sind sondern (regelmäßige oder auch statistisch verteilte) Unebenheiten bzw. Höhenunterschiede aufweisen. Die strukturierte Oberfläche ist damit durch eine Topographie gekennzeichnet, welche neben lateralen Ausdehnung auch ein Höhenprofil. Das menschliche Auge kann jedoch derartige Höhenunterschiede im Mikrometerbereich nicht quantitativ auswerten, sondern nimmt lediglich die Effekte dieser Struktur wahr.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind diverse Vorrichtungen und Verfahren bekannt, welche derartige Unebenheiten erfassen. So sind beispielsweise sogenannte Hommelgeräte bekannt, welche die Unebenheiten selbst vermessen. Diese Vorrichtungen sind jedoch relativ aufwendig und erfordern dabei stets einen mechanischen Kontakt mit der zu untersuchenden Oberfläche. Auch sind andere Arten von Oberflächenmessgeräten bekannt, die jedoch ebenfalls die Oberfläche selbst physisch (insbesondere durch Abtastung) vermessen.

[0003] Weiterhin sind aus dem Stand der Technik Vorrichtungen und Verfahren zum Untersuchen von Oberflächen bekannt, welche diese Oberfläche zur Untersuchung von Parametern wie beispielsweise der Farbe, dem Glanz oder der DOI (distinctiveness of image) optisch vermessen. Derartige Geräte werden insbesondere im Bereich der Qualitätssicherung eingesetzt, insbesondere, wenn Unterschiede zwischen zwei zu vergleichenden Oberflächen festgestellt werden sollen. Jedoch ist auch hier weniger der quantitativ bestehende Unterschied entscheidend sondern vielmehr die menschliche Wahrnehmung.

[0004] Dabei tritt das Problem auf, dass die Ergebnisse dieser Untersuchungen nicht stets eindeutig sind. Weiterhin dienen derartige Geräte zum Untersuchen von Oberflächen letztlich dazu, um ein möglichst objektives Bild der Oberfläche, so wie sie sich auch einem Betrachter darstellt, zu ermitteln.

[0005] Hierbei tritt jedoch das Phänomen auf, dass das Gehirn des menschlichen Betrachters üblicherweise bei der optischen Erfassung von Gegenständen auf Erfahrungen zurückgreift die es dann dem Betrachter erlauben, Oberflächen genau zu beurteilen. So kann der menschliche Betrachter beispielsweise durch Betrachtung aufgrund seiner Erfahrung

einschätzen, aus welchen Materialien bestimmte Oberflächen bestehen können.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, welche eine objektive Bewertung einer Oberfläche, insbesondere einer strukturierten Oberfläche erlauben, ohne dass hierzu eine mechanische Vermessung dieser Oberfläche erfolgen muss. Dies wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung durch Anspruch 11 erreicht. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur optischen Untersuchung strukturierter Oberflächen wird in einem Verfahrensschritt Strahlung auf die zu untersuchende Oberfläche eingestrahlt. In einem weiteren Verfahrensschritt wird ein Bild von wenigstens einem Teil der auf die Oberfläche eingestrahlenen und von der Oberfläche zurückgeworfenen Strahlung aufgenommen und in einem weiteren Schritt eine orts aufgelöste Auswertung des aufgenommenen Bildes durchgeführt sowie wenigstens ein für dieses Bild charakteristischer Kennwert ermittelt.

[0008] Erfindungsgemäß wird eine für die Oberfläche charakteristische Größe unter Verwendung des Kennwertes und unter Verwendung wenigstens einer vorbekannten oder ermittelten Eigenschaft der Oberfläche durchgeführt. Bei dem für das Bild charakteristischen Kennwert kann es sich beispielsweise um Helligkeitswerte oder Farbwerte der einzelnen Pixel handeln. Auch kann es sich bei diesem Kennwert um einen statistischen Kennwert, wie etwa eine Varianz, handeln. Daneben kann sich der Kennwert auch aus einer Vielzahl von Einzelwerten zusammensetzen, beispielsweise in Form eines Arrays.

[0009] Bei der für die Oberfläche charakteristischen Kenngröße kann es sich um eine Kenngröße handeln, welche für die Struktur dieser Oberfläche charakteristisch ist, wobei es sich auch hier wieder um einen qualitativen Wert, der beispielsweise einen Vergleich zu einer Referenz angeben kann handeln kann.

