

(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
8. April 2010 (08.04.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/037492 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G06T 7/00 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/006868
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. September 2009 (23.09.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2008 049 858.0
1. Oktober 2008 (01.10.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **PANASONIC ELECTRIC WORKS EUROPE AG** [DE/DE]; Rudolf-Diesel-Ring 2, 83607 Holzkirchen (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ESSER, Andreas** [DE/DE]; Griesgasse 1, 83043 Bad Aibling (DE). **OSTERMAIER, Philipp** [DE/DE]; Buchenweg 9, 85646 Anzing (DE).
- (74) Anwalt: **BECKORD, Klaus**; Marktplatz 17, 83607 Holzkirchen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: METHOD AND TEST SYSTEM FOR OPTICALLY TESTING A TEST OBJECT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND PRÜFSYSTEM ZUR OPTISCHEN PRÜFUNG EINES PRÜFOBJEKTS

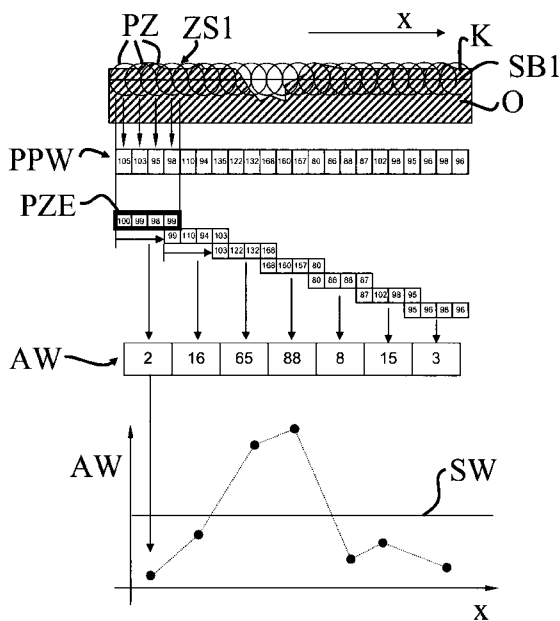


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a method for optically testing a test object (O) by means of the following steps: a test image (PB) of at least one test area (O) of a test object that is to be tested is captured; a test path (PS) is determined inside the test image (PB); test parameter values (PPW) for the test cells (PZ) along the test path (PS) are determined, said test cells comprising a number of pixels; differences in predetermined reference values based on test parameter values (PPW) of the test cells (PZ) is detected. According to the invention, said test cells (PZ) essentially have a circular shape or a convey polygon shape which is approximately circular and has at least five corners. The invention also relates to a test system (1) for automatically optically testing a test object (O) according to said type of method.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Verfahren zur optischen Prüfung eines Prüfobjekts (O) mit folgenden Verfahrensschritten: - Erfassung eines Prüfbilds (PB) zumindest von einem Prüfbereich eines zu prüfenden Prüfobjekt (O), - Festlegung einer Prüfstrecke (PS) innerhalb des Prüfbilds (PB), - Ermitteln von Prüfparameterwerten (PPW)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/037492 A1

für entlang der Prüfstrecke (PS) definierte Prüfpzellen (PZ), welche jeweils eine Anzahl von Bildpunkten umfassen, - Detektieren von Abweichungen von vorgegebenen Referenzwerten auf Basis der Prüfparameterwerte (PPW) der Prüfpzellen (PZ), Die Prüfpzellen (PZ) weisen dabei erfindungsgemäß jeweils im Wesentlichen eine Kreisform oder eine einen Kreis annähernde konvexe Polygonform mit mindestens fünf Ecken auf. Außerdem betrifft die Erfindung ein Prüfsystem (1) zur automatischen optischen Prüfung eines Prüfobjekts (O) nach einem solchen Verfahren.

Verfahren und Prüfsystem zur optischen Prüfung eines Prüfobjekts

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen optischen Prüfung eines Prüfobjekts, indem zunächst ein Prüfbild zumindest von einem gewünschten Prüfbereich eines zu prüfenden Prüfobjekts erfasst wird, innerhalb des Prüfbilds eine Prüfstrecke festgelegt wird und dann für entlang der Prüfstrecke definierte Prüfcellen, welche jeweils eine Anzahl von Bildpunkten umfassen, Prüfparameterwerte ermittelt werden. Auf Basis der Prüfparameterwerte der Prüfcellen werden schließlich Abweichungen von vorgegebenen Referenzwerten detektiert, um so die gewünschte Prüfung durchzuführen. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Prüfsystem zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Mit zunehmender Automatisierung von Produktionsprozessen werden zur Prüfung der Zwischen- und/oder Endprodukte anstelle von visuellen Kontrollen durch Prüfpersonal mehr und mehr automatische optische Prüfverfahren eingesetzt. Hierzu ist in der Praxis bereits seit langem das eingangs genannte Verfahren bekannt, bei dem zunächst mit einer Kamera Prüfbilder der jeweils zu kontrollierenden Prüfobjekte gefertigt werden und dann entlang von festgelegten Prüfstrecken mit Hilfe von automatischen Bildverarbeitungsverfahren eine Prüfung erfolgt. Eine Prüfung eines Objekts entlang einer Prüfstrecke wird zunächst schematisch anhand der beiliegenden Figur 1 verdeutlicht. In Figur 1 ist als Beispiel ein Teil eines Objekts O gezeigt, dessen Außenkante eine bestimmte zu prüfende Kontur K aufweist. Eine solche Konturprüfung ist eine übliche Aufgabe im Rahmen der automatischen optischen Objektprüfung. Beispielsweise werden so innere oder äußere Begrenzungsränder des Prüfobjekts bzw. von Teilen des Prüfobjekts oder Grenzlinien zwischen bestimmten Komponenten oder Bestandteilen des Prüfobjekts auf Fehler untersucht. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Kontrolle des dichten Abschlusses einer Vergussmasse in einer Gehäuseöffnung, beispielsweise in einem Relais oder einem anderen elektrischen oder elektronischen Baustein. Das Verfahren ist aber

ausdrücklich nicht auf solche Konturprüfungen beschränkt, sondern kann auch genutzt werden, um ganze Flächen zu untersuchen, beispielsweise, um Einschlüsse oder Farbschwankungen in Oberflächen zu detektieren. Hierzu muss nur entsprechend eine Prüfstrecke über die zu prüfenden Bereiche gelegt werden, so dass letztlich der gesamte zu prüfende Bereich durch entlang der Prüfstrecke gesetzte Prüfcellen abgedeckt wird.

