



(10) **DE 10 2004 037 555 B4** 2012.09.06

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 037 555.0**
(22) Anmeldetag: **03.08.2004**
(43) Offenlegungstag: **23.02.2006**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.09.2012**

(51) Int Cl.: **G01M 11/02** (2006.01)
G01J 3/46 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
ERLUS Aktiengesellschaft, 84088, Neufahrn, DE

(74) Vertreter:
LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409, Nürnberg, DE

(72) Erfinder:
Ackerhans, Carsten, Dr., 84061, Ergoldsbach, DE; Stoll, Alexander, Dr., 85354, Freising, DE; Bahnmann, Detlef, Prof. Dr., 30826, Garbsen, DE; Schmitt, Stephan, Dr., 80805, München, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	197 10 420	C2
DE	43 01 546	A1
DE	43 31 355	A1
DE	103 49 169	A1
DE	696 27 328	T2
DD	77 824	A1
EP	1 348 945	A1
JP	11 352 013	A

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur berührungslosen und/oder zerstörungsfreien Prüfung einer photokatalytischen Oberflächenbeschichtung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur berührungslosen und/oder zur zerstörungsfreien Prüfung einer photokatalytischen Oberflächenbeschichtung eines Bauelements, im folgenden Prüfling (20) genannt,

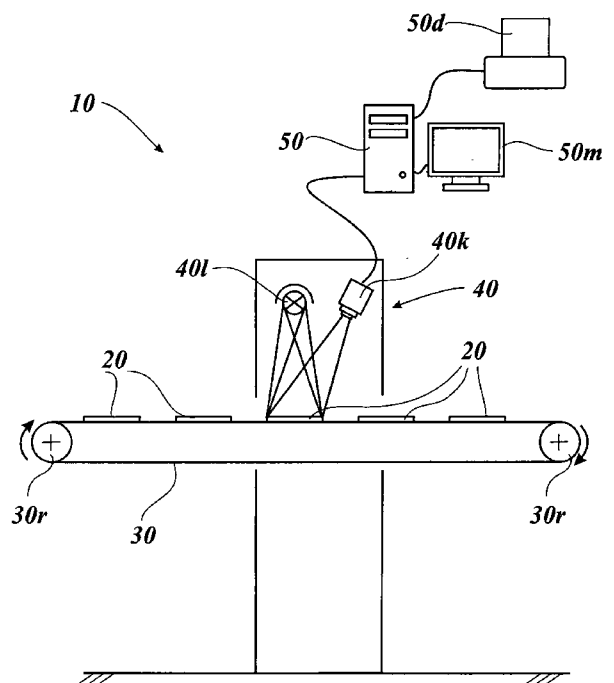
wobei das Verfahren so ausgebildet ist,

a) daß mehrere Prüflinge (20) auf einem eine Prüfkammer durchlaufendem Transportband (30) hintereinander abgelegt werden,

b) daß an den Prüflingen beim Durchlaufen der Prüfkammer die Schichtdicke der photokatalytischen Oberflächenbeschichtung ermittelt wird,

indem in der Prüfkammer die photokatalytische Oberfläche des Prüflings (20) bestrahlt und/oder beschallt wird, und die von der photokatalytischen Oberfläche des Prüflings (20) reflektierte Strahlung durch eine Bilderfassungseinrichtung in Bildpunkte zerlegt wird und als digitales Bild ausgegeben wird, wobei das von der Bilderfassungseinrichtung erfaßte Bild als Graustufenbild oder als Falschfarbenbild ausgebildet wird,

c) daß die ermittelte Schichtdicke sodann mit einem Sollmaß einer Schichtdicke verglichen wird, indem das digitale Bild in einem Computer (50) ausgewertet wird, wobei für mindestens eine charakteristische Wellenlänge der Strahlung und/oder Beschallung ein bildpunktweiser Soll-Ist-Vergleich der...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur berührungslosen und zerstörungsfreien Prüfung einer photokatalytischen Oberflächenbeschichtung.

[0002] Photokatalytische Beschichtungen werden in zunehmenden Maße für Dachziegel eingesetzt, um die Verschmutzung und den Bewuchs der Dachoberfläche mit Mikroorganismen, wie Algen und Flechten, zu verhindern.

[0003] Derartige Beschichtungen sind mit sehr geringer Schichtdicke im μm -Bereich oder nm-Bereich ausgebildet, sie sind farblos und visuell nicht sichtbar. Zur Messung der Schichtdicke sind zerstörende Verfahren bekannt, wie die Auswertung des mikroskopischen Schliffes einer dem Prüfling entnommenen Probe. Es sind auch zerstörungsfreie chemische Verfahren bekannt, die die Reaktion einer auf die photokatalytische Oberfläche aufgetragenen Testsubstanz bei Bestrahlung mit UV-Licht auswerten. Es handelt sich dabei um chemische Nachweisverfahren zur Ausführung unter Laborbedingungen.

[0004] Im Bereich der visuellen Qualitätskontrolle sind automatisierte Verfahren zur Feststellung von Farbabweichungen und/oder Fehlstellen im Farbauftrag bekannt. Dabei handelt es sich um nichttransparente Farbschichten.

[0005] Aus der DE 29 47 791 A1 ist eine Einrichtung zur Farbüberwachung von Bogen- oder bahnförmigen in Bewegung befindlichen Materialien bekannt. Dazu sind über dem in Bewegung befindlichen Material angeordnete Lichtleiter vorgesehen, die die Oberfläche des Materials beleuchten, das von der Oberfläche des Materials zurückgeworfene Licht empfangen und zur Verarbeitung weiterleiten.

[0006] Aus der DE 43 09 802 A1 ein Verfahren mit bildgebenden Sensoren bekannt, das beispielsweise geeignet ist, Farbabweichungen bzw. farbliche Fehlstellen an Autokarosserien zu bestimmen. Dazu wird das Bild der Autokarosserie in einzelne Bildpunkte zerlegt, deren Farbwerte werden bestimmt und sodann mit einem mehrdimensionalen Farbvektor-Histogramm eines Referenzobjektes verglichen.