[0010] So kann es sich beispielsweise bei der charakteristischen Kenngröße um einen Wert handeln, der angibt, ob die zu untersuchende Oberfläche noch innerhalb eines Toleranzbereichs bezüglich der Referenzfläche liegt. Dies ist beispielsweise dann bedeutsam, wenn bei Fahrzeugen Karosserieteile oder Teile des Fahrzeuginnenraums ausgetauscht werden müssen und mit Messmethoden festgestellt werden soll, ob die optischen Eindrücke dieser auszutauschenden Karosserieteile von einem Benutzer noch als optisch gleich oder bereits als unterschiedlich wahrgenommen werden.

[0011] Die Verwendung der wenigstens einen weiteren vorbekannten oder ermittelten Eigenschaft der Oberfläche berücksichtigt, dass der Benutzer in der Praxis ebenfalls (zumindest unbewusst) auf Erfahrungswerte zurückgreifen würde. So könnte beispielsweise ein von der Bildaufnahmeeinrichtung wie beispielsweise einer Farb- oder Graustufenkamera ausgegebenes Bild eine Vielzahl von helleren und dunkleren Stellen aufweisen. Diese helleren und dunkleren Stellen könnten jedoch mehrere Ursachen haben, sie könnten beispielsweise von mehrfarbigen Abschnitten dieser Oberfläche herrühren oder auch von Effektpigmenten oder sie könnten auch auf einfarbige strukturierte Oberflächchen zurückzuführen sein.

[0012] Falls nun der Vorrichtung von vornherein bekannt ist, dass strukturierte Oberflächen, beispielsweise auch mit einer bestimmten Farbe, vermessen werden, so ist unter Zugrundelegung der vorbekannten Eigenschaft eine realistische Beurteilung des ausgewerteten Bildes der Kamera möglich. Auf diese Weise wird im Rahmen der Erfindung erstmalig vorgeschlagen, dass die Vorgehensweise des menschlichen Gehirns simuliert wird, welches seine farblichen Eindrücke auch aufgrund von Erfahrungen auswertet. Es wäre jedoch auch möglich, dass keine vorbekannte Eigenschaft verwendet wird, sondern mehrere Messungen durchgeführt werden. Es wäre jedoch auch möglich, weitere Parameter als vorbekannte Eigenschaft hinzu zu ziehen.

[0013] So könnte die Oberfläche von mehreren Seiten aufgenommen werden. Auf diese Weise lässt sich beispielsweise ebenfalls überprüfen, ob ein bestimmtes Bild von einer mehrfarbigen Oberfläche herrührt oder aber von einer strukturierten Oberfläche. Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung der für die Oberfläche charakteristischen Kenngröße ohne Vermessung der strukturierten Oberfläche.

[0014] Dies bedeutet, dass die Kenngröße nicht unmittelbar dadurch ermittelt wird, dass die Oberfläche beispielsweise mechanisch durch ein Hommelgerät oder auch durch Schichtdickenmessung oder dergleichen vermessen wird sondern indirekt mittels der erfindungsgemäß beanspruchten optischen Untersuchung. Auch werden insbesondere Höhenunterschiede der betreffenden Oberfläche vorzugsweise nicht gemessen, sondern es wird vorteilhaft lediglich ein Bild unter Verwendung von Erfahrungswerten ausgewertet.

[0015] Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren werden Ergebnisse der Auswertung des aufgenommenen Bildes mit Referenzdaten verglichen. So wäre es beispielsweise möglich, dass für die Bildauswertung ein bestimmter Kennwert, beispielsweise ein statistischer Kennwert gebildet wird und dieser mit einem Referenzwert verglichen wird. Ein Ergebnis die-

ses Vergleiches kann dem Benutzer ausgegeben werden, beispielsweise eine Aussage darüber ob eine bestimmte Oberfläche optisch von einem Benutzer gegenüber der Referenzfläche unterscheidbar ist.

[0016] Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren erfolgt eine qualitative Untersuchung der Oberfläche. Dies bedeutet, dass keine genauen quantitativen Angaben über die Oberfläche vorgenommen werden sondern diese lediglich qualitativ mit einer Referenz verglichen wird und die Schlüsse aus eben diesem qualitativen Vergleich gezogen werden.