Die Kontur K des Prüfobjekts O weist ungefähr in der Mitte des in Figur 1 dargestellten Konturabschnitts einen Fehler in Form einer Ausnehmung auf. Die Prüfung entlang der festgelegten Prüfstrecke PS erfolgt dabei mit Hilfe von rechteckigen Prüfcellen Z, welche üblicherweise mehrere Bildpunkte bzw. Pixel umfassen. Hierzu wird während eines „Ab-scannens“ der Kontur K entlang der Prüfstrecke PS, hier in einer Scanrichtung x, eine Prüfcellenstruktur mit einer Reihe solcher Prüfcellen Z gesetzt. Der Bediener kann vorab nicht nur die Prüfstrecke PS selbst, sondern noch einige weitere Parameter für die Prüfung vorgeben, wie beispielsweise die Zellenbreite ZW_x der Zellen Z in der Scanrichtung x oder die Höhe ZW_y der Prüfcellen Z senkrecht zur Scanrichtung x. Ebenso ist es möglich, die Anzahl der Prüfcellen Z auf der Prüfstrecke PS (welche eine bestimmte Länge aufweist) und/oder deren Dichte festlegen. Je nach Vorgaben der Zellenbreite ZW_x in x-Richtung bzw. der Zelldichte grenzen dann benachbarte Prüfungszellen Z, wie dies im unteren Teil der Figur dargestellt ist, aneinander oder überlappen sich. Die automatische Fehlererkennung erfolgt schließlich durch Ermittlung und Auswertung eines mittleren Grauwerts der einzelnen Zellen Z, d. h. eines über alle Pixel innerhalb einer Zelle gebildeten mittleren Intensitätswerts. Bei der Überprüfung können dann beispielsweise die mittleren Intensitätswerte mehrerer benachbarter Zellen auf Abweichungen untersucht und anhand dieser Abweichungen kann ein Fehler erkannt werden.

Es ist klar, dass für die Genauigkeit der Prüfung die Einstellungen der verschiedenen Parameter wie Zellenweite und -höhe, Dichte der Zellen etc. mitbestimmend sind. So sollte beispielsweise die Breite und Höhe der Prüfcellen Z vorzugsweise halb so groß eingestellt werden wie ein zu

erwartender Fehler, der detektiert werden sollte. Ein weiterer wesentlicher Einstellparameter ist die Auswahl der Prüfstrecke PS. Neben geraden Prüfstrecken, wie sie in Figur 1 dargestellt sind, gibt es auch die Möglichkeit, gebogene Prüfstrecken festzulegen, um so z. B. kreisförmige Konturen zu überprüfen.

Bei einer Vielzahl von Prüfobjekten arbeitet dieses Verfahren sehr gut und schnell. Jedoch steigt der Rechenaufwand und/oder Speicheraufwand erheblich an, wenn Prüfstrecken festgelegt werden müssen, die z. B. viele Bögen aufweisen. Dies liegt daran, dass für die rechteckigen Prüfwellen die kompletten Koordinaten aller Eckpunkte, d. h. nicht nur die Position der Prüfwelle, sondern auch deren Orientierung, aufwändig berechnet und/oder gespeichert werden müssen. Dies ist insofern wichtig, da meist durch entsprechende Prüfung eines Referenz-Prüfobjekts zuvor Referenz-Prüfparameterwerte, die zum Vergleich mit den in der jeweiligen Prüfung des aktuellen Prüfobjekts gewonnenen Prüfparameterwerten herangezogen werden, oder andere Vergleichswerte, z. B. ein Schwellenwert, festgelegt werden. Daher sollten die Prüfwellen entlang der Prüfstrecke bei einer Prüfung gemäß einem genauen Algorithmus exakt gesetzt werden oder es müssen sämtliche Koordinaten aller Zellen in geeigneter Weise hinterlegt werden, um die Position, die Größe und die exakte Orientierung der Prüfwellen zu definieren.

Ein weiteres Prüfverfahren, welches mit rechteckigen Pixelgruppen, z. B. von 3 x 3 Pixeln, arbeitet, wird in der US 2007/0071308 A1 beschrieben.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das eingangs genannte Prüfverfahren und ein entsprechendes Prüfsystem dahingehend zu verbessern, dass es insbesondere bei nicht gerade verlaufenden Prüfstrecken einen geringeren Rechenleistungs- und/oder Speicherbedarf hat.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und durch ein Prüfsystem gemäß Patentanspruch 11 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird dafür gesorgt, dass die Prüfwellen jeweils so ausgebildet sind, dass sie im Wesentlichen, d. h. soweit dies im Rahmen der Bildauflösung aufgrund der einzelnen Pixel des Bildes möglich ist, eine Kreisform oder zumindest einen Kreis annähernde konvexe Polygonform mit mindestens fünf Ecken aufweisen. Eine solche einen Kreis annähernde konvexe Polygonform mit mindestens fünf Ecken wird im Folgenden auch als „quasi-kreisförmig“ bezeichnet. Dabei handelt es sich besonders bevorzugt um regelmäßige Polygone, wie z. B. regelmäßige Fünfecke, Hexagone, Heptagone, Oktagonen etc. D. h. die Prüfwellen weisen besonders bevorzugt mindestens sechs, weiter bevorzugt mindestens sieben oder sogar acht Ecken auf, um sich möglichst gut einer Kreissymmetrie zu nähern. Bei solchen kreisförmigen bzw. „quasi-kreisförmigen“ Prüfwellen ist der Prüfwellendurchmesser in mehreren quer zueinander stehenden Richtungen gleich oder zumindest in etwa gleich. Damit ist bei einer Prüfung die Orientierung der Prüfwelle nicht mehr so wichtig, wobei der Einfluss der Orientierung auf das Prüfungsergebnis immer mehr zurücktritt, je stärker die Kreisform angenähert ist. Dies hat den Vorteil, dass für solche Prüfwellen nicht mehr die kompletten Koordinaten, d. h. die Position und die Orientierung, definiert werden müssen, sondern dass es ausreicht, wenn die Prüfwelle die richtige Position und Größe hat. Daher müssen für diese Prüfwellen lediglich noch der Mittelpunkt und der Radius definiert werden, wobei bei den quasi-kreisförmigen Prüfwellen in Form von Polygonen beispielsweise einfach der Radius vom Mittelpunkt bis zu einer Ecke des Polygons verwendet werden kann. Der Rechenaufwand und/oder Speicheraufwand zur Festlegung der Prüfwellen ist daher erheblich geringer als bei rechteckigen Prüfwellen.