[0007] In der DD 077 824 A1 wird ein Verfahren zur kontinuierlichen Messung von Schichtdicken mittels Ultraschall beschrieben, und zwar für den Fertigungsbereich von strangförmigem Gut am Endlossrang wie ummantelte Kabel und isolierte Leiter. Es geht dabei um die Messung der Dicke der Ummantelung der Kabel und der Dicke der Isolierung der Leiter. Es erfolgt eine kontinuierliche Registrierung der Meßwerte durch Meßschreiber, wobei jedem Meßpunkt eine digitale Ziffernanzeige des Meßschreibers zugeordnet ist.

[0008] In der DE 696 27 328 T2 wird ein Verfahren zur berührungslosen zerstörungsfreien Prüfung einer Oberflächenbeschichtung beschrieben, und zwar zur Messung der Schichtdicke einer Beschichtung von Flaschen, die auf einem Transportband hintereinander abgelegt eine Meßstation durchlaufen. In der Meßstation erfolgt eine Bestrahlung der Oberfläche der Prüflinge. Die von der Oberfläche reflektierte Strahlung wird durch eine Bilderfassungseinrichtung in Bildpunkte zerlegt und als digitales Bild ausgegeben. Die Messung setzt einen real stattfindenden Farbwechsel voraus, um ein Echtfarbenbild zu erhalten. Es kommt darauf an, daß keine Farbverfälschungen auftreten. Die Schichtdicke wird in Form eines gemittelten Wertes am Flaschenhals bestimmt, ohne daß eine flächenmäßige Erfassung hinsichtlich der Schichtdicke erfolgt.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur zerstörungsfreien automatisierten Prüfung einer photokatalytischen Beschichtung zum Erhalt eines Qualitätsmaß der photokatalytischen Beschichtung zwecks Beurteilung der Qualität der photokatalytischen Beschichtung anzugeben.

[0010] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit dem Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst. Es handelt sich um ein Verfahren zur berührungslosen und zerstörungsfreien Prüfung einer photokatalytischen Oberflächenbeschichtung eines Bauelements, im folgenden Prüfling genannt, vorgesehen, bei dem vorgesehen ist, daß die Schichtdicke der photokatalytischen Oberflächenbeschichtung ermittelt wird und die ermittelte Schichtdicke sodann mit einem Sollmaß einer Schichtdicke verglichen wird.

[0011] Das mit der Schichtenmessung arbeitende Verfahren ist ausgebildet, daß

- a) mehrere Prüflinge (**20**) auf einem eine Prüfkammer durchlaufendem Transportband (**30**) hintereinander abgelegt werden,
- b) an den Prüflingen beim Durchlaufen der Prüfkammer die Schichtdicke der photokatalytischen Oberflächenbeschichtung ermittelt wird, indem in der Prüfkammer die photokatalytische Oberfläche des Prüflings (**20**) bestrahlt und/oder beschallt wird, und die von der photokatalytischen Oberfläche des Prüflings (**20**) reflektierte Strahlung durch eine Bilderfassungseinrichtung in Bildpunkte zerlegt wird und als digitales Bild ausgegeben wird, wobei das von der Bilderfassungseinrichtung erfaßte Bild als Graustufenbild oder als Falschfarbenbild ausgebildet wird,
- c) die ermittelte Schichtdicke sodann mit einem Sollmaß einer Schichtdicke verglichen wird, indem das digitale Bild in einem Computer (**50**) ausgewertet wird, wobei für mindestens eine charakteristische Wellenlänge der Strahlung und/oder Beschallung ein bildpunktweiser Soll-Ist-Vergleich der Intensitätsverteilung als Funktion der

Koordinaten x und y der von der photokatalytischen Oberfläche des Prüflings (20) reflektierten Strahlung mit einer Referenz-Intensitätsverteilung vorgenommen wird,

d) die Prüflinge auf Basis dieses Ergebnisses sodann über eine mit dem Computer verbundene Sortiereinrichtung sortiert werden, indem fehlerhafte Prüflinge aussortiert werden und/oder die Prüflinge nach Qualitätsklassen gruppiert werden und/oder eine akustische und/oder optische Signalisierung und/oder Markierung der Prüflinge erfolgt.

[0012] Die ermittelte Schichtdicke oder Intensitätsverteilung wird als ein Maß für die Qualität, d. h. vorzugsweise der photokatalytischen Aktivität der photokatalytischen Beschichtung gewertet.

[0013] Vorzugsweise ist vorgesehen, den Prüfling mit UV-Licht zu bestrahlen, weil diese Strahlung dem Einsatzzweck der photokatalytischen Beschichtung angepaßt ist. Es können aber auch andere Strahlungs- und/oder Beschallungsarten vorgesehen sein, beispielsweise sichtbares Licht im Wellenlängenbereich von 380 bis 750 nm, oder auch Ultraschall. Aus dem letztgenannten können sich Vorteile ergeben wie beispielsweise die Unempfindlichkeit des Verfahrens gegen Fremdlicht.

[0014] Es hat sich gezeigt, daß sich bei Bestrahlung der photokatalytischen Oberfläche des Prüflings mit UV-Licht ein Graustufenbild oder ein Falschfarbenbild erzeugen läßt, das geeignete Informationen zur Beurteilung der Qualität der photokatalytischen Beschichtung enthält. Durch Ausgabe auf einen Monitor kann ein menschlicher Beobachter auf diese Weise die visuell nicht sichtbare photokatalytische Beschichtung des Prüflings beobachten. Vorzugsweise ist vorgesehen, die Bildinformationen in einem Computerprogramm so aufzubereiten, daß sie ein Qualitätsmaß der photokatalytischen Beschichtung bilden, wie weiter unten im einzelnen beschrieben.

[0015] Vorzugsweise ist vorgesehen, UV-Licht im Wellenlängenbereich von 180 nm bis 380 nm zu verwenden, das dem Spektrum der Sonnenstrahlung im UV-Bereich entspricht. Noch weiter vorzugsweise ist vorgesehen, UV-Licht im Wellenlängenbereich von 315 nm bis 380 nm zu verwenden, das als UV-A-Licht bezeichnet ist. UV-A-Licht wird durch die irdische Ozon-Schicht kaum absorbiert und ist deshalb besonders geeignet, die Photokatalyse anzuregen. Auf diese Weise sind die Prüfbedingungen besonders gut dem vorgesehenen Einsatzzweck der Prüflinge angepaßt, bei denen es sich vorzugsweise um photokatalytisch beschichtete Dachbauelemente handelt.