[0017] Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren erfolgt wenigstens die Einstrahlung und/oder die Aufnahme des Bildes aus wenigstens zwei unterschiedlichen Winkeln. So wäre es möglich, dass zwei Strahlungsquellen das Licht unter zwei unterschiedlichen Winkeln auf die Oberfläche einstrahlen und die Bildaufnahmeeinrichtung das von beiden Lichtquellen eingestrahlte Licht vorzugsweise zeitversetzt aufnimmt. Durch diese Beleuchtung unter unterschiedlichen Winkeln stehen ebenfalls zwei verschiedene Messungen zur Verfügung, aus deren Ergebnissen auf die Struktur der Oberfläche geschlossen werden kann. Ebenfalls könnte jedoch auch nur eine Lichtquelle und dafür zwei Bildaufnahmeeinrichtungen verwendet werden um auf diese Weise mehrere Winkel zu realisieren. In diesem Fall könnte die Lichtquelle zweimal für die beiden unterschiedlichen Messungen aktiviert werden. Auch könnten mehrere Lichtquellen und mehrere Bildaufnahmeeinrichtungen vorgesehen sein.

[0018] Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren wird zur Bestrahlung der Oberfläche Normlicht verwendet. Vorzugsweise wird eine Lichtquelle verwendet, welche eine sogenannte D65-Beleuchtung zur Verfügung stellt.

[0019] Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren ist die weitere Eigenschaft der Oberfläche aus einer Gruppe von Eigenschaften ausgewählt, welche ein Material der Oberfläche, eine Reflektivität der Oberfläche, Farbeigenschaften der Oberfläche, Textureigenschaften der Oberfläche, Helligkeitskontraste der Oberfläche, Kombinationen hieraus oder dergleichen enthält. Diese weitere Eigenschaft berücksichtigt die Erfahrung eines menschlichen Betrachters, der eben auf Grundlage dieser Erfahrung seine optischen Eindrücke einer Oberfläche gewinnt.

[0020] Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren wird diffuse bzw. ungerichtete Strahlung auf die Oberfläche eingestrahlt. Bei einem anderen Verfahren könnte auch eine gerichtete Strahlung verwendet werden, je nachdem, welche Art natürlichen Lichts simuliert werden soll.

[0021] Vorteilhaft handelt es sich bei dem charakteristischen Kennwert um eine statistische Größe. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Normalverteilung, arithmetische oder geometrische Mittelwerte, um Varianzen, um die Entropie, fraktale Elemente, oder eine Grauwertematrix oder andere mathematische Methoden zur Auswertung ein oder zweidimensionaler Bilder handeln.

[0022] Vorzugsweise wird der charakteristische Kennwert aus einer Auswertung aus einer Vielzahl von Einzelwerten des orts aufgelösten Bildes ermittelt. So können beispielsweise eine Vielzahl von Pixelwerten verwendet werden, die unterschiedliche Helligkeitsstufen repräsentieren.

[0023] Als Beleuchtung kann sowohl diffuse als auch gerichtete Strahlung eingesetzt, wobei während eines Messprozesses auch diese beiden Strahlungsarten kombiniert werden können. Daneben kann auch mehrseitige Beleuchtung beispielsweise von ringsegmentartigen Lichtquellen, vorgenommen werden. Weiterhin wäre es möglich, konvergente oder divergente Strahlung einzusetzen oder ggfs. eine sog. Ullbricht'sche Kugel zu verwenden.

[0024] Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren wird ein Bildauswerteverfahren des menschlichen Auges simuliert.

[0025] Die vorliegende Erfindung ist weiterhin auf eine Vorrichtung zu optischen Untersuchung strukturierter Oberflächen gerichtet welche wenigstens eine Strahlungseinrichtung aufweist, welche Strahlung unter einem vorgegebenen Winkel auf die zu untersuchende Oberfläche einstrahlt sowie wenigstens eine Bildaufnahmeeinrichtung aufweist, welche wenigstens einen Teil von der Strahlungseinrichtung auf die Oberfläche eingestrahlt und von der Oberfläche zurückgeworfenen Strahlung aufnimmt. Dabei ist die Bildaufnahmeeinrichtung zur Aufnahme eines orts aufgelösten Bildes geeignet und es ist weiterhin eine Prozessoreinrichtung vorgesehen, welche wenigstens einen für dieses Bild charakteristischen Wert ermittelt.

[0026] Erfindungsgemäß ist die Prozesseinrichtung derart gestaltet, dass sie eine für die Oberfläche charakteristische Kenngröße unter Verwendung des Kennwertes und unter Verwendung wenigstens einer weiteren vorbekannten oder ermittelten Eigenschaft der Oberfläche ermittelt. Bei der Bildaufnahmeeinrichtung handelt es sich vorteilhaft um eine Farbbildkamera oder eine Schwarz-Weiß-Bild-Kamera.

[0027] Dies bedeutet, dass auch die erfindungsgemäße Prozessoreinrichtung ein Ergebnis nicht nur auf Basis der Bilddaten ausgibt, sondern hierzu die oben erwähnte zusätzliche Eigenschaft verwendet. Es wäre jedoch auch möglich, dass es sich bei dieser

vorbekanntem Eigenschaft um das Ergebnis einer weiteren Messung handelt, welche an der Oberfläche vorgenommen wird. Dabei wird diese weitere Messung vorteilhaft in dem gleichen Bereich der Oberfläche durchgeführt wie die zu beurteilende Messung. Vorteilhaft weist die Vorrichtung eine Speichereinrichtung zur Speicherung wenigstens eines Kennwertes oder eines für die vorbekannte oder ermittelte Eigenschaft charakteristischen Wertes auf.

[0028] Weiterhin ist vorteilhaft in der Speichereinrichtung wenigstens ein und bevorzugt eine Vielzahl von Kennwerten für die zu untersuchende Oberfläche abgelegt. Bei den Kennwerten kann es sich um Werte handeln, welche optische Eigenschaften der Oberfläche beschreiben, wie etwa Farbeigenschaften oder dergleichen.

[0029] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die Vorrichtung wenigstens eine weitere Strahlungseinrichtung oder wenigstens eine weitere Bildaufnahmeeinrichtung auf. Dabei sind vorteilhaft die Strahlungseinrichtung und die Bildaufnahmeeinrichtung in einem Gehäuse vorgesehen, wobei dieses Gehäuse vorzugsweise eine Öffnung zur Beleuchtung der zu untersuchenden Oberfläche aufweist und vorteilhaft im Übrigen geschlossen ist.

[0030] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Bildaufnahmeeinrichtung unter einem Winkel von 90° gegenüber der Oberfläche angeordnet.

[0031] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist die Vorrichtung eine Vergleichseinrichtung auf, welche wenigstens einen ermittelten Kennwert mit einem Referenzwert vergleicht. Bei der von der Vorrichtung ausgegebenen Größe handelt es sich vorteilhaft um eine Relativgröße, wie eine Differenz oder ein Verhältnis, wobei jedoch auch gewichtete Koeffizienten zur Anwendung kommen können.

[0032] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich auch der beigefügten Zeichnung. Darin zeigen:

[0033] **Fig. 1** eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Untersuchen einer Ober-Fläche.

[0034] **Fig. 1** zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung **1** zum Untersuchen einer Oberfläche **10**. Diese Oberfläche **10** ist dabei insbesondere strukturiert d. h. insbesondere nicht eben ausgebildet. Das Bezugszeichen **22** bezieht sich auf ein Gehäuse, in dessen Inneren eine erste Strahlungseinrichtung **2** sowie eine Bildaufnahmeeinrichtung **4** angeordnet sind. Das Gehäuse **22** ist dabei lichtdicht ausgebildet, und weist nur eine Öffnung **14**, durch welche hindurch die Oberfläche **10** beleuchtet und ein Bild der Oberfläche aufgenommen werden kann. Die Strahlungseinrich-

tung **2** beleuchtet die Oberfläche **10** (vgl. Strahl S2).

[0035] Die von der Oberfläche **10** zurückgeworfene bzw. gestreute Strahlung wird von der Bildaufnahmeeinrichtung **4** aufgenommen d. h. die Bildaufnahmeeinrichtung **4** nimmt ein Bild der beleuchteten Oberfläche **10** auf. Das Gehäuse ist bevorzugt an seiner Innenseite lichtabsorbierend ausgestaltet, so dass die Messungen nicht durch Fremdreﬂexe verfälscht werden. Je nach durchzuführender Messung könnte jedoch die Innenoberfläche des Gehäuses auch reﬂektierend ausgestaltet sein, so dass die Innenoberfläche des Gehäuses eine sog. Ulbricht'sche Kugel ausbildet.

[0036] Die Strahlungseinrichtung **2** kann dabei als Lichtquelle eine oder mehrere Leuchtdioden aufweisen. So könnten Weißlicht-LED's zum Einsatz kommen, es wäre jedoch auch möglich, dass mehrere LED's unterschiedlicher Farbe eingesetzt werden, um die Farbeigenschaften des eingestrahlt Lichts variabel zu halten oder um Normlicht, wie beispielsweise D65-Licht zu erzeugen. Daneben könnten zur Beleuchtung auch andere Lichtquellen wie Halogenlampen, Xenon(blitz)lampen, Glühlampen, Laser oder dergleichen Anwendung finden.

[0037] Weiterhin können in dem Strahlengang zwischen der Lichtquelle und der Oberfläche **10** (nicht gezeigte) refraktive Elemente wie Linsen oder dergleichen oder auch Blenden vorgesehen sein.

[0038] Die entsprechenden von der Bildaufnahmeeinrichtung ausgegebenen Bilddaten **k** werden an eine ihrer Gesamtheit mit **8** bezeichnete Prozessoreinrichtung weitergegeben. Dabei repräsentieren diese Daten **K** lediglich das von der Bildaufnahmeeinrichtung **4** aufgenommene Bild bzw. ein Farbbild oder Graustufenbild. Die Prozessoreinrichtung **8** wertet wiederum dieses aufgenommene Bild aus, wobei die Prozessoreinrichtung **8** hierzu weitere Daten **E** verwendet. Diese weiteren Daten **E** stammen dabei insbesondere nicht von der konkreten Messung, von welcher die Daten **K** stammen. Damit sind die Daten **E** unabhängig von den Daten **K** und insbesondere auch unabhängig von diesen gewonnen.

[0039] So wäre es beispielsweise möglich, dass die weiteren Daten **E** von einer Speichereinrichtung **24** stammen, in der vorbekannte charakteristische Daten der Oberfläche **10** gespeichert sind, beispielsweise Daten über die Farbe und das Material der Oberfläche. Weiterhin kann auch eine Speichereinrichtung **26** vorgesehen sein, in der frühere Messdaten der besagten Oberfläche gespeichert sind oder auch Referenzdaten einer entsprechenden Referenzoberfläche, oder auch in einem anderen Bereich der Oberfläche und/oder zu einem anderen Zeitpunkt und/oder unter einem anderen Winkel aufgenommene Daten.

[0040] Das Bezugszeichen **18** bezieht sich auf eine Vergleichseinrichtung, welche die ermittelten Kennwerte mit abgespeicherten Referenzwerten vergleicht und Ergebnisse dieses Vergleichs ausgibt.

[0041] Die Prozessoreinrichtung **8** berücksichtigt die besagten Daten **e** und gibt einen Ergebniswert **G** an eine Anzeigeeinrichtung **16** aus. Bei diesen Ergebnisdaten **g** kann es sich beispielsweise um einen rein qualitativen Wert handeln, der Information darüber ausgibt, ob die untersuchende Oberfläche innerhalb eines bestimmten Normbereichs liegt.

[0042] Das Bezugszeichen **12** bezieht sich auf eine weitere Strahlungseinrichtung, die unter einem weiteren Winkel bezüglich der Oberfläche **10** angeordnet ist und Licht entlang der Strahlrichtung S2 auf die Oberfläche einstrahlt. So wäre es auch möglich, dass entsprechende qualitative Bild der Oberfläche durch zwei Messungen zu gewinnen, wobei eine Messung durch Beleuchtung mit der Strahlungseinrichtung **2** und eine weitere Messung durch Beleuchtung mit der Strahlungseinrichtung **12** gewonnen wird. Vorteilhaft liegen diese beiden Strahlrichtungen S1 und S2 und die Strahlrichtung S3, welche sich von der Oberfläche **10** in Richtung der Bildaufnahmeeinrichtung **4** erstreckt, in einer Ebene. Es wäre jedoch auch möglich, beispielsweise Detektoren oder Strahlungsquellen außerhalb der Messebene anzuordnen.

[0043] Die Strahlungseinrichtungen **2** und **12** geben bevorzugt normiertes Licht wie beispielsweise D65 Licht ab. Dabei ist es möglich, dass die beiden Strahlungseinrichtungen simultan aktiviert werden, es wäre jedoch auch eine sukzessive Aktivierung möglich. Es wäre dadurch möglich, dass die Strahlungseinrichtungen jeweils in der Lage sind, Licht unterschiedlicher Farben auf die Oberflächen zu senden. Weiterhin können in den Strahlengängen S1, S2 bzw. S3 auch Blenden und Filtereinrichtungen **28** angeordnet sein, um die Oberfläche zu untersuchen. Die Bezugszeichen **29** und **30** beziehen sich auf weitere Blenden und/oder Filtereinrichtungen, die in den jeweiligen Strahlengängen zwischen den Strahlungseinrichtungen **2** und **12** und der Oberfläche angeordnet sind.

[0044] Die Strahlungsquellen können im kontinuierlichen Modus betrieben werden, es wäre jedoch auch ein gepulster bzw. gechoppeter Betrieb möglich. Dieser gepulste Betrieb ermöglicht eine Kompensation des Umgebungslichtes. Diese Kompensation kann dabei durch einen Vergleich zwischen einem Bild, welches nur bei Umgebungslicht aufgenommen wurde und einem weiteren Bild, welches bei (durch dieses Umgebungslicht überlagerter) Beleuchtung aufgenommen wurde, erreicht werden.

[0045] Weiterhin kann auch die gesamte Anordnung, welche sich aus der Strahlungseinrichtung,

den Filtern und der Strahlungsdetektoreinrichtung zusammensetzt spektral derart angepasst werden, dass sie einer vorgegebenen spektralen Empfindlichkeitsverteilung gehorcht, wie z. B. der V_{λ} -Kurve.

[0046] Die einzelnen Prozessoreinrichtungen und Speichereinrichtungen **24**, **26** und **8** sind dabei, anders als in [Fig. 1](#) gezeichnet, außerhalb des Gehäuses **22** angeordnet sondern bevorzugt innerhalb des Gehäuses bzw. in einem hierfür vorgesehenen Elektronikabschnitt. Die erwähnten Blenden können dabei zur Bestimmung von Glanzeffekten der Oberfläche verwendet werden. Es wäre jedoch auch möglich, die Blenden durch die Bildauswertung, d. h. als „Softwareblenden“ zu realisieren, etwa, in dem nur bestimmte Bereiche eines Bildes ausgewertet werden.

[0047] Das Bezugszeichen **30** bezieht sich auf eine Steuerungseinrichtung, um beispielsweise die Strahlungseinrichtungen **2** und **12** gegebenenfalls aber auch die Bildaufnahmeeinrichtung anzusteuern. So wäre es möglich, dass im Rahmen eines bestimmten Messmodus hintereinander die Oberfläche durch die beiden Beleuchtungseinrichtungen S1 und S2 beleuchtet wird und anschließend die beiden Bilder von der Prozessoreinrichtung **12** ausgewertet werden.

[0048] Das Bezugszeichen **34** bezieht sich auf eine Rolleinrichtung bzw. ein Rad, welches eine Bewegung der Vorrichtung **1** gegenüber der Oberfläche entlang des Pfeils P1 ermöglicht. Das Bezugszeichen K1 bezieht sich auf weitere von den Bildaufnahmeeinrichtungen ausgegebene Werte, welche auch anstelle oder neben dem Wert E zur Auswertung des Bildes verwendet werden können.

[0049] Daneben weist die Vorrichtung **1** eine (nicht gezeigte) Entfernungsmesseinrichtung auf, welche Strecken, welche die Vorrichtung gegenüber der Oberfläche **10** zurücklegt, bestimmt. Auf diese Weise kann die Oberfläche mit jeweils geometrischer Zuordnung vermessen werden. Eine derartige Entfernungsmesseinrichtung könnte dabei an die Räder **34** gekoppelt sein. Es wäre jedoch auch möglich, dass die Vorrichtung **1** an einem Gestell angeordnet ist und auf diese Weise in definierter Weise gegenüber der Oberfläche **10** bewegt wird.

[0050] Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbaren Merkmale werden als erfindungswesentlich beansprucht, sofern sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung
2	Strahlungseinrichtung
4	Bildaufnahmeeinrichtung, Detektoreinrichtung

8	Prozessoreinrichtung
10	Oberfläche
14	Öffnung
16	Anzeigeeinrichtung
18	Vergleichseinrichtung
22	Gehäuse
24	Speichereinrichtung
26	Speichereinrichtung
28	Blende
30	Steuerungseinrichtung
34	Rad
S1, S2, S3	Richtungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur optischen Untersuchung insbesondere strukturierter Oberflächen (**10**) mit den Schritten:

- Einstrahlen von Strahlung auf die zu untersuchenden Oberfläche (**10**);
- Aufnahme eines Bildes von wenigstens einem Teil der auf die Oberfläche (**10**) ein gestrahlten und von der Oberfläche (**10**) zurückgeworfenen Strahlung;
- orts aufgelöste Auswertung des aufgenommenen Bildes und Ermittlung wenigstens eines für dieses Bild charakteristischen Kennwertes (K)

dadurch gekennzeichnet, dass eine für die Oberfläche charakteristische Kenngröße (G) unter Verwendung des Kennwertes (K) und unter Verwendung wenigstens einer weiteren vorbekannten oder ermittelten Eigenschaft (E) der Oberfläche (**10**) ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung der für die Oberfläche charakteristischen Kenngröße ohne Vermessung der strukturierten Oberfläche (**10**) und insbesondere ohne Vermessung eines Höhenprofils der Oberfläche (**10**) erfolgt.

3. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass Ergebnisse der Auswertung des aufgenommenen Bildes mit Referenzdaten verglichen werden.

4. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass eine qualitative Untersuchung der Oberfläche (**10**) erfolgt.

5. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Einstrahlung der Strahlung und/oder die Aufnahme des Bildes unter wenigstens zwei unterschiedlichen Winkeln erfolgt.

6. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestrahlung der Oberfläche (**10**) Normlicht verwendet wird.

7. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Eigenschaft der Oberfläche (10) aus einer Gruppe von Eigenschaften ausgewählt ist, welche ein Material der Oberfläche (10), eine Reflektivität der Oberfläche (10), Farbeigenschaften der Oberfläche, Textureigenschaften der Oberfläche, Helligkeitskontraste der Oberfläche, Kombinationen hieraus oder dergleichen enthält.

8. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass diffuse Strahlung auf die Oberfläche eingestrahlt wird.

9. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der charakteristische Kennwert (K) eine statistische Größe ist.

10. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der charakteristische Kennwert aus einer Auswertung einer Vielzahl von Einzelwerten des orts aufgelösten Bildes ermittelt wird.

11. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass gepulste Strahlung verwendet wird.

12. Verfahren nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass ein Bildauswerteverfahren des menschlichen Auges simuliert wird.

13. Vorrichtung zur optischen Untersuchung strukturierter Oberflächen (10) mit wenigstens einer Strahlungseinrichtung (2), welche Strahlung unter einem vorgegebenen Winkel auf die zu untersuchende Oberfläche einstrahlt, mit wenigstens einer Bildaufnahmeeinrichtung (4) welche wenigstens einen Teil der von der Strahlungseinrichtung (2) auf die Oberfläche (10) eingestrahlten und von der Oberfläche (10) zurückgeworfenen Strahlung aufnimmt, wobei die Bildaufnahmeeinrichtung (4) zur Aufnahme eines orts aufgelösten Bildes geeignet ist und mit einer Prozesseinrichtung (8), welche wenigstens einen für dieses Bild charakteristischen Kennwert ermittelt, dadurch gekennzeichnet, dass die Prozesseinrichtung (8) derart gestaltet ist, dass sie eine für die Oberfläche (10) charakteristische Kenngröße unter Verwendung des Kennwertes (K) und unter Verwendung wenigstens einer weiteren vorbekannten oder ermittelten Eigenschaft (E) der Oberfläche (10) ermittelt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) eine Speichereinrichtung (14) zur Speicherung wenigstens Kennwerts oder eines für die vorbekannte oder ermittelte

Eigenschaft charakteristischen Wertes aufweist.

15. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (1) wenigstens eine weitere Strahlungseinrichtung (12) oder wenigstens eine weitere Bildaufnahmeeinrichtung aufweist.

16. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (4) unter einem Winkel von 90° gegenüber der Oberfläche (10) angeordnet ist.

17. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Vergleichseinrichtung (18) aufweist, welche wenigstens einen ermittelten Kennwert mit einem Referenzwert vergleicht.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