Es hat sich zudem überraschenderweise herausgestellt, dass mit kreisförmigen bzw. quasi-kreisförmigen Zellen eine signifikant bessere Fehlererkennung als mit rechteckigen Prüfwellen erreicht wird. Zwar ist bei Fehlern, die selber eine im Wesentlichen rechteckige Form aufweisen, die Erkennung mit Hilfe von rechteckigen Prüfwellen minimal besser, was aber nicht signifikant gegenüber dem neuen Prüfverfahren mit kreisförmigen

bzw. quasi-kreisförmigen Prüfcellen auffällt. Jedoch ist bei eher abgerundeten Fehlern die Fehlererkennung mit kreisförmigen bzw. quasi-kreisförmigen Zellen erheblich besser. Dabei ist es auch hier so, dass die Fehlererkennung besser wird, je stärker die Zellenform an eine echte Kreisform angenähert ist, so dass dementsprechend eine möglichst weitgehende Kreisform bevorzugt ist.

Ein geeignetes Prüfsystem für eine solche automatische Prüfung benötigt wie üblich eine Bildsensoreinheit, beispielsweise eine Kamera, insbesondere CCD-Kamera, zur Erfassung eines Prüfbilds, welches zumindest einen Prüfbereich eines Prüfobjekts zeigt. Darüber hinaus benötigt das Prüfsystem eine Prüfstreckenermittlungseinheit zum Ermitteln einer Prüfstrecke innerhalb des Prüfbilds. Weiterhin wird eine Prüfcellenermittlungseinheit zur Definition von jeweils einer Anzahl von Bildpunkten umfassenden Prüfcellen entlang der Prüfstrecke und zum Ermitteln von Prüfparameterwerten für die einzelnen Prüfcellen benötigt sowie eine Prüfeinheit zum Detektieren von Abweichungen von vorgegebenen Referenzwerten auf Basis der Prüfparameterwerte der Prüfcellen sowie eine Ausgabereinheit zur Ausgabe eines Prüfergebnisses. Dabei ist die Prüfcellenermittlungseinheit erfindungsgemäß so ausgebildet, dass die von ihr definierten Prüfcellen jeweils im Wesentlichen eine Kreisform oder eine einer Kreisform annähernden konvexen Polygonform mit mindestens fünf Ecken aufweisen.

Die Prüfstreckenermittlungseinheit, die Prüfcellenermittlungseinheit und die Prüfeinheit können vorzugsweise zumindest zum Teil in Form von geeigneter Software realisiert sein. Dies ermöglicht eine einfache Nachrüstung bereits bestehender Prüfsysteme, welche bereits geeignete Bildsensoreinheiten und Speichereinheiten enthalten. Die Softwaremodule können beispielsweise auf einer geeigneten Rechereinheit eines Prüfsystems implementiert sein, welche auch die benötigten Ansteuerungskomponenten für die Hardwarekomponenten, beispielsweise einen "Frame-Grabber" zum Auslesen der Bildsensoreinheit und zur Erstellung der benötigten Bilder, sowie weitere Schnittstellen zur Bedienung des

gesamten Prüfsystems und zur zusätzlichen Kontrolle der Prüfaufnahmen durch einen Bediener enthält. Die Erfindung wird daher auch durch ein Computerprogrammprodukt gelöst, welches direkt in einen Speicher einer programmierbaren Rechneinheit eines Prüfsystems ladbar ist, mit
5 Programmcodemitteln, um alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens auszuführen, wenn das Programm auf der Rechneinheit ausgeführt wird.

Bei der Ausgabeeinheit kann es sich beispielsweise um eine Anzeigeeinheit zur optischen und/oder akustischen Anzeige handeln,
10 welche ein Signal ausgibt, wenn ein fehlerhaftes Prüfobjekt detektiert wurde, oder um eine Steuersignalausgabeeinheit zur Ausgabe eines Steuersignals, welches dann in einer Anlage, in der die Prüfobjekte entlang des Prüfsystems transportiert werden, eine Sortiereinrichtung oder dergleichen ansteuert, so dass fehlerhafte Objekte automatisch aussortiert
15 werden.

Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich insbesondere aus den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung. Dabei kann das erfindungsgemäße Prüfsystem auch entsprechend den abhängigen
20 Verfahrensansprüchen weitergebildet sein.

Die Prüfparameterwerte für die einzelnen Prüfzellen werden jeweils basierend auf Bildpunktwerten der von den Prüfzellen umfassten Bildpunkte ermittelt. Dabei können die Prüfparameterwerte vorzugsweise auf Basis der Intensitätsmittelwerte der Intensitätswerte der einzelnen
25 Pixel der jeweiligen Prüfzelle ermittelt werden, wobei die Prüfparameter selber die Intensitätsmittelwerte darstellen oder aus den Intensitätsmittelwerten verschiedener, beispielsweise benachbarter oder sich überlappender Prüfzellen abgeleitet sein können. Außer Intensitätswerten können aber in identischer Weise auch andere Bildpunktwerte wie
30 z. B. Farbwerte, Farbdifferenzwerte, Farbanteile etc. zur Bildung der Prüfparameter gewählt werden. Auf welche Weise die Prüfparameterwerte

für die Prüfwellen ermittelt werden, hängt letztlich von der jeweiligen Prüfaufgabe ab, z. B. ob wie oben beschrieben eine Kontur geprüft werden soll, oder ob beispielsweise Farbschwankungen in einer Fläche untersucht werden sollen etc..

- 5 Bei einer erfindungsgemäßen Prüfung mehrerer gleichartiger Prüfobjekte wird vorzugsweise zunächst in einem Referenzbild eine Referenz-Prüfstrecke ermittelt, auf deren Basis dann eine Ermittlung einer Prüfstrecke oder zumindest von Teilen der Prüfstrecke innerhalb des Prüfbilds erfolgt. Das Definieren der Referenz-Prüfstrecke im Referenz-
- 10 Prüfbild kann beispielsweise manuell durch einen Benutzer mit Hilfe einer grafischen Benutzeroberfläche erfolgen. Grundsätzlich ist aber auch ein automatisches Setzen einer Prüfstrecke möglich. Diese Referenz-Prüfstrecke braucht dann nur noch auf das jeweilige aktuelle Prüfbild übertragen und angepasst zu werden. Dabei ist es insbesondere auch
- 15 möglich, dass im Referenz-Prüfbild auch gleich Lage und Größe der Prüfwellen definiert werden und diese Prüfwellen, oder eine aus mehreren Prüfwellen bestehende Prüfwellenstruktur ganz oder zum Teil, ebenfalls auf das aktuelle Prüfbild zu übertragen und anzupassen.