[0016] Das von dem Prüfling gewonnene Graustufenbild oder Falschfarbenbild gibt Auskunft über das Reflexionsvermögen des Prüflings für UV-Strahlung,

das um so höher ist, je größer die Schichtdicke der aufgetragenen photokatalytischen Beschichtung ist. Dabei handelt es sich um Schichtdicken im µm-Bereich bzw. im nm-Bereich. Überraschenderweise konnten auswertbare Signale erhalten werden. Von sehr dünnen metallischen Schichten ist beispielsweise bekannt, daß sie transparent erscheinen, also durch eine Bildauswertung nicht detektierbar sind.

[0017] Es kann vorgesehen sein, die UV-Lichtquelle als breitbandige Lichtquelle auszubilden mit einem Wellenlängenbereich von 280 nm bis 380 nm, vorzugsweise mit einer Wellenlänge von 315 nm bis 380 nm. Es kann aber auch vorgesehen sein, die UV-Lichtquelle als schmalbandige Lichtquelle auszubilden, beispielsweise für Beschichtungen, die bei bevorzugten Wellenlängen ein besonders gut ausgeprägtes Reflexionsvermögen aufweisen. Auf diese Weise können auch mehrere schmalbandige UV-Lichtquellen miteinander kombiniert werden.

[0018] Ebenso kann vorgesehen sein, die UV-Lichtquelle breitbandig auszubilden und zur Wellenlängenselektion selektive UV-Sensoren und/oder selektive UV-Filter vorzusehen. Die UV-Filter können vor dem Kameraobjektiv, nach dem Kameraobjektiv oder vor jedem Sensorelement angeordnet sein.

[0019] Die UV-Sensoren können als Sensormatrix ausgebildet sein. Es können auch mehrere Sensorzeilen oder Sensormatrizen vorgesehen sein. Dabei können Sensoranordnungen vorgesehen sein, wie sie von Farbkameras für Farbaufnahmen im sichtbaren Bereich üblich sind.

[0020] Vorzugsweise ist vorgesehen, die Informationen wellenlängenspezifisch auszuwerten, d. h. keine Falschfarbenbilder durch Überlagerung von Grund-Falschfarben zu bilden.

[0021] Es kann aber auch vorgesehen sein, die wellenlängenspezifischen Informationen zu überlagern, beispielsweise über den gesamten Wellenlängenbereich zu integrieren, um die Gesamtleistung der photokatalytischen Beschichtung beurteilen zu können. Alternativ dazu kann die Verwendung eines Sensors vorgesehen sein, der eine über den gesamten Wellenlängenbereich gleichbleibende oder annähernd gleichbleibende Empfindlichkeit aufweist. Eine solche Empfindlichkeitscharakteristik ist von Fotoemulsionen für die Schwarz-Weiß-Fotografie bekannt, die eine über das gesamte Farbspektrum annähernd konstante Lichtempfindlichkeit haben sollen.

[0022] Wenngleich photokatalytische Beschichtungen aufgestrahltes UV-Licht im allgemeinen nicht als Licht größerer Wellenlänge zurückstrahlen, wie das beispielsweise von sog. Weißmachern in Textilien bekannt ist, kann vorgesehen sein, daß die Kamera

mit weiteren Sensoren ausgebildet ist, die beispielsweise dieses Licht größerer Wellenlänge erfassen.

[0023] Vorzugsweise ist vorgesehen, daß die Prüfkammer als Gestell zur Aufnahme des Förderbandes ausgebildet ist, das mindestens in dem Abschnitt, der oberhalb des Prüflings angeordnet ist, lichtdicht ausgebildet ist. Dazu ist vorgesehen, daß an den Seitenwänden der Prüfkammer, die zur Oberfläche des Förderbandes beabstandet sind, lichtdichte Vorhänge angeordnet sind, die den Spalt zwischen der Unterkanten der Seitenwände und der Oberfläche des Förderbandes lichtdicht verschließen. Ein durch die Bewegung des Förderbandes in die Prüfkammer eintretender Prüfling hebt den lichtdichten Vorhang an, der sich nach Passieren des Prüflings wieder auf das Förderband absenkt.

[0024] Es kann vorgesehen sein, daß die Einnahme der Sollposition des Prüflings in der Prüfkammer durch Lagesensoren festgestellt wird. Vorzugsweise ist vorgesehen, daß das von der Kamera erzeugte Bild darauf ausgewertet wird, ob der Prüfling vollständig abgebildet ist.

[0025] Es kann vorgesehen sein, daß aus der von der Kamera erzeugten Information in einer der Kamera nachgeschalteten separaten Einrichtung oder im Computer selbst das Graustufenbild oder das Falschfarbenbild erzeugt wird. Es kann also vorgesehen sein, daß die Kamera ein analoges Bildsignal abgibt, das in der separaten Einrichtung oder im Computer digitalisiert wird.

[0026] Vorzugsweise ist vorgesehen, die beispielsweise als Helligkeit eines Bildpunktes vorliegende Information über die Intensität des von dem dem Bildpunkt zugeordneten Originalbereich des Prüflings reflektierten UV-Lichts mit einem Referenzwert zu vergleichen. Dabei ist vorgesehen, den Referenzwert durch Messung an einem Referenzobjekt zu bestimmen, vorzugsweise ist der Referenzwert ein Mittelwert aus mehreren Einzelmessungen.

[0027] Es handelt sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren um ein Prüfverfahren, bei dem aus der Bildpunktinformation auf die Schichtdicke der photokatalytischen Beschichtung geschlossen wird.

[0028] Es kann vorgesehen sein, eine Ja-Nein-Entscheidung auf diese Weise herbeizuführen. Es kann aber auch vorgesehen sein, auf diese Weise die Prüflinge in Qualitätsklassen einzuteilen. Dazu ist vorteilhafterweise eine solche Bildauflösung zu wählen, daß Fehlstellen am Prüfling zweifelsfrei beurteilt werden können. Handelt es sich bei dem Prüfling beispielsweise um einen Dachziegel, der bei Einsatz im Dachverband durch benachbarte Dachziegel abgedeckte Bereiche aufweist, dann können solche Bereiche aus der Qualitätsbeurteilung herausfallen, oh-

ne die Funktion der photokatalytischen Beschichtung einzuschränken.

[0029] Vorzugsweise ist vorgesehen, die Prüflinge mit kontinuierlicher Geschwindigkeit unter der Kamera vorbeizuführen. Sofern die Empfindlichkeit der Kamera und/oder die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Computers zu gering sind, kann vorgesehen sein, das Förderband nach Positionierung des Prüflings anzuhalten. Auf diese Weise wird ein besonders scharfes Bild ausgebildet. Es kann alternativ vorgesehen sein, die Relativbewegung zwischen Prüfling und Kamera durch ein optisches System auszugleichen, beispielsweise durch ein umlaufendes Spiegelpolygon wie bei einer Hochgeschwindigkeits-Filmkamera. In diesem Fall ist ein besonders hoher Prüflingsdurchsatz durch die Prüfeinrichtung möglich.

[0030] Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0031] Es zeigen

[0032] Fig. 1 den schematischen Aufbau einer Prüfeinrichtung zur Inlineprüfung einer photokatalytischen Oberfläche;

[0033] Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels der Prüfeinrichtung in Fig. 1;

[0034] Fig. 3 eine vergrößerte perspektivische Ansicht eines Ausschnitts des Ausführungsbeispiels in Fig. 2;

[0035] Fig. 4 ein dreidimensionales Schaubild der Intensitätsverteilung für ein erstes Meßbeispiel;

[0036] Fig. 5 ein dreidimensionales Schaubild der Intensitätsverteilung für ein zweites Meßbeispiel;

[0037] Fig. 6 ein dreidimensionales Schaubild der Intensitätsverteilung für ein drittes Meßbeispiel.

[0038] Fig. 1 zeigt eine Prüfeinrichtung **10** zur Inlineprüfung der photokatalytischen Aktivität einer photokatalytischen Oberfläche eines Prüflings **20**. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich um die Inlineprüfung von vorzugsweise keramischen Dachziegeln **20**, die mit einer photokatalytisch aktiven Oberflächenbeschichtung versehen sind.

[0039] Die Dachziegel **20** sind auf einem umlaufenden Förderband **30** abgelegt, das von Rollen **30r** angetrieben ist. Die Förderrichtung ist in Fig. 1 von links nach rechts verlaufend dargestellt. Das Förderband **30** durchläuft eine Prüfkabine **40**, deren über dem Förderband **30** angeordneter oberer Abschnitt als eine optische Prüfkabine ausgebildet ist mit einer oder mehreren breitbandigen UV-Lampen **40l** und einer elektronischen Kamera **40k**. Die elektronische Kame-

ra **40k** umfaßt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel alle Komponenten, um ein digitales Falschfarbenbild des Dachziegels **20** bereitzustellen und einem mit der Kamera **40k** verbundenen Computer **50** zwecks digitaler Bildanalyse zur Verfügung zu stellen. Das Falschfarbenbild kann beispielsweise auf den Bereich der sog. UV-A-Strahlung (315 nm bis 380 nm) gerichtet sein, weil dieser Bereich der solaren UV-Strahlung durch die Ozonschicht der Erdatmosphäre kaum geschwächt wird und deshalb den Hauptanteil der photokatalytischen Umsetzung bewirkt. In diesem Fall ist vorgesehen, daß die UV-Lampen **40l** das Strahlungsmaximum im Bereich 315 nm bis 380 nm aufweisen.

[0040] Der Computer **50** ist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit einem Monitor **50m** und einem Drucker **50d** verbunden. Auf diese Weise sind die Meßwerte online auf dem Schirm des Monitors **50m** sichtbar und mittels des Druckers **50d** protokollierbar.

[0041] Die Dachziegel **20** werden also an der linken Seite des Förderbandes **30** aufgelegt, durchlaufen die Prüfkabine **40** und werden auf der rechten Seite des Förderbandes entnommen. Es kann vorgesehen sein, daß die Kamera **40k** auch Lagesensor für die Lage des Dachziegels **20** auf dem Förderband **30** ist. In diesem Fall ist die Bildauswertung erst gestartet, wenn der zu prüfende Dachziegel vollständig im Bild erfaßt ist. Dabei kann vorgesehen sein, daß die Software des Computers das Bild vor der Auswertung in eine zur Auswertung vorgesehene Sollage dreht.

[0042] Es können aber auch zusätzliche Lagesensoren vorgesehen sein zur Feststellung der relativen Lage des Dachziegels **20** auf dem Förderband **30**.

[0043] Der obere Abschnitt der Prüfkabine **40** ist als eine gegen Fremdlicht geschützte Haube ausgebildet, deren Seitenwände, Vorderwand, Rückwand und Oberseite lichtundurchlässig ausgebildet sind. Die Vorderwand und die Rückwand der Prüfkabine **40** sind in dem dargestellten Beispiel als Trägerchassis ausgebildet, auf dem die Prüfkabine sich auf dem Boden abstützt und an dem das Gestell des Förderbandes **30** mit nicht dargestellten Mitteln befestigt ist.

[0044] Das Förderband **30** ist im dargestellten Beispiel mit symmetrischem Überhang zur Prüfkabine **40** angeordnet. Auf diese Weise ist die Prüfkabine **40** ohne zusätzliche Befestigungselemente standsicher ausgebildet. Es kann aber auch vorgesehen sein, daß die Prüfkabine **40** auf dem Boden nicht nur aufsteht, sondern auch fixiert ist, und das Förderband **30** eingangsseitig oder ausgangsseitig mit ungleichem Überhang ausgebildet ist.

[0045] Die Abstände der unteren Ränder der Seitenwände des oberen Abschnitts der Prüfkabine **40** zur

Oberseite des Förderbandes **30** sind so bemessen, daß die auf dem Förderband **30** abgelegten Dachziegel **20** ohne Kollision unter dem oberen Abschnitt der Prüfkabine **40** vorbeigeführt sind.

[0046] Zum verbesserten Schutz gegen Fremdlicht kann vorgesehen sein, daß an den Unterkanten der beiden Seitenwände des oberen Abschnitts der Prüfkabine **40** bewegliche lichtdichte Schürzen angeordnet sind, so daß jeweils der Spalt zwischen der Unterkante der Seitenwand der Prüfkabine **40** und der Oberseite des Förderbandes **30** lichtdicht verschlossen ist.

[0047] Beim Durchlauf eines Dachziegels **20** durch die Prüfkabine **40** wird dieser mit dem von den UV-Lampen **40l** abgestrahlten UV-Licht bestrahlt. Das auf Grund der photokatalytischen Oberflächenbeschichtung des Dachziegels **20** reflektierte Licht wird durch die UV-empfindliche Kamera **40k** in ein digitales Bild gewandelt, aus dem der Computer **50** ein Falschfarbenbild erzeugt. Die Intensität und die Verteilung der einzelnen Bildpunkte ist ein Maß für die Beurteilung der Qualität der photokatalytischen Beschichtung des Dachziegels **20**.

[0048] Es kann vorgesehen sein, daß der Computer **50** mit einer nicht dargestellten Steuerung verbunden ist, welche die Sortierung der Dachziegel **20** in Qualitätsklassen nach dem Verlassen der Prüfkabine **40** steuert, wofür weitere nicht dargestellte Einrichtungen vorgesehen sein können.

[0049] Fig. 2 zeigt nun ein Ausführungsbeispiel der beschriebenen Prüfeinrichtung in perspektivischer Darstellung und Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt der Prüfeinrichtung mit Einblick in die Prüfkabine. Gleiche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0050] Wie in Fig. 3 besonders gut zu sehen ist, sind die UV-Lampen **40l** in diesem Ausführungsbeispiel als stabförmige Lichtquellen ausgebildet, die in zwei Bündeln zu je 3 UV-Lampen **40l** beidseits der Kamera **40k** angeordnet sind. Reflexionsschirme **40r** richten das UV-Licht auf den unterhalb der Kamera **40k** angeordneten zu prüfenden Dachziegel **20**, der in Fig. 3 nicht dargestellt ist. Vorteilhafterweise sind die UV-Lampen **40l** in den Reflektoren **40r** so angeordnet, daß das UV-Licht ungerichtet abgestrahlt wird, wodurch die zu prüfende photokatalytische Oberfläche des Dachziegels **20** gleichmäßig ausgeleuchtet ist. Auf diese Weise ist vermieden, daß die Meßwerte durch ungleichmäßige Ausleuchtung beeinflusst sind und/oder daß Reflexionen an der Oberfläche des Dachziegels **20** ausgebildet sind, die das Meßergebnis stören.

[0051] Die Fig. 4 bis Fig. 6 zeigen nun drei Meßbeispiele für drei Dachziegel, die mit 1 Gewichtseinheit

(Fig. 4), mit 1,5 Gewichtseinheit (Fig. 5) und 2,75 Gewichtseinheit (Fig. 6) einer photokatalytischen Substanz beschichtet sind.

[0052] Dadurch sind auf den drei Dachziegeln photokatalytische Oberflächen mit unterschiedlicher Dicke ausgebildet.

[0053] In den Fig. 4 bis Fig. 6 ist in dreidimensionaler Darstellung in der Koordinate *i* die Intensität des zurückgestrahlten UV-Lichts über der durch die Koordinaten *x* und *y* erstreckten Oberfläche des geprüften Dachziegels dargestellt. Die Intensität des zurückgestrahlten UV-Lichts wurde jeweils für unterschiedliche Wellenlängen des als Wellenlängengemisch ausgebildeten UV-Lichtes ermittelt. In den Fig. 4 bis Fig. 6 sind drei Intensitäten **60a**, **60b** und **60c** als Funktion der Koordinaten (*x*, *y*) mit unterschiedlichen Graustufen dargestellt.

[0054] Wie im Vergleich der Fig. 4 bis Fig. 6 gut zu erkennen ist, steigt der Betrag der Intensitäten **60a**, **60b**, **60c** mit zunehmender Dicke der photokatalytischen Beschichtung an, wobei die Intensitäten **60a**, **60b**, **60c** mit unterschiedlichem Amplitudenverlauf ausgebildet und/oder verteilt sind. Es kann vorgesehen sein, die Intensitätsverteilung mit der eines als „gut“ befundenen Vergleichsziegels zu vergleichen. Ein solcher Vergleich kann Teil einer Prüf-Software sein. Bei der Prüfung können bestimmte Referenzpunkte oder Referenzflächen verglichen werden, d. h. nicht grundsätzlich jeweils das gesamte Bild.

[0055] Auf diese Weise kann das Verhalten eines menschlichen Prüfers nachgebildet sein, der Dachziegel mit lokalen Fehlstellen zu erkennen vermag. Mit der erfindungsgemäßen Anordnung und mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann eine rasche und sichere Prüfung der photokatalytischen Aktivität von Oberflächen ausgeführt werden. Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf Dachziegel beschränkt. Vielmehr können beliebige beschichtete Oberflächen auf diese Weise geprüft werden.

Bezugszeichenliste

10	Meßeinrichtung
20	Prüfling
30	Förderband
30r	Rolle
40	Meßkabine
40k	elektronische Kamera
40l	UV-Lampe
50	Computer
50d	Drucker
50m	Monitor
60a	Intensität
60b	Intensität

60c	Intensität
i	Intensität-Koordinate
x	x-Koordinate
y	y-Koordinate

Patentansprüche

1. Verfahren zur berührungslosen und/oder zur zerstörungsfreien Prüfung einer photokatalytischen Oberflächenbeschichtung eines Bauelements, im folgenden Prüfling (**20**) genannt,

wobei das Verfahren so ausgebildet ist,

a) daß mehrere Prüflinge (**20**) auf einem eine Prüfkammer durchlaufendem Transportband (**30**) hintereinander abgelegt werden,

b) daß an den Prüflingen beim Durchlaufen der Prüfkammer die Schichtdicke der photokatalytischen Oberflächenbeschichtung ermittelt wird,

indem in der Prüfkammer die photokatalytische Oberfläche des Prüflings (**20**) bestrahlt und/oder beschallt wird, und die von der photokatalytischen Oberfläche des Prüflings (**20**) reflektierte Strahlung durch eine Bilderfassungseinrichtung in Bildpunkte zerlegt wird und als digitales Bild ausgegeben wird, wobei das von der Bilderfassungseinrichtung erfaßte Bild als Graustufenbild oder als Falschfarbenbild ausgebildet wird,

c) daß die ermittelte Schichtdicke sodann mit einem Sollmaß einer Schichtdicke verglichen wird, indem das digitale Bild in einem Computer (**50**) ausgewertet wird, wobei für mindestens eine charakteristische Wellenlänge der Strahlung und/oder Beschallung ein bildpunktweiser Soll-Ist-Vergleich der Intensitätsverteilung als Funktion der Koordinaten *x* und *y* der von der photokatalytischen Oberfläche des Prüflings (**20**) reflektierten Strahlung mit einer Referenz-Intensitätsverteilung vorgenommen wird,

d) daß die Prüflinge auf Basis dieses Ergebnisses sodann über eine mit dem Computer verbundene Sortiereinrichtung sortiert werden,

indem fehlerhafte Prüflinge aussortiert werden und/oder die Prüflinge nach Qualitätsklassen gruppiert werden und/oder eine akustische und/oder optische Signalisierung und/oder Markierung der Prüflinge erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Prüfling (**20**) mit UV-Licht bestrahlt wird und das vom Prüfling zurückgestrahlte Licht mit einer elektronischen Kamera (**40k**) erfaßt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestrahlung mit UV-Licht in einer gegen Fremdlicht abgeschirmten Prüfkammer (**40**) erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenlängenbereich des UV-Lichtes von 280 nm bis 380 nm ausgebildet ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenlängenbereich des UV-Lichts von 315 nm bis 380 nm ausgebildet ist.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die relative Lage des Prüflings (20) auf dem Transportband (30) mit Lagesensoren bestimmt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die relative Lage des Prüflings (20) auf dem Transportband (30) mit der Kamera (40k) durch Bildauswertung im Computer (50) bestimmt wird.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bestrahlungs- und/oder Beschallungsquelle eingesetzt wird, die als Lichtquelle, als Röntgenquelle oder als Ultraschall-Beschallungsquelle ausgebildet ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die eingesetzte Lichtquelle als UV-Quelle ausgebildet ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die eingesetzte UV-Lichtquelle (40l) als schmalbandige UV-Lichtquelle ausgebildet ist.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die eingesetzte Bilderfassungseinrichtung als Kamera (40k) mit selektiv empfindlichen UV-Filtern und/oder UV-Sensoren ausgebildet ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die eingesetzte Kamera als elektronische Kamera (40k) ausgebildet ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bilderfassungseinrichtung als Kamera (40k) mit mindestens einem zeilenförmigen Bild-Sensor ausgebildet ist.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die eingesetzte Bilderfassungseinrichtung als Kamera (40k) mit mindestens einem matrixförmigen Bild-Sensor ausgebildet ist.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Sensoren zur Bestimmung der relativen Lage des Prüflings (20) auf dem Transportband (30) angeordnet sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

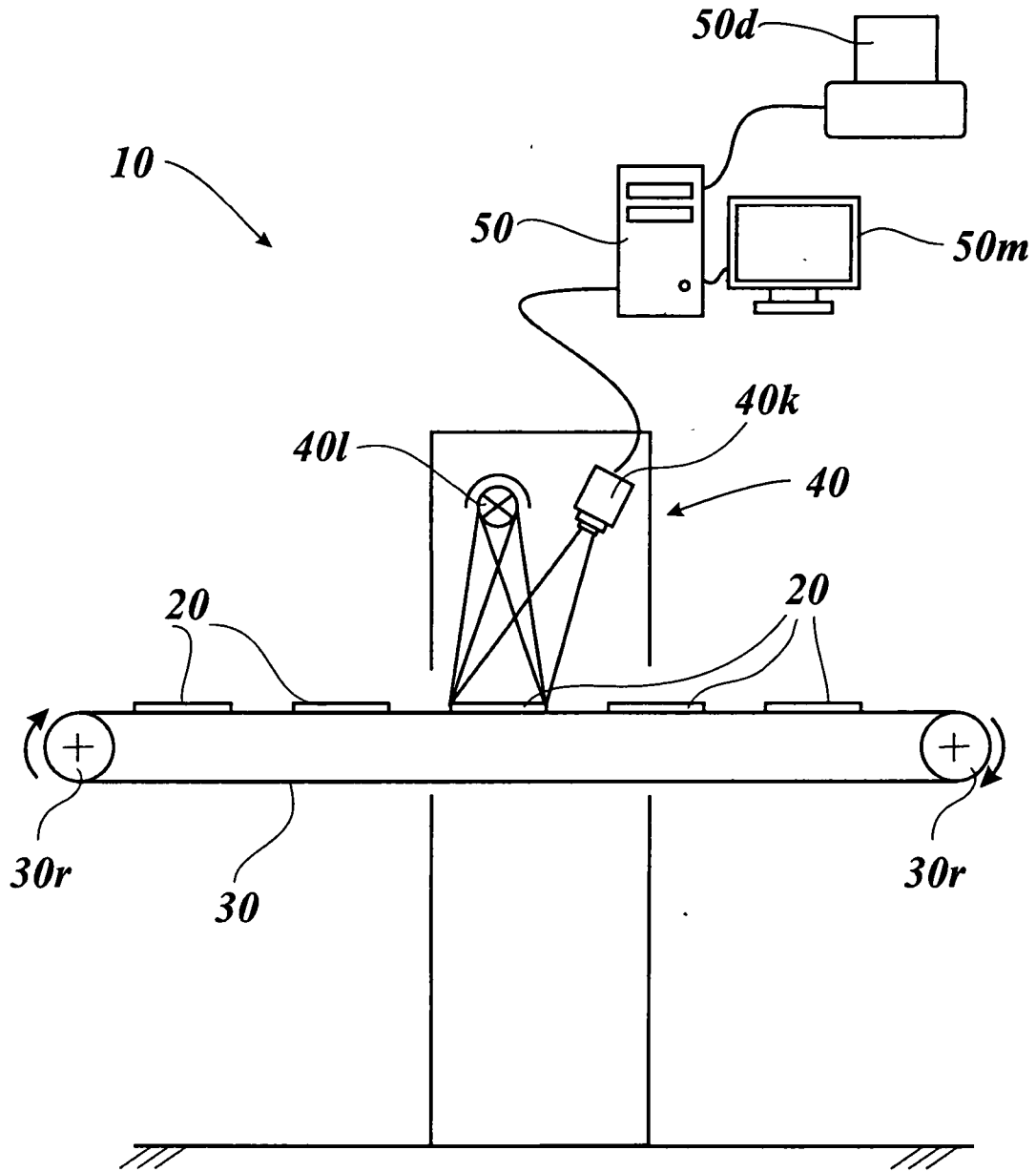


Fig. 1

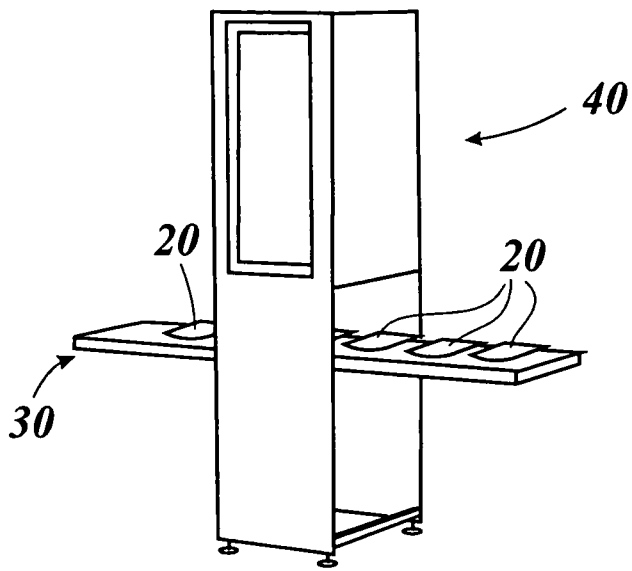


Fig. 2

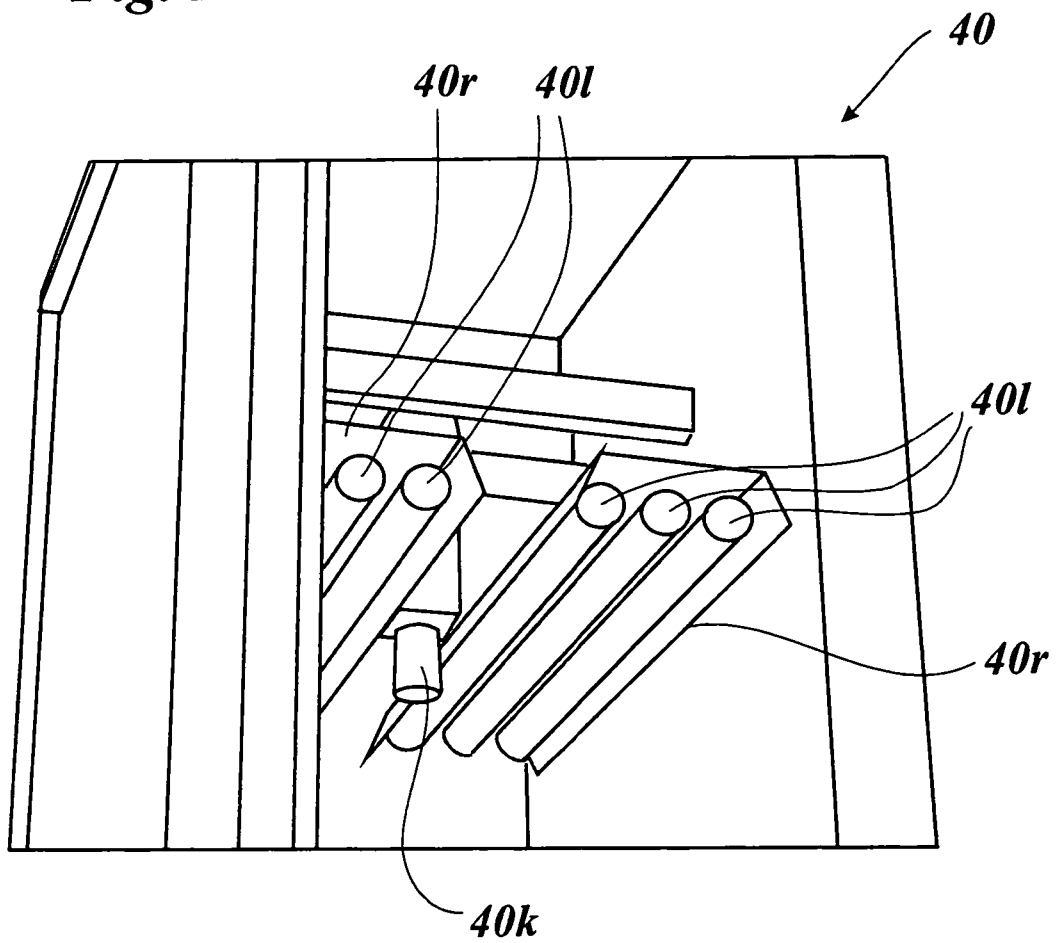


Fig. 3

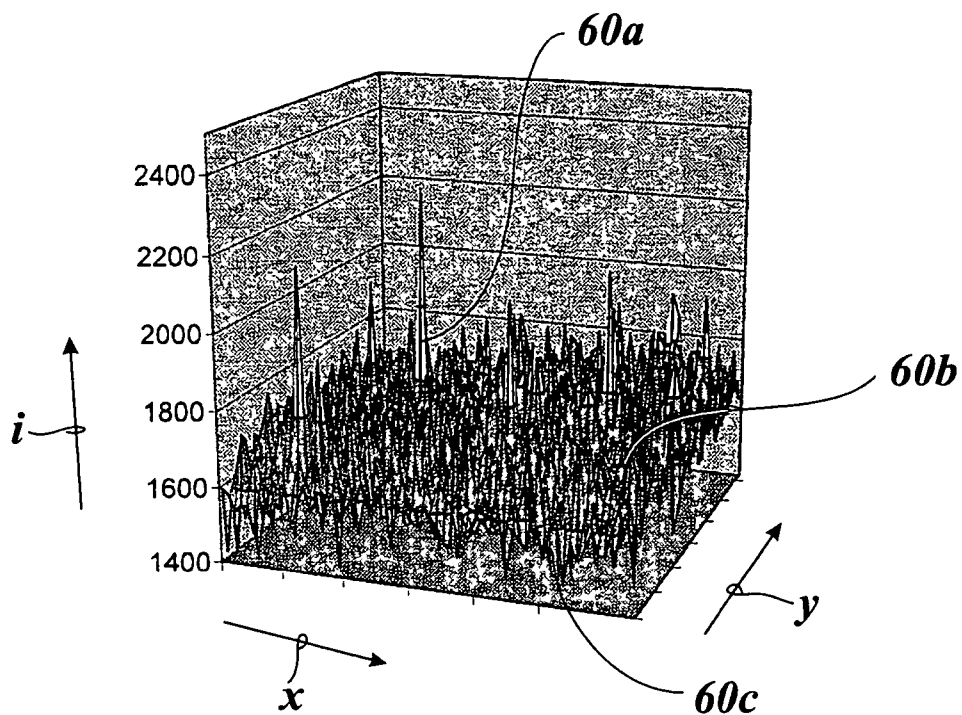


Fig. 4

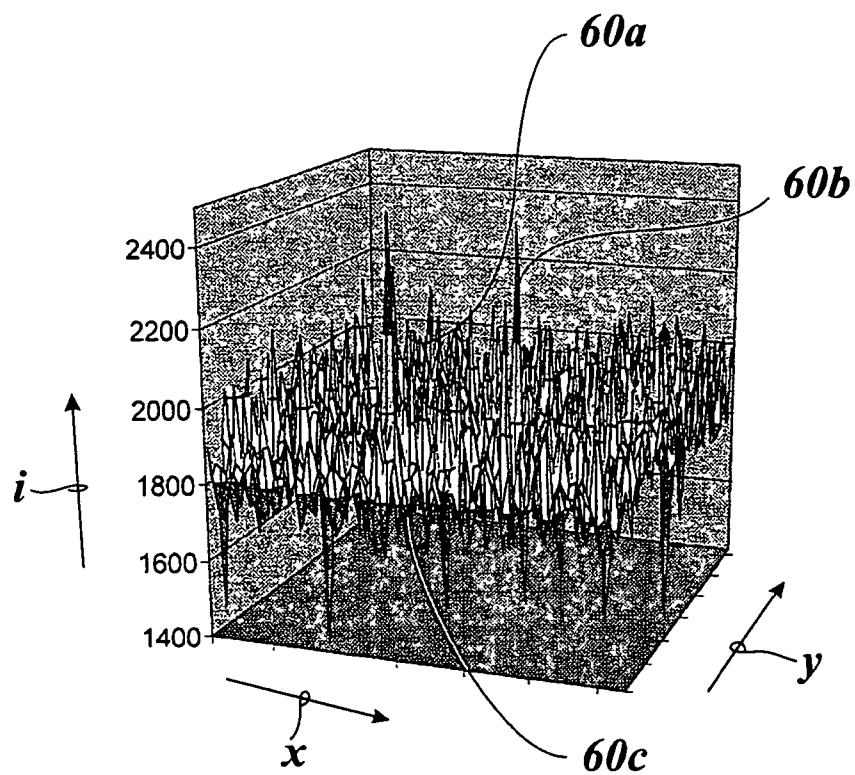


Fig. 5

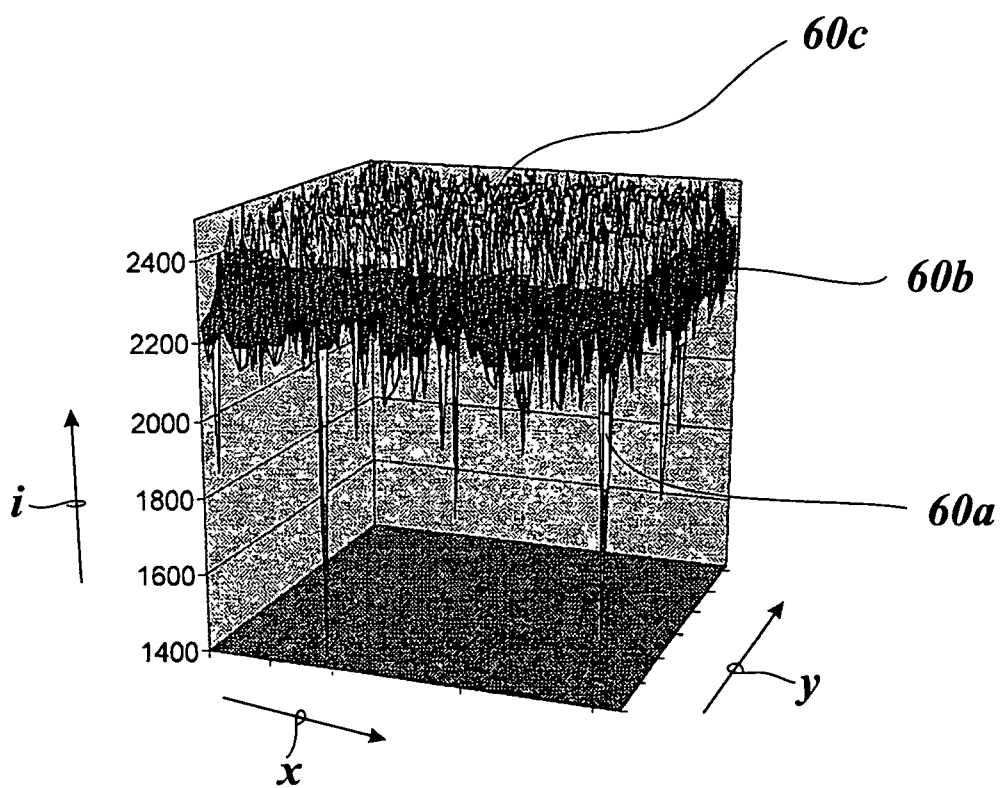


Fig. 6