

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Februar 2003 (27.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/016819 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01B 11/25**,
11/30, G01N 21/88

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BLONDEAU, Jean**
[DE/DE]; Raiffeisenstr. 4, 74889 Sinsheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/09402

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. August 2001 (14.08.2001)

(74) Anwalt: **WEIGELT, Udo**; Grünecker, Kinkeldey,
Stockmair & Schwanhäusser, Maximilianstr. 58, 80538
München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

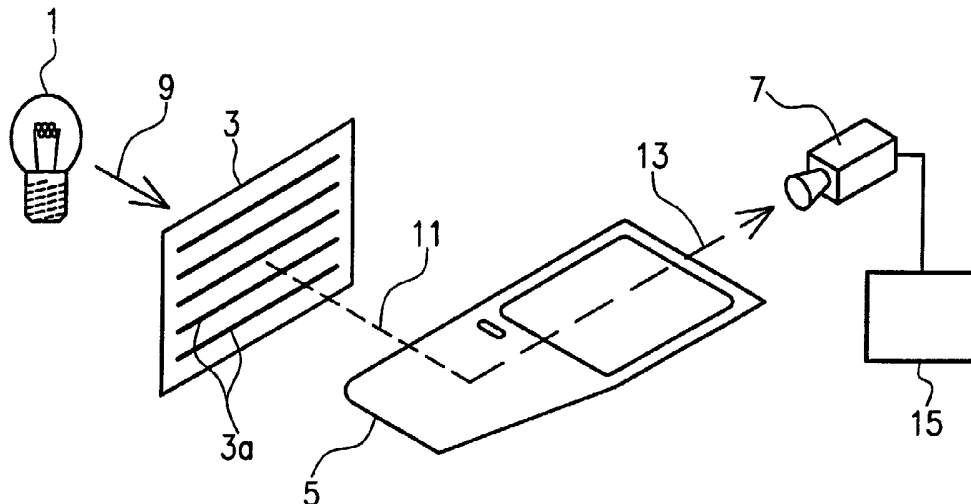
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **METRONOM GMBH INDUSTRIAL MEASUREMENT** [DE/DE]; Hauptstrasse 17-18, 55120
Mainz-Mombach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR MEASURING SURFACE STRUCTURES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VERMESSUNG VON OBERFLÄCHENSTRUKTUREN



(57) Abstract: The invention relates to a method for recognising long wave length surface structures of flat test samples. According to the invention, a sample of infrared light is beamed at the test sample, the infrared light sample reflected by the test sample is photographed by an infrared camera and is analysed in order to identify the surface structure. The invention also relates to a corresponding device.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von langwelligen Oberflächenstrukturen flächiger Prüflinge bei welchem erfindungsgemäss ein Muster infraroten Lichtes auf den Prüfling gestrahlt wird, das von dem Prüfling reflektierte infrarote Lichtmuster mit einer Infrarotkamera aufgenommen und zur Feststellung der oberflächenstruktur analysiert wird, und eine entsprechende Vorrichtung.



WO 03/016819 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

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

Verfahren zur Vermessung von Oberflächenstrukturen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Vermessung von langwelligigen Oberflächenstrukturen auf flächigen Bauteilen.

Dabei bedeutet "langwellig" eine Größenordnung, die über die Rauigkeit des Materials hinausgeht, wie z.B. bei Beulen, Dellen und Welligkeit.

Bei der Fertigung flächiger Bauteile, z.B. Karosseriebauteilen, entsteht oftmals die Notwendigkeit, diese vor einer Weiterverarbeitung zu überprüfen. Dabei sollen langwellige Oberflächenstrukturen, wie Beulen, Dellen oder Welligkeiten detektiert und vermessen werden. So sollen z.B. beim Karosseriebau entsprechende Blechteile nach der Formung geprüft werden, bevor sie lackiert bzw. eingebaut werden. Dabei soll z.B. festgestellt werden, ob eine gewünschte Oberflächenqualität erreicht worden ist, oder ob eine unerwünschte Oberflächenqualität vorliegt.

Andererseits kann bei der Entwicklung einer neuen Formtechnik oder eines neuen Formwerkzeuges mit Hilfe eines entsprechenden Überprüfungsverfahrens die Genauigkeit der mit der neuen Technik bzw. dem neuen Werkzeug hergestellten Teile überprüft werden.

Es ist dabei seit längerem bekannt, die Prüflinge mit Strukturen im sichtbaren Spektralbereich zu beleuchten und das Bild des Prüflings zu analysieren. Dazu können entsprechende Bildanalyse- und Messverfahren, wie Gray-Code- oder Phasenshift-Verfahren eingesetzt werden, um die lateralen Ausmaße bzw. die Tiefe entsprechender Oberflächenstrukturen zu analysieren.

Bei den genannten Verfahren sind lange Mess- und Auswertezeiten nötig, die bis zu einer halben bis einer Minute dauern können.

Bei vielen Produktionsprozessen ist ein solcher Zeitraum bereits ein signifikanter Verzögerungsfaktor. Z.B. bei der modernen Karosserieteil-Serienproduktion würde

eine individuelle Überprüfung der einzelnen Bauteile, die jeweils eine solche Zeit in Anspruch nimmt, die Serienproduktion in unerwünschter Weise verlängern.

Werden andererseits die Messzeiten auf ein erträgliches Maß reduziert, so erhält man nur eine qualitative Auswertung oder eine ungenaue Auflösung. Informationen über die genauen Maße und Tiefen von Oberflächenstrukturen können so nicht mehr erhalten werden.

Eine bessere Auflösung und kürzere Messzeiten werden erreicht, wenn man den Prüfling mit einem Beleuchtungsmuster bestrahlt und das reflektierte Licht aufnimmt und analysiert. Dabei wird die Veränderung des Beleuchtungsmusters durch die Reflexion herangezogen, um die Oberflächenstrukturen zu vermessen.

Um ein solches Verfahren mit ausreichender Genauigkeit anwenden zu können, muss ausreichende spiegelnde Reflexion vorliegen, so dass spiegelnde Oberflächen notwendig sind. Z.B. bei der Metallverarbeitung, wie dem Karosseriebau, müssen jedoch auch matte Oberflächen analysiert werden können. So wäre es z.B. wünschenswert, ein Metallteil direkt nach dem Formen auf seine Genauigkeit zu überprüfen. Um dies Reflexionsverfahren dennoch anwenden zu können, werden daher heutzutage die matten Oberflächen eingeölt, lackiert oder mit Aufhellern bearbeitet, um ausreichend glatte Oberflächen zu erzeugen, die zur spiegelnden Reflexion sichtbaren Lichtes geeignet sind.

Das Bauteil muss also vor der Überprüfung vorbehandelt, lackiert bzw. geölt werden und nach der Überprüfung gegebenenfalls wieder gereinigt werden, was wiederum eine Verzögerung bedeutet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit deren Hilfe Oberflächenstrukturen bei kurzer Messzeit und genauer Auflösung detektiert werden können.

Die Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 und einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 11 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der flächige Prüfling mit einem Muster infraroten Lichtes bestrahlt. Das direkt reflektierte Infrarotlicht wird mit einer Infrarotkamera aufgenommen und das reflektierte Muster zur Feststellung der Oberflächenstruktur analysiert.

Bei typischerweise auftretenden Oberflächenrauigkeiten, z.B. bei der Verarbeitung von Metall ohne weitere Oberflächenbehandlung, wird sichtbares Licht diffus reflektiert, d.h. die Oberflächen sind nicht spiegelnd. Von der größeren Wellenlänge infraroten Lichtes werden jedoch die typischen Oberflächenrauigkeiten, die im sichtbaren Bereich zu matten Oberflächen führen, in der Regel nicht aufgelöst, so dass die Oberfläche im Infraroten spiegelnd reflektiert.

Durch das Bestrahlen mit einem infraroten Lichtmuster und dessen Auswertung kann also die spiegelnde Reflexion des Lichtmusters im Infrarotbereich direkt zur Analyse eingesetzt werden. Es ist keine Oberflächenbehandlung einer rauen Oberfläche mehr notwendig. Der Überprüfungsvorgang wird dadurch signifikant verkürzt und kann auch in Prozessen eingesetzt werden, in denen nur einige Sekunden für die Überprüfung eines flächigen Bauteiles zur Verfügung stehen, ohne dass die Auflösung und Genauigkeit beschränkt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat eine Auflösung von wenigen Mikrometern bei Meß- und Auswertezeiten von wenigen Sekunden und es ist ohne Einsatz von Aufhellern, Lackieren oder Einölen anwendbar.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung stellt dazu eine Infrarotlichtquelle zur Verfügung, die ein definiertes Lichtmuster aussendet, das auf den Prüfling gerichtet werden kann. Eine Infrarotkamera ist vorgesehen, mit deren Hilfe das vom Prüfling reflektierte Lichtmuster aufgenommen werden und einer Analyseeinheit zugeleitet werden kann.

Das Signal kann entweder direkt ausgewertet oder mit dem eingestrahlten Lichtmuster verglichen werden. Z. B. wird das reflektierte Lichtmuster mit einem vorher

bestimmten Referenzmuster für eine ideale Oberfläche verglichen, um so aus der Veränderung des Lichtmusters die Oberflächenstruktur der Oberfläche zu bestimmen. Bei bekanntem eingestrahlt Lichtmuster kann so auf sehr leichte Art und Weise die Oberflächenstruktur direkt vermessen werden.

Es können verschiedene infrarote Lichtmuster eingesetzt werden. Vorteilhaft für die spätere Analyse ist jedoch ein strichförmiges Lichtmuster. Ein solches strichförmiges Lichtmuster dient zur Analyse von nur einem Bereich des Prüflings, so dass die genaue Lage einer eventuell auftretenden Oberflächenstruktur leicht festgestellt werden kann.

Ein solches strichförmiges Lichtmuster kann z.B. senkrecht zu der Ausdehnung des Striches über den gesamten Prüfling gerastert werden, um den gesamten Prüfling zu testen. Um eine schnellere, parallele Messung zu ermöglichen, wird ein gitterförmiges Streifenmuster auf den Prüfling gestrahlt und mit der Infrarotkamera aufgenommen. Durch Auswertung der einzelnen reflektierten Strichmuster wird in einem parallelen Prozess direkt der gesamte Prüfling analysiert.

Das Lichtmuster kann einfacherweise mit Hilfe einer Infrarotlampe und einer entsprechend geformten Blende erzeugt werden.

Im Fall eines strichförmigen Lichtmusters ist es möglich, einen Glühdraht einzusetzen, der infrarotes Licht in der gewünschten Form aussendet. Bei einem streifengitterförmigen Lichtmuster kann eine entsprechend gitterförmig angeordnete Glühdrahtanordnung verwendet werden. Der Einsatz entsprechender Glühdrahtanordnungen machen die Verwendung einer Blende unnötig, deren möglicherweise ungenaue Ausrichtung die Messgenauigkeit begrenzen könnte.

Das von der Infrarotkamera aufgenommene Licht kann mit verschiedenen Verfahren ausgewertet werden. Z.B. kann mit Hilfe einer Umwandlungseinrichtung in ein sichtbares Lichtmuster umgewandelt werden und z.B. auf einem Bildschirm dargestellt werden.

Besonders einfach und vorteilhaft ist jedoch eine Fourier-Analyse eines reflektierten Streifenmusters. Die Auswertung von Fourier-Spektren kann mit bekannten Verfahren direkt zur Bestimmung der Maße der einzelnen Oberflächenstrukturen benutzt werden. So lassen sich Tiefe und Ausdehnung der einzelnen Oberflächenstrukturen und deren ggf. vorhandene Perioden leicht und schnell feststellen.

Für großflächige Prüflinge, die nicht im Aufnahmebereich eines Bildes der Infrarotkamera erfasst werden können, kann vorteilhafterweise eine bewegliche Lagerung der Infrarotkamera vorgesehen sein, um den gesamten Prüfling untersuchen zu können. Andererseits kann auch die Infrarotlichtquelle beweglich vorgesehen sein, um den Prüfling überstreichen zu können. Andererseits kann auch der Prüfling beweglich aufgenommen werden und durch das Lichtmuster bewegt werden.

Im Folgenden wird anhand der Figuren ein Ausführungsbeispiel der Erfindung detailliert erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung,
- Fig. 2 einen schematischen Aufbau einer weiteren Ausführungsform, und
- Fig. 3 ein Beispiel einer möglichen Auswertung des reflektierten Bildes.

Fig. 1 zeigt eine Infrarotlampe 1. Das von dieser Lampe ausgestrahlte Licht 9 wird durch eine streifengitterförmige Blende 3 mit streifenförmigen Öffnungen 3a gestrahlt. Das so mit einem Muster behaftete Licht 11 trifft auf den Prüfling 5 mit in der Regel matter Oberfläche. Im Beispiel ist ein Autotürrohling nach dem Blechpressen gezeigt. Das von diesem Prüfling 5 spiegelnd reflektierte infrarote Licht wird von der Infrarotkamera 7 aufgenommen, dessen Ausgangssignal an die Analyseeinrichtung 15, z.B. eine Datenverarbeitungsanlage, gegeben wird.

Die Analyseeinheit 15 umfasst einen Speicher, in dem entsprechende Referenzdaten abgelegt sind, die bei der Untersuchung eines idealen Prüflings erwartet werden.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform, in der die Infrarotlampe 1 und die Streifengitterblende 3 durch eine Anordnung 30 paralleler Glühdrähte 30a ersetzt ist. Die Glühdrähte 30a werden dabei von der Stromquelle 30b gespeist.

Fig. 3 zeigt im linken Teil ein typisches Reflexionsmuster, das mit einer erfindungsgemäßen Anordnung hergestellt wird und von der Infrarotkamera 7 ausgegeben wird. Im rechten Teil der Fig. 3 ist ein daraus ermitteltes Fourier-Spektrum gezeigt, das zur Analyse der Oberflächenstrukturen eingesetzt wird. Aufgetragen ist die Intensität gegen die räumliche Frequenz f .

Eine erfindungsgemäße Anordnung kann z.B. direkt im Anschluss an eine Presse bei der Karosserieherstellung angeordnet sein, um die gepressten Teile direkt auf ihre Genauigkeit zu überprüfen.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird mit einer Anordnung gemäß der ersten Ausführungsform wie folgt durchgeführt:

Der Prüfling 5, z.B. ein Karosserieteil, wird dem infraroten Lichtstreifenmuster ausgesetzt, das von der infraroten Lampe 1 in Verbindung mit der streifengitterförmigen Blende 3 erzeugt wird. Der unbehandelte Prüfling hat in der Regel eine matte Oberfläche, die sichtbares Licht diffus reflektiert.

Infrarotes Licht hat eine Wellenlänge im Mikrometerbereich, also größer als die typische Oberflächenrauigkeit der Prüflinge, so dass das eingestrahlte infrarote Lichtmuster spiegelnd reflektiert wird. Das spiegelnd reflektierte infrarote Lichtmuster wird mit Hilfe der Infrarotkamera 7 aufgenommen. Durch die Reflexion an dem Prüfling verändert sich das streifenförmige infrarote Lichtmuster und es entsteht z.B. ein Muster wie es im linken Teil der Fig. 3 sichtbar ist. Die Form des reflektierten Musters hängt direkt von der Oberflächenform des Prüflings ab. Beulen, Dellen oder Welligkeiten spiegeln sich in entsprechend verzerrten Linien wider.

Das Ausgangssignal der Infrarotkamera wird an die Analyseeinrichtung 15 geleitet. Dort können alle möglichen Analyse- und Messverfahren angewendet werden. Dort wird z.B. das verzerrte infrarote Lichtmuster oder die Differenz des verzerrten Musters und eines Referenzmusters wie bei einer Falschfarbenkamera auf einem Bildschirm dargestellt, wobei den verschiedenen Infrarotfrequenzen entsprechende sichtbaren Frequenzen zugeordnet worden sind.

Zur schnellen Analyse, wie sie z.B. in Produktionsprozessen bei der Karosserieherstellung notwendig ist, werden die einzelnen Streifen des verzerrten reflektierten infraroten Lichtmusters z. B. einer Fourier-Analyse unterzogen. Dazu wird entweder ein Referenzmuster, das für eine ideale Oberflächen erwartet wird, von dem verzerrten Muster abgezogen und die Differenz der Fourier-Analyse unterzogen. Alternativ kann zuerst eine Fourier-Analyse des verzerrten Musters vorgenommen werden, wobei ein Fourierspektrum ähnlich dem im rechten Teil der Fig. 3 gezeigten entsteht, und von diesem dann das Fourier-Spektrum eines Referenzmusters abgezogen werden.

Zur absoluten Vermessung wird kein Referenzmuster bzw. Referenzspektrum abgezogen.

Mit bekannten Bildanalyseverfahren lässt sich daraus jeweils die Oberflächenstruktur des Prüflinges direkt bestimmen. Im Speziellen lassen sich die Perioden von langwelligeren Oberflächenstrukturen, die Tiefe von Oberflächenstrukturen und deren laterale Ausdehnung aus den Fourier-Spektren in bekannter Weise sehr genau bestimmen.

Die Auswerteeinheit 15 kann auch so eingerichtet sein, dass ein Signal ausgegeben wird, wenn ein Schwellwert der Intensität im Fourierspektrum überschritten wird, oder wenn eine Struktur im Fourierspektrum vorliegt, die auf eine unerwünschte Oberflächenstruktur hinweist.

Die Dimensionen der streifenförmigen Blende 3 richten sich nach dem Bereich des Prüflings, dessen Oberflächenstruktur untersucht werden soll. Die Anzahl der streifenförmigen Öffnungen in der streifengitterförmigen Blende 3 richtet sich nach der gewünschten Auflösung. Je kleiner der Abstand zwischen zwei Streifen ist, desto größer ist die Auflösung von Oberflächenstrukturen in einer Richtung senkrecht zu der Ausdehnung der Streifen.

Ist der Prüfling größer als der von dem Lichtmuster bestrahlte Bereich, so wird dieser durch das Lichtmuster bewegt und das reflektierte Lichtmuster zeitabhängig aufgenommen und analysiert. Alternativ kann die Infrarotlampe 1 und/oder das Streifengitter 3 entsprechend zur Beleuchtung verschiedener Bereiche des Prüflings bewegt werden. Auch dann erfolgt die Aufnahme durch die Kamera 7 und die Analyse durch die Analyseeinrichtung 15 zeitabhängig.

Bei beweglicher Lagerung der Infrarotkamera 7 ist es möglich, dass diese auch Prüflinge 5 untersucht, deren Ausmaße größer sind als der von der Kamera 7 erfassbare Bildbereich.

Mit der zweiten Ausführungsform, die in Fig. 2 gezeigt ist, wird das Verfahren in analoger Weise durchgeführt. Dabei ist die streifenförmige Blende 3 und die Infrarotlampe 1 durch die streifenförmige Anordnung 30 von Glühdrähten 30a ersetzt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann alleine oder in Kombination mit anderen Verfahren zur Oberflächenuntersuchung angewendet werden.

Durch den Einsatz eines infraroten Lichtmusters können auch matte Oberflächen, wie sie z.B. typischerweise bei der Metallverarbeitung im Karosseriebau vorkommen, mit dem sehr genauen Verfahren der Analyse eines spiegelnd reflektierten Lichtmusters untersucht werden.

Es ist keine Vorbehandlung der Oberflächen mehr notwendig, so dass eine signifikante Zeiteinsparung und Erhöhung der Genauigkeit erreicht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung von Oberflächenstrukturen auf einem flächigen Prüfling (5), bei welchem ein Muster infraroten Lichtes (11) auf den Prüfling (5) gestrahlt wird, das von dem Prüfling reflektierte Infrarotlichtmuster (13) mit einer Infrarotkamera (7) aufgenommen wird und das Lichtmuster nach der Reflexion zur Feststellung von Oberflächenstrukturen auf dem Prüfling (5) analysiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, in welchem zur Auswertung des Lichtmusters ein Vergleich des reflektierten Lichtmusters (13) mit einem Referenzmuster vorgenommen wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, in welchem ein strichförmiges Lichtmuster infraroten Lichtes (11) auf den Prüfling (5) gestrahlt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, in welchem das strichförmige Lichtmuster infraroten Lichtes eine parallele Anordnung mehrerer Striche infraroten Lichtes in Form eines Streifengitters umfasst.
5. Verfahren nach Anspruch 3, in welchem das strichförmige infrarote Lichtmuster mit Hilfe eines Glühdrahtes erzeugt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, in welchem die parallele Anordnung der strichförmigen infraroten Lichtmuster (11) mit Hilfe einer streifengitterförmigen Glühdrahtanordnung (30) erzeugt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, in welchem das infrarote Lichtmuster mit Hilfe einer Infrarotlampe (1) und einer entsprechend geformten, zwischen der Infrarotlampe (1) und dem Prüfling (5) angeordneten Blende (3) erzeugt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, in welchem die Blende (3) parallele strichförmige Öffnungen (3a) in Form eines Streifengitters aufweist.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, in welchem das von der Infrarotkamera (7) ausgegebene Signal Fourier-analysiert wird.
10. Verwendung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Analyse von Oberflächenstrukturen von Metallteilen, insbesondere Karosseriebauteilen.
11. Vorrichtung zur Vermessung von langwelligen Oberflächenstrukturen flächiger Prüflinge (5) mit einer Infrarotlichtquelle (1, 3, 30), die ein definiertes Lichtmuster aussendet und auf einen Prüfling (5) gerichtet werden kann, einer Infrarotkamera (7), mit der das von dem Prüfling (5) reflektierte Licht (13) aufgenommen werden kann und einer Analyseeinheit (15) zur Analyse des von der Infrarotkamera (7) aufgenommenen Bildes.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, in welcher die Infrarotlichtquelle zur Erzeugung eines definierten infraroten Lichtmusters eine Infrarotlampe (1) und eine entsprechend geformte Blende (3) zwischen der Infrarotlampe (1) und dem Prüfling (5) umfasst.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11, in welcher die Infrarotlichtquelle zur Erzeugung eines definierten Lichtmusters einen entsprechend geformten Glühdraht umfasst.
14. Vorrichtung nach Anspruch 11, in welcher die Infrarotlichtquelle zur Erzeugung eines definierten Lichtmusters eine parallele Anordnung (30) von Glühdrähten (30a) umfasst.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, in welcher die Analyseeinrichtung (15) eine Umwandlungseinheit von infrarotem Licht in ein sichtbares Muster umfasst.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, in welcher die Analyseeinrichtung (15) eine Einrichtung zur Durchführung einer Fourier-Analyse umfasst.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, in welcher die Analyseeinrichtung (15) eine Speichereinheit zur Ablage von Referenzdaten umfasst.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, in welcher die Infrarotkamera (7) beweglich gelagert ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, in welcher die Infrarotlichtquelle (1, 3, 30) beweglich gelagert ist.

1/1

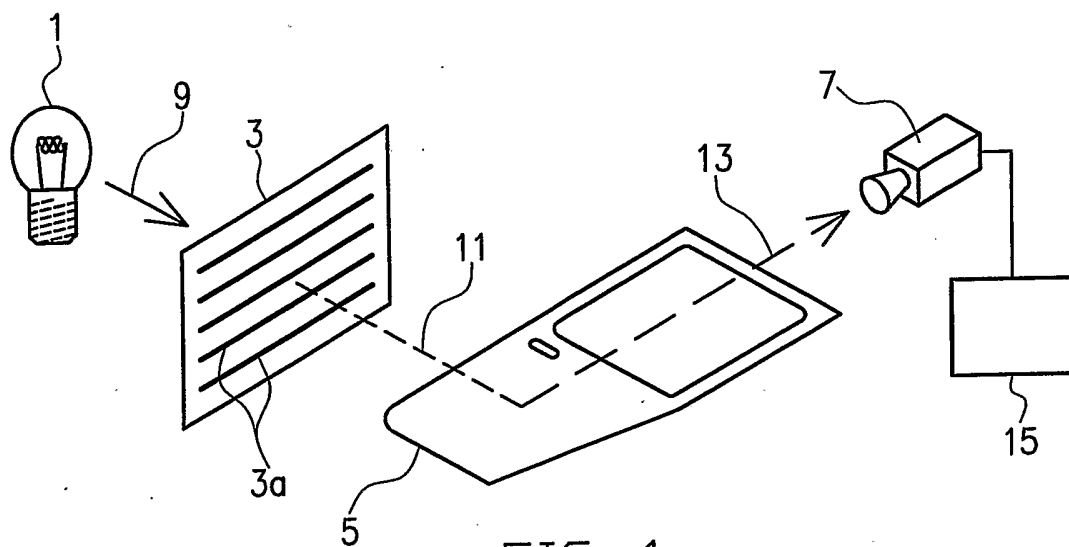


FIG. 1

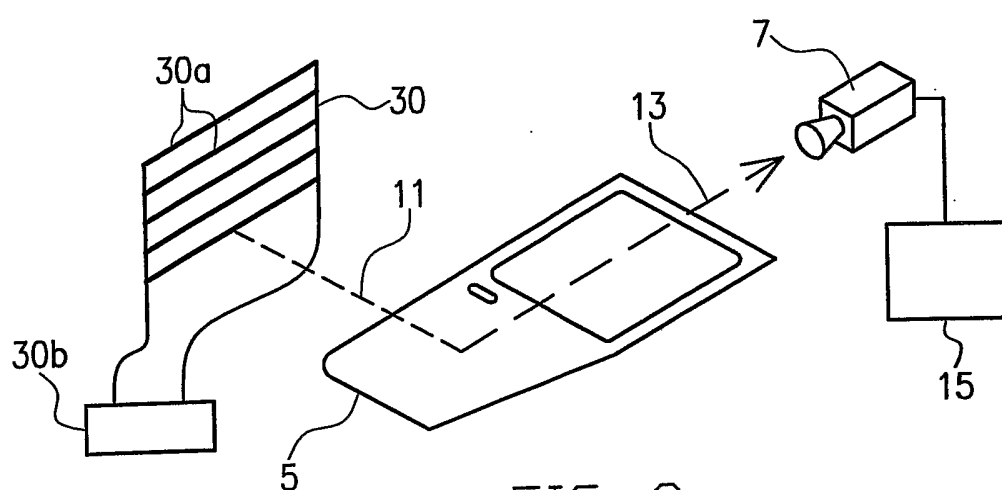


FIG. 2

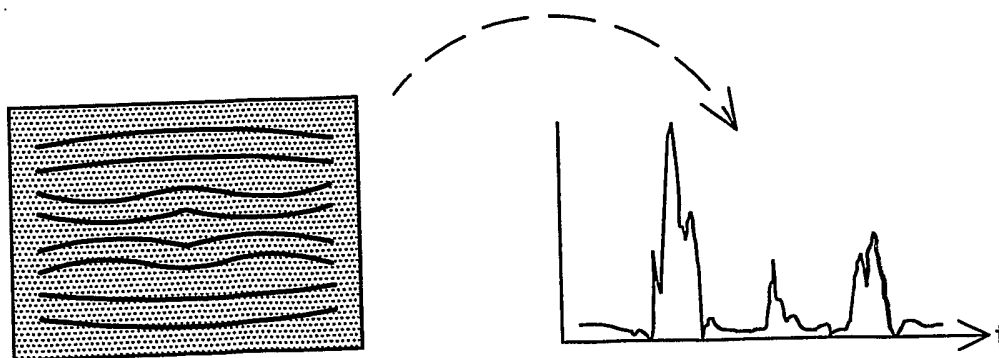


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 01/09402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01B11/25 G01B11/30 G01N21/88

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01B G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 239 436 B1 (CZUBKO MYRON ET AL) 29 May 2001 (2001-05-29) column 4, line 56 -column 8, line 9; figures 2-8 ---	1-19
X	US 4 863 268 A (REYNOLDS RODGER L ET AL) 5 September 1989 (1989-09-05) column 11, line 47-58 column 14, line 8-21 column 21, line 38-48; claim 1; figures 7,8A ---	1-4,7,8, 10-12, 15,17-19
X	DE 197 51 399 A (HAUCK RICHARD DR) 27 May 1999 (1999-05-27) column 1, line 61 -column 2, line 35; figure 1 --- -/--	1,3,4, 7-12,15, 16,18,19



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 March 2002

Date of mailing of the international search report

02/04/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beyfuß, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 01/09402

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96 09518 A (AMCOR LTD ;ALLEN RUSSELL JOHN (AU); REICH MICHAEL (AU); GOMEZ KEN) 28 March 1996 (1996-03-28) abstract; figure 1 ---	1,3,4, 7-9,11, 12,15, 16,18,19
X	WO 00 14478 A (RIEGEL THOMAS ;SIEMENS AG (DE)) 16 March 2000 (2000-03-16) page 8, line 24 -page 10, line 4; figure 1 ---	1,3,4,7, 8,11,12, 15,18,19
X	US 5 424 836 A (RUBBERT RUDGER ET AL) 13 June 1995 (1995-06-13) column 13, line 15-62; figure 2 ---	1,3,4,7, 8,11,12, 15,18,19
E	DE 100 06 663 A (METRONOM INDVERMESSUNG GMBH) 23 August 2001 (2001-08-23) the whole document -----	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 01/09402

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6239436	B1	29-05-2001	CA 2252552 A1 EP 0895590 A1 WO 9740367 A1	30-10-1997 10-02-1999 30-10-1997
US 4863268	A	05-09-1989	US 4629319 A US 5074661 A US 5206700 A CA 1241721 A1 DE 3587482 D1 DE 3587482 T2 EP 0174939 A1 IT 1212193 B JP 6001249 B JP 61502009 T WO 8503776 A1 US 4907888 A US 4920385 A AT 90455 T CA 1273224 A1 DE 3688547 D1 DE 3688547 T2 EP 0216923 A1 JP 7065972 B JP 62502358 T WO 8605588 A1	16-12-1986 24-12-1991 27-04-1993 06-09-1988 02-09-1993 04-11-1993 26-03-1986 22-11-1989 05-01-1994 11-09-1986 29-08-1985 13-03-1990 24-04-1990 15-06-1993 28-08-1990 15-07-1993 23-09-1993 08-04-1987 19-07-1995 10-09-1987 25-09-1986
DE 19751399	A	27-05-1999	DE 19751399 A1	27-05-1999
WO 9609518	A	28-03-1996	AU 696606 B2 AU 3556995 A WO 9609518 A1 NZ 293186 A ZA 9507884 A	17-09-1998 09-04-1996 28-03-1996 29-03-1999 01-01-1996
WO 0014478	A	16-03-2000	WO 0014478 A1 EP 1108197 A1 US 2001048520 A1	16-03-2000 20-06-2001 06-12-2001
US 5424836	A	13-06-1995	DE 4218219 A1 CA 2097554 A1 EP 0572798 A2	09-12-1993 04-12-1993 08-12-1993
DE 10006663	A	23-08-2001	DE 10006663 A1	23-08-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/09402

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01B11/25 G01B11/30 G01N21/88

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01B G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 239 436 B1 (CZUBKO MYRON ET AL) 29. Mai 2001 (2001-05-29) Spalte 4, Zeile 56 -Spalte 8, Zeile 9; Abbildungen 2-8 ---	1-19
X	US 4 863 268 A (REYNOLDS RODGER L ET AL) 5. September 1989 (1989-09-05) Spalte 11, Zeile 47-58 Spalte 14, Zeile 8-21 Spalte 21, Zeile 38-48; Anspruch 1; Abbildungen 7,8A ---	1-4,7,8, 10-12, 15,17-19
X	DE 197 51 399 A (HAUCK RICHARD DR) 27. Mai 1999 (1999-05-27) Spalte 1, Zeile 61 -Spalte 2, Zeile 35; Abbildung 1 --- -/--	1,3,4, 7-12,15, 16,18,19



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. März 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/04/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beyfuß, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 96 09518 A (AMCOR LTD ;ALLEN RUSSELL JOHN (AU); REICH MICHAEL (AU); GOMEZ KEN) 28. März 1996 (1996-03-28) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1,3,4, 7-9,11, 12,15, 16,18,19
X	WO 00 14478 A (RIEGEL THOMAS ;SIEMENS AG (DE)) 16. März 2000 (2000-03-16) Seite 8, Zeile 24 -Seite 10, Zeile 4; Abbildung 1 -----	1,3,4,7, 8,11,12, 15,18,19
X	US 5 424 836 A (RUBBERT RUDGER ET AL) 13. Juni 1995 (1995-06-13) Spalte 13, Zeile 15-62; Abbildung 2 -----	1,3,4,7, 8,11,12, 15,18,19
E	DE 100 06 663 A (METRONOM INDVERMESSUNG GMBH) 23. August 2001 (2001-08-23) das ganze Dokument -----	1-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/09402

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6239436	B1	29-05-2001	CA 2252552 A1 30-10-1997 EP 0895590 A1 10-02-1999 WO 9740367 A1 30-10-1997
US 4863268	A	05-09-1989	US 4629319 A 16-12-1986 US 5074661 A 24-12-1991 US 5206700 A 27-04-1993 CA 1241721 A1 06-09-1988 DE 3587482 D1 02-09-1993 DE 3587482 T2 04-11-1993 EP 0174939 A1 26-03-1986 IT 1212193 B 22-11-1989 JP 6001249 B 05-01-1994 JP 61502009 T 11-09-1986 WO 8503776 A1 29-08-1985 US 4907888 A 13-03-1990 US 4920385 A 24-04-1990 AT 90455 T 15-06-1993 CA 1273224 A1 28-08-1990 DE 3688547 D1 15-07-1993 DE 3688547 T2 23-09-1993 EP 0216923 A1 08-04-1987 JP 7065972 B 19-07-1995 JP 62502358 T 10-09-1987 WO 8605588 A1 25-09-1986
DE 19751399	A	27-05-1999	DE 19751399 A1 27-05-1999
WO 9609518	A	28-03-1996	AU 696606 B2 17-09-1998 AU 3556995 A 09-04-1996 WO 9609518 A1 28-03-1996 NZ 293186 A 29-03-1999 ZA 9507884 A 01-01-1996
WO 0014478	A	16-03-2000	WO 0014478 A1 16-03-2000 EP 1108197 A1 20-06-2001 US 2001048520 A1 06-12-2001
US 5424836	A	13-06-1995	DE 4218219 A1 09-12-1993 CA 2097554 A1 04-12-1993 EP 0572798 A2 08-12-1993
DE 10006663	A	23-08-2001	DE 10006663 A1 23-08-2001