- Eine solche Anpassung kann dabei vorzugsweise mit Hilfe von in der
- 20 Prüfaufnahme des aktuell zu prüfenden Prüfobjekts eindeutig identifizierbaren Referenzmerkmalen erfolgen. Hierbei kann es sich um gesetzte Marker, aber auch um signifikante, eindeutig erkennbare Strukturen des Objekts selbst, wie Ecken, Kanten etc. handeln, vorzugsweise aber um solche Strukturen, die keiner Prüfung bedürfen.
- 25 Aus den Referenzmerkmalen können beispielsweise Referenzpunkte berechnet werden, deren Position am zu prüfenden Objekt exakt definiert ist. Es ist lediglich erforderlich, dass dem Referenz-Prüfobjekt ebenfalls die entsprechenden Referenzmerkmale bzw. Informationen über deren Lage und Orientierung, Größe und/oder Form zugeordnet sind.

- 30 Durch eine Erkennung der Referenzmerkmale im Referenz-Prüfbild und in dem aktuellen Prüfbild und eine Berechnung der Unterschiede zwischen

den absoluten und relativen Lagen, Orientierungen, Größen und/oder Formen der Referenzmerkmale bzw. Positionen der Referenzpunkte lassen sich automatisch geeignete Transformationsregeln ermitteln, um die Referenz-Prüfstrecke bzw. die Referenz-Prüfzellenstrukturen durch
5 eine entsprechende Skalierung, Verschiebung und/oder Orientierungsänderung an den aktuellen Prüfvorgang anzupassen.

Ein hierfür geeignetes Prüfsystem benötigt eine Speichereinheit, in der die Referenz-Prüfstrecken und/oder Referenz-Prüfzellen hinterlegt werden können. Als Speichereinheit des Prüfsystems ist dabei jede geeignete
10 Speichereinheit anzusehen, auf die das Prüfsystem Zugriff hat.

Ein solches Prüfsystem weist vorzugsweise zudem eine Prüfstreckenermittlungseinheit auf, welche so ausgebildet ist, dass sie auf Basis einer Referenz-Prüfstrecke eine Prüfstrecke für eine zu prüfende Kontur innerhalb des Prüfbilds ermitteln kann, beispielsweise durch die
15 besagte Anpassung der Referenz-Prüfstrecke, sowie ggf. eine Prüfzellenermittlungseinheit, welche so ausgebildet ist, dass sie auf Basis einer entlang einer Referenz-Prüfstrecke definierten Referenz-Prüfzellenstruktur eine Prüfzellenstruktur entlang der Prüfstrecke festlegt bzw. anpasst. Die Prüfzellenermittlungseinheit kann auch so ausgebildet
20 sein, dass sie sowohl Referenz-Prüfzellenstrukturen übernehmen als auch selbständig Prüfzellenstrukturen definieren kann.

Wie bereits oben erwähnt, sollte die Form der Prüfzellen vorzugsweise soweit wie möglich einer Kreisform angenähert sein, da dadurch die
25 Qualität der Prüfung verbessert werden kann. Um dies zu erreichen, wird bei einer bevorzugten Variante das Referenz-Prüfbild oder das Prüfbild, in dem die Prüfzellenstruktur definiert werden soll, zunächst vergrößert.

Beispielsweise wird bei einer Vergrößerung um einen Faktor n jeder Pixel durch ein Feld von $n \times n$ Pixel ersetzt, wobei im einfachsten Fall die Pixel den gleichen Bildpunktwert enthalten wie der ursprüngliche Pixel. Ebenso
30 ist natürlich ein Interpolationsverfahren möglich. In diesem vergrößerten Bild wird dann die Prüfzelle gesetzt. Somit ist eine Definition der Prüfzelle

im Subpixelbereich möglich und es kann die Genauigkeit des gesamten Prüfverfahrens verbessert werden.

Eine der wichtigsten Anwendungen ist, wie eingangs erläutert, die Prüfung einer Kontur eines Prüfobjekts. In einem solchen Fall verläuft die
5 Prüfstrecke dementsprechend entlang der zu prüfenden Kontur, wobei die Prüfstrecke so gewählt werden sollte, dass die Prüfwellen die Kontur in geeigneter Weise abdecken. Daher sollte die Prüfstrecke möglichst an die gewünschte fehlerfreie Kontur des Prüfobjekts angepasst sein und dem richtigen Verlauf folgen. Insbesondere bei solchen Konturprüfungen kann
10 die Prüfstrecke natürlich auch aus einer Vielzahl von einzelnen Prüfstreckenabschnitten bestehen, beispielsweise bei einer Prüfung der Außenkonturen eines rechteckigen Objekts aus vier Prüfstreckenabschnitten, die entlang der vier Kanten verlaufen.

Vorzugsweise wird eine an einem Ende eines Prüfstreckenabschnitts bzw.
15 am Ende einer Prüfstrecke liegende Prüfwelle so definiert, dass das betreffende Ende des Prüfstreckenabschnitts bzw. der gesamten Prüfstrecke genau auf einem Rand der Prüfwelle liegt. Dies gilt insbesondere auch bei den automatisch gesetzten Prüfwellenstrukturen. Wie aus Figur 1 deutlich wird, wurden bei dem bisherigen Verfahren die
20 Prüfwellen immer so gesetzt, dass ihr Mittelpunkt am Ende der Prüfstrecke liegt. Dies führt dazu, dass das Ende der Prüfstrecke vom Bediener möglichst genau so gelegt werden muss, dass es ein Stück vor dem Ende der zu prüfenden Kontur endet, so dass die Prüfwelle in der Scan-Richtung nicht über den Rand der zu prüfenden Kontur hinausragt, da dies zu
25 Fehlern führen würde. Wird bei einer automatischen Definition einer Prüfwellenstruktur dafür gesorgt, dass der Rand der äußersten Prüfwelle direkt auf dem Ende des jeweiligen Prüfstreckenabschnitts liegt, so kann auch der jeweilige Prüfstreckenabschnitt direkt bis an den Rand der Kontur bzw. den Rand des Objekts herangeführt werden oder automatisch
30 eine entsprechende Prüfstrecke erzeugt werden, die bis zum Rand geht. Dies erleichtert das korrekte Setzen der Prüfstrecke erheblich.

Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung der Erfindung, wird die Prüfstrecke so definiert, dass sie eine Anzahl von Prüfstreckenbereichen umfasst, die jeweils in definierte Prüfstreckenbereichsklassen gemäß vorgegebenen Klassifizierungsregeln klassifiziert sind. Das heißt, dass bestimmte Prüfstreckenbereiche in bestimmte Prüfstreckenbereichsklassen nach bestimmten Charakteristika einsortiert sind. Mögliche Klassifizierungsregeln werden nachfolgend noch näher erläutert. Es wird aber bereits jetzt darauf hingewiesen, dass die Prüfstreckenbereiche auch so definiert sein können, dass sie sich entlang der Prüfstrecke überlappen, d. h. dass Teile der Prüfstrecke zu verschiedenen Prüfstreckenbereichen gehören können.

Es erfolgt dann jeweils entlang der verschiedenen Prüfstreckenbereiche der Prüfstrecke die Definition der jeweiligen Prüfwellenstruktur sowie eine Ermittlung von Prüfparameterwerten für die einzelnen Prüfwellen gemäß für die jeweilige Prüfstreckenbereichsklasse vorgegebenen Prüfregeln. Schließlich erfolgt auch die Prüfung des Prüfobjekts entlang der einzelnen Prüfstreckenabschnitte auf Basis der Prüfparameterwerte der Prüfwellen gemäß für die jeweilige Prüfstreckenbereichsklasse vorgegebenen Prüfregeln. Beispielsweise können auf Basis der Prüfparameterwerte wieder bestimmte Abweichungen von vorgegebenen Referenzwerten detektiert werden, wobei diese Referenzwerte absolut vorgegeben sein können und/oder an Referenzobjekten ermittelt wurden.

Die Prüfregeln können dabei für jede Prüfstreckenbereichsklasse unterschiedlich sein. Es können aber auch für mehrere Prüfstreckenbereichsklassen, beispielsweise für alle an einer bestimmten Kontur benötigten Prüfstreckenbereichsklassen, die gleichen Prüfregeln verwendet werden. Die genannten Prüfregeln können dabei wie oben erwähnt sowohl Regeln zur Definition der Prüfwellenstrukturen als auch Regeln zur Ermittlung von Prüfparameterwerten für die einzelnen Prüfwellen sowie Methoden zum Prüfen der Kontur auf Basis dieser Prüfparameterwerte umfassen.

Ein wesentlicher Vorteil des so weitergebildeten Verfahrens besteht darin, dass einzelne Prüfstreckenbereiche der Prüfstrecke separat nach unterschiedlichen Prüfregeln geprüft werden können und insbesondere auch eine individuelle Festlegung von Prüfwellenstrukturen nach den
5 jeweils für die Prüfstreckenbereichsklasse vorgegebenen Prüfregeln erfolgen kann. Dies erlaubt eine individuelle Behandlung bestimmter Abschnitte entlang der Prüfstrecke, so dass es insbesondere möglich ist, beispielsweise einfache gerade oder leicht gebogene Streckenabschnitte gemäß dem bisher bekannten Verfahren schnell und sicher zu prüfen und
10 an den kritischen Stellen, z. B. scharfen Ecken und Kanten etc. in der Prüfstrecke, auf andere zuvor festgelegte Prüfregeln zurückzugreifen, um diese innerhalb des Verfahrens automatisch zu überprüfen. Dabei kann durch eine geschickte Wahl der Prüfregeln für den jeweiligen Typ der kritischen Prüfstreckenabschnitte, d. h. die jeweilige Prüfstreckenbereichs-
15 klasse, dafür gesorgt werden, dass an jedem Prüfstreckenabschnitt eine sichere Prüfung erfolgt. Auch bei schwierigen Prüfobjekten ist z. B. so eine vollautomatische genaue Prüfung, insbesondere von komplizierten Konturen, mit allenfalls geringen Falschmeldungen möglich.

Auch bei diesem weiterentwickelten Verfahren kann vorzugsweise
20 zunächst in einem Referenzbild eine geeignete Referenz-Prüfstrecke ermittelt und analysiert werden. Bei dieser bevorzugten automatischen Analyse werden Prüfstreckenbereiche der Referenz-Prüfstrecke gemäß den vorgegebenen Klassifizierungsregeln in definierte Prüfstreckenbereichsklassen klassifiziert. Eine solche Analyse kann vorzugsweise
25 automatisch erfolgen. Ein Verfahren hierfür wird nachfolgend noch näher erläutert.

Ein für eine solche automatische Prüfstreckenklassifizierung geeignetes Prüfsystem benötigt eine Speichereinheit, in welcher für verschiedene Prüfstreckenbereichsklassen Klassifizierungsregeln hinterlegt sind, sowie
30 eine Prüfstreckenklassifizierungseinheit, um eine Prüfstrecke zu analysieren und dabei Prüfstreckenbereiche der Prüfstrecke gemäß

vorgegebener Klassifizierungsregeln in definierte Prüfstreckenbereichsklassen zu klassifizieren.

5 Sofern im Referenz-Prüfbild bereits Prüfstellenstrukturen definiert werden, werden besonders bevorzugt auf Basis von Prüfparameterwerten von Prüfwerten der Referenz-Prüfzellenstruktur auch schon Referenzwerte für eine spätere Prüfung von Prüfobjekten ermittelt. Diese Referenzwerte können beispielsweise dann auch genutzt werden, um individuelle Prüfregeln für bestimmte kritische Prüfstreckenbereiche festzulegen.

10 Auch bei der Definition der Prüfstrecken bzw. Prüfwerten ist eine unterschiedliche Behandlung unterschiedlicher Prüfstreckenbereiche bzw. Prüfstreckenbereichsklassen möglich. Beispielsweise können für einige Prüfstreckenbereiche lediglich die Referenz-Prüfstreckenbereiche aus einem Referenz-Prüfbild übernommen werden, und es erfolgt dann eine individuelle automatische Festlegung der Prüfwertenstruktur anhand des so jeweils festgelegten Prüfstreckenbereichs für jedes einzelne Prüfobjekt. Dies bietet sich z. B. bei den auch in den bisherigen Verfahren schon automatisch festgelegten Prüfwertenstrukturen entlang von Geraden oder nur leicht gebogenen Abschnitten an. Für andere Prüfstreckenbereiche kann dagegen eine im Referenz-Prüfbild festgelegte Referenz-Prüfwertenstruktur komplett übernommen und an die jeweiligen Prüfstreckenbereiche, beispielsweise bei einer Konturprüfung einen Konturabschnitt, des aktuellen Prüfbilds angepasst werden.

25 Bei einem Einsatz des Prüfverfahrens bzw. des Prüfsystems zur Konturprüfung ist es erforderlich, eine an die zu prüfende Kontur angepasste Prüfstrecke zu ermitteln. Ein Anpassen der Prüfstrecke an die Kontur ist dabei so zu verstehen, dass die Prüfstrecke in geeigneter Weise entlang der gewünschten Kontur verläuft, um die Prüfung mit Hilfe der Prüfwerten durchführen zu können. D. h. die Prüflinie muss hierzu nicht entlang der exakten Feinstruktur der Kontur verlaufen, sondern es reicht in der Regel, wenn sie dem groben Verlauf der Kontur eines fehlerlosen

30

Objekts folgt, wie z. B. die in Figur 1 gezeigte gerade Prüflinie zum Prüfen einer im Gesamtverlauf (makroskopisch betrachtet) geraden Objektkante.

Bei einem besonders bevorzugten Verfahren zur automatischen Ermittlung einer Prüfstrecke oder Referenz-Prüfstrecke für eine
5 Konturprüfung wird zunächst eine Kontur eines Prüfobjekts oder Referenz-Prüfobjekts aus dem Prüfbild oder Referenz-Prüfbild extrahiert. Dies kann mit üblichen Kantenextraktionsverfahren, z. B. einem Schwellenwertverfahren, Kantenverfolgungsverfahren, Gradientenbild-
Auswertungsverfahren geschehen, je nachdem, um was für ein Prüfobjekt
10 es sich handelt bzw. welche Bedingungen, insbesondere Beleuchtungsbedingungen, vorliegen. Diese Kontur wird dann in Konturabschnitte mit bestimmten charakteristischen Merkmalen, beispielsweise in Geraden, Kreisbogensegmente etc., aufgebrochen.

Zum Aufbrechen der Kontur in Konturabschnitte mit bestimmten
15 charakteristischen Merkmalen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Vorzugsweise wird die Kontur zunächst mit einem Polygonapproximations-Verfahren durch einen Polygonzug angenähert. In einem weiteren Approximationsschritt werden dann Einzelpolygonabschnitte des Polygonzugs zur Bildung von Prüfstreckenabschnitten jeweils an einen
20 dem betreffenden Polygonabschnitt zugeordneten Abschnitt der Kontur approximiert. Dabei müssen diese Prüfstreckenabschnitte nicht unbedingt identisch mit den späteren Prüfstreckenbereichen sein. So ist es durchaus möglich, dass ein Prüfstreckenbereich genau einem Prüfstreckenabschnitt entspricht. Es ist aber auch möglich, dass ein Prüfstreckenbereich nur
25 einen Teil eines solchen Prüfstreckenabschnitts bildet oder mehrere solcher Prüfstreckenabschnitte bzw. Teile von solchen Prüfstreckenabschnitten umfasst, beispielsweise ein Prüfstreckenbereich den Übergang zwischen zwei Prüfstreckenabschnitten umfasst. Bei einem Aufbrechen der Kontur können beispielsweise auch benachbarte
30 Prüfstreckenabschnitte entstehen, deren zueinander gewandte Enden nicht exakt aufeinander treffen, d. h. dass ein Sprung in der Prüfstrecke vorliegt. Auch diese Bereiche zählen dann zu den von der Prüfstrecke

umfassten Prüfstreckenbereichen bzw. können Teile solcher Prüfstreckenbereiche sein.

Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von Ausführungsbeispielen noch einmal erläutert, woraus
5 sich die Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben. Die Ausführungsbeispiele zeigen hier den häufigsten und recht schwierigen Fall einer Objektprüfung entlang einer Kontur. Das erfindungsgemäße Verfahren ist aber wie bereits erwähnt auch zur Prüfung von flächigen
10 Bereichen eines Prüfobjekts geeignet, sofern eine geeignete Prüfstrecke über die zu prüfenden Bereiche gelegt wird. Beispielsweise kann eine Oberfläche durch eine Vielzahl von parallel laufenden Prüfstreckenabschnitten abgedeckt werden, wobei diese Prüfstreckenabschnitte auch mäanderförmig an den Ecken jeweils miteinander
15 verbunden sind, um so eine durchgehende Prüfstrecke zu bilden. Es zeigen im Einzelnen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines Kontur-Prüfverfahrens gemäß dem Stand der Technik,
- 20 Figur 2 ein Flussdiagramm zur Erläuterung eines möglichen Ablaufs einer besonders bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Prüfverfahrens,
- Figur 3 eine schematische Darstellung eines Teils eines Prüfobjekts mit einer an der Kante extrahierten Kontur,
- 25 Figur 4 die extrahierte Kontur gemäß Figur 3 nach einem Aufbrechen in Konturabschnitte,
- Figur 5 eine schematische Darstellung zur Erläuterung einer Prüfung einer Kontur gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren entlang einem Prüfstrecken-

bereich, welcher in eine erste Prüfstreckenbereichs-
klasse fällt,

5 Figur 6 eine schematische Darstellung eines Konturab-
schnitts und eines daran angepassten Prüfstrecken-
bereichs, welcher in eine zweite Prüfstreckenbe-
reichsklasse fällt, sowie eine hierfür definierte
Prüfzellenstruktur,

10 Figur 7 eine schematische Darstellung eines Konturab-
schnitts und eines daran angepassten Prüfstrecken-
bereichs, welcher in eine dritte Prüfstrecken-
bereichsklasse fällt, sowie eine hierfür definierte
Prüfzellenstruktur,

15 Figur 8 eine schematische Darstellung eines Konturab-
schnitts und eines daran angepassten Prüfstrecken-
bereichs, welcher in eine vierte Prüfstrecken-
bereichsklasse fällt, sowie eine hierfür definierte
Prüfzellenstruktur,

20 Figur 9a eine schematische Darstellung eines Konturab-
schnitts und eines daran angepassten Prüfstrecken-
bereichs, welcher in eine fünfte Prüfstrecken-
bereichsklasse fällt, sowie eine hierfür definierte
Prüfzellenstruktur,

25 Figur 9b eine schematische Darstellung einer weiteren
Prüfzellenstruktur für einen Prüfstreckenbereich,
welcher in eine fünfte Prüfstreckenbereichsklasse
fällt,

30 Figur 9c eine schematische Darstellung einer weiteren
Prüfzellenstruktur für einen Prüfstreckenbereich,
welcher in eine fünfte Prüfstreckenbereichsklasse
fällt,

- Figur 10a ein Teil eines Prüfobjekts mit einer Kante mit spitzwinkliger Kontur und einer über den durch die Spitze gebildeten kritischen Prüfstreckenbereich gelegten Prüfzellenstruktur,
- 5 Figur 10b das Prüfobjektteil gemäß Figur 10a, jedoch mit entlang den geraden Seitenkanten verlaufenden Prüfstreckenbereichen und Prüfzellenstrukturen,
- Figur 10c das Prüfobjektteil gemäß den Figuren 10a und 10b, wobei die Prüfzellenstrukturen gemäß den Figuren
10 10a und 10b überlagert sind,
- Figur 11 eine Darstellung eines vergrößerten Ausschnitts eines Prüfobjekts mit einer darin definierten Prüfzelle,
- Figur 12 ein vereinfachtes Blockschaltbild eines erfindungs-
15 gemäßen Prüfsystems mit einem grob schematisch dargestellten Prüfobjekt.

Anhand von Figur 1 wurde bereits eingangs ein aus der Praxis bekanntes Verfahren zur Prüfung von Konturen beschrieben, welches ebenfalls mit einer Anordnung von Prüfzellen Z entlang einer Prüfstrecke PS arbeitet,
20 wobei jedoch rechteckige Prüfzellen Z eingesetzt werden und so eine automatische Prüfung entlang gerader oder nicht zu stark gekrümmter Prüfstrecken möglich ist. Bei dem nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiel der Erfindung wird dagegen zum einen mit besonders vorteilhaften kreisförmigen (bzw. fast kreisförmigen) Prüfzellen PZ
25 gearbeitet und zum anderen ein besonders bevorzugtes Verfahren eingesetzt, um auf einfache Weise auch kompliziertere Prüfstreckenbereiche wie Ecken oder Kanten automatisch sicher zu prüfen..

Figur 2 zeigt einen Verfahrensablauf zur Durchführung des besonders bevorzugten Prüfverfahrens. In Figur 2 sind dabei in der ganz linken
30 Spalte I die Verfahrensschritte beim Einlernen eines Prüfvorgangs, d. h.

eine Aufnahme eines Referenz-Prüfbilds und eine Festlegung von Prüfstrecken bzw. Prüfstreckenbereichen und ggf. Prüfwellenstrukturen anhand des Referenz-Prüfbilds, gezeigt. In der mittleren Spalte II ist dargestellt, welche bei dem Einlernvorgang gemäß Spalte I in den
5 einzelnen Verfahrensschritten erzeugten bzw. gewonnenen Daten zur Verwendung in der späteren Prüfung gespeichert werden. In der ganz rechten Spalte III ist dann der eigentliche Prüfvorgang bei der Prüfung einer Kontur eines aktuellen Prüfobjekts dargestellt, wobei durch die Pfeile zwischen der Spalte II und der Spalte III dargestellt ist, wann welche
10 Daten wieder aus dem Speicher ausgelesen werden.

Das Einlernverfahren beginnt zunächst im Verfahrensschritt Ia mit der Aufnahme eines Prüfbilds eines Referenz-Prüfobjekts. Es wird dann im Verfahrensschritt Ib der zu prüfende Bereich im Bild ausgewählt, d. h. es wird beispielsweise manuell von einem Benutzer mit einer geeigneten
15 Benutzerschnittstelle ein Bereich im Referenz-Prüfbild gewählt, welcher die zu prüfende Kontur umfasst.

Im Verfahrensschritt Ic wird dann diese Kontur extrahiert. Dies ist in Figur 3 schematisch dargestellt. Gezeigt ist hier vergrößert in einem Referenzprüfbild RPB ein kleiner Ausschnitt eines sägezahnförmigen
20 Referenz-Prüfobjekts RO, dessen Sägezahnkante genau geprüft werden soll. Dabei ist bereits eine extrahierte Kontur K, d. h. eine Pixelfolge, die die Konturdaten angibt, eingezeichnet. Die Extraktion einer solchen Kontur K kann mit den üblichen Verfahren, beispielsweise einem Schwellenwertverfahren, einem Kantenverfolgungsverfahren etc., durchgeführt werden. Eine Glättung oder Segmentierung des Bilds zur Extrahierung der Kontur kann beispielsweise unter Verwendung morphologischer Operatoren, wie den. sogenannten Opening- und Closing-Operatoren, Dilatations-, Erosions- und Skelettierungsoperatoren, erfolgen. Solche morphologischen Operatoren sind dem Fachmann aus der
25 Bildverarbeitung allgemein bekannt. Die relevanten Daten der Kontur K, wie der Konturverlauf und die Position und Lage der Kontur K, werden im Verfahrensschritt IIa in einem Speicher hinterlegt.
30

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass im Folgenden das Verfahren anhand von einfachen Grauwertbildern dargestellt wird. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, das Verfahren nicht nur für Grauwertbilder, sondern auch für Farbbilder zu verwenden, wobei es insbesondere auch möglich ist, eine Farbprüfung von Objekten durchzuführen.

Die so ermittelte, sehr exakt an die Außenkanten des Objekts angepasste Kontur wird dann mit einem Polygonapproximations-Verfahren durch einen Polygonzug angenähert. Ein typisches Polygonapproximations-Verfahren, was sich hierfür eignet, ist der sog. Ramer-Algorithmus. Hierzu gibt es bereits fertige Programmmodule, die eine Kontur durch einen Polygonzug approximieren können, beispielsweise das von der Fa. MVtec. Solche Programme werden bisher für Radiusmessungen oder Abstandsmessungen eingesetzt. Dieses Verfahren führt aber zwangsläufig dazu, dass gerade bestimmte kritische Abschnitte der Kontur, beispielsweise die Spitzen der Sägezahnstruktur, nicht ganz exakt angepasst werden. Daher werden in einem weiteren Approximationsschritt einzelne Polygonabschnitte des Polygonzugs zur Bildung von Prüfstreckenabschnitten jeweils an einen dem betreffenden Polygonabschnitt zugeordneten Abschnitt der Kontur genauer approximiert: Dabei erfolgt die weitere Approximation unabhängig von den benachbarten Abschnitten (d. h. die Positionen der Enden des betreffenden Abschnitts werden nicht mehr festgehalten), wodurch die Kontur aufgebrochen wird. So kann es beispielsweise an einigen Stellen zu einem Versatz der Kurventeilstücke zueinander kommen. Figur 4 zeigt eine derart in Prüfstreckenabschnitte aufgebrochene Kontur mit mehreren Konturabschnitten KA1, KA2, KA3, KA4, KA5, KA6, KA7, KA8, KA9. Dabei ist beispielsweise zwischen dem Konturabschnitt KA5 und dem Konturabschnitt KA6 ein solcher Versatz zu erkennen. Solche Lücken zwischen den Konturabschnitten KA1, KA2, KA3, KA4, KA5, KA6, KA7, KA8, KA9 werden später ebenso wie bestimmte andere problematische Stellen in der Kontur K bei der Prüfung gesondert behandelt. Dies wird noch nachfolgend erläutert.

Dieses Aufbrechen der Kontur K in einfache geometrische Konturabschnitte wie Kreisbögen und -linien erfolgt im Verfahrensschritt Ie. Die geometrischen Konturabschnitte bzw. die zur Beschreibung dieser
5 Objekte nötigen Forminformationen der Linien, Kreisbögen sowie ihre Position, Lage und Größe werden im Verfahrensschritt IIb in einem Speicher hinterlegt. In diesem Zusammenhang kann bereits eine erste Klassifizierungsregel angewandt werden, nach der einfache geometrischen Konturabschnitte, nämlich Geraden und nur leicht gekrümmte
10 Kurvenabschnitte (oberhalb eines bestimmten Grenzradius) in eine erste Prüfstreckenbereichsklasse einsortiert werden können, für die die noch später erläuterte automatische Prüfung analog dem eingangs erwähnten herkömmlichen Scan-Verfahren durchgeführt werden kann.

Im Verfahrensschritt If erfolgt eine gesonderte Prüfung, ob die Übergänge
15 zwischen den einzelnen Konturabschnitten sprunghaft oder fließend sind. Wird ein solcher sprunghafter Übergang zwischen zwei Konturabschnitten festgestellt, werden die benachbarten Konturabschnitte im Verfahrensschritt Ig durch eine vorzugsweise gerade Linie zwischen den gegenüberliegenden Enden der Konturabschnitte zu einer Prüfstrecke vereint. Die
20 Konturabschnitte und die ggf. eingefügten Verbindungslinien bilden dann die Prüfstreckenbereiche. Die gesamte Prüfstrecke umfasst also letztendlich die ermittelten Konturabschnitte KA1, KA2, KA3, KA4, KA5, KA6, KA7, KA8, KA9, welche jeweils einzelne Prüfstreckenabschnitte bilden können, und die eingefügten Verbindungslinien. In diesem
25 Verfahrensschritt Ig erfolgt auch gleichzeitig eine Klassifizierung verschiedener Prüfstreckenbereiche in bestimmte Prüfstreckenbereichsklassen gemäß vorab festgelegten Klassifizierungsregeln. D. h. es werden beispielsweise sprunghafte Übergänge zwischen den einzelnen Prüfstreckenabschnitten bzw. Konturabschnitten als besonders zu
30 prüfende Prüfstreckenbereiche klassifiziert, ebenso wie Prüfstreckenbereiche, welche andere besonders markante Stellen entlang der Prüfstrecke enthalten, z. B. wenn zwei Prüfstreckenabschnitte in einem

spitzen Winkel aufeinander stoßen. Verschiedene mögliche Prüfstreckenbereichsklassen bzw. Typen von besonders markanten Prüfstreckenbereichen werden nachfolgend anhand der Figuren 5 bis 8c erläutert. Besonders gerade oder nur leicht gekrümmte Prüfstreckenabschnitte, d. h. die Prüfstreckenbereiche, welche durch die im Verfahrensschritt 1e ermittelten Konturabschnitte gebildet werden, wurden ja bereits in eine gesonderte Prüfstreckenbereichsklasse einsortiert, da diese keiner gesonderten Behandlung unterliegen müssen. Die im Verfahrensschritt 1g gewonnenen Daten über die komplette Prüfstrecke und die Klassifizierung der Prüfstreckenbereiche werden im Schritt 1lc gespeichert.

Im Verfahrensschritt 1h werden dann für alle Prüfstreckenbereiche, welche in Prüfstreckenbereichsklassen fallen, die besonders markanten Übergängen zwischen Prüfstreckenabschnitten entsprechen bzw. selber besonders markante Prüfstellenabschnitte sind, gemäß bestimmten Prüffregeln mit einer Prüfzellenstruktur versehen und für diese ggf. schon bestimmte Referenzwerte RW für die spätere Prüfung anhand von Prüfparameterwerten der Prüfzelle ermittelt. Im Verfahrensschritt 1ld werden diese Referenzwerte RW ebenso wie Informationen über die Prüfzellenstruktur an den betreffenden markanten Übergängen hinterlegt. Zu den dort hinterlegten Daten zählt insbesondere auch die Zellengeometrie, zu deren Definition bei einer kreisrunden Zelle der Radius sowie die jeweilige Position des Mittelpunkts ausreichen.

Bei der späteren Prüfung (siehe Spalte III in Figur 2) wird zunächst im Verfahrensschritt IIIa ein Prüfbild PB aufgenommen. Auch hier wird ggf. der zu prüfende Bereich im Verfahrensschritt IIIb ausgewählt, wobei dies automatisch erfolgen kann. Im Schritt IIIc wird dann die gespeicherte Kontur mit einem automatischen Verfahren im Prüfbild PB gesucht und ihre Position, Lage und Größenabweichung im Verhältnis zu dem im Verfahrensschritt IIa im Speicher hinterlegten Kontur-Verlauf des Referenz-Prüfobjekts bestimmt. Die Positions-, Lage- und Größenabweichung können dann genutzt werden, um im Verfahrensschritt III d aus dem Speicher die im Verfahrensschritt II b

5 hinterlegten einfachen geometrischen Prüfstreckenabschnitte bzw. die dort hinterlegten Forminformationen und Informationen über die Position, Lage und Größe dieser geometrischen Objekte zu nutzen und bezüglich ihrer Position, Lage und Größe an die Kontur im aktuellen Prüfbild anzupassen.

Im Verfahrensschritt IIIe können dann zunächst die durch die einzelnen einfachen geometrischen Prüfstreckenabschnitte gebildeten Prüfstreckenbereiche, welche in die erste Prüfstreckenbereichsklasse fallen, automatisch geprüft werden.

10 Eine solche automatische Prüfung wird anhand von Figur 5 erläutert, in der analog zu Figur 1 ein Teil eines Prüfobjekts O mit einer Kontur K dargestellt ist. Hierbei wird der Prüfstreckenabschnitt SB1 entlang der Kontur K in einer Scan-Richtung x mit Prüfwerten PZ belegt, welche sich jeweils um ein bestimmtes Maß überlappen. Dabei werden möglichst
15 kreisrunde Prüfwerten PZ verwendet. Während der Prüfung wird also eine Prüfwertenstruktur ZS1 mit lauter äquidistanten, kreisförmigen Prüfwerten PZ entlang des Prüfstreckenbereichs SB aufgebaut. Für jede dieser Prüfwerten PZ wird dann ein mittlerer Grauwert als Prüfparameterwert PPW ermittelt. Bei einem mittleren Grauwert bzw. mittleren Intensitätswert
20 handelt es sich einfach um den Mittelwert aller Intensitätswerte der einzelnen in die Prüfwerte PZ fallenden Bildpixel. Diese Ausgangs-Prüfparameterwerte PPW sind direkt in der Zeile unterhalb der Darstellung der Prüfwertenstruktur ZS1 in Figur 5 beispielhaft aufgeführt. Wie dort ebenfalls dargestellt ist, werden im vorliegenden Fall jeweils vier
25 benachbarte Prüfwerten PZ zu Prüfwerteneinheiten PZE zusammengefasst, wobei sich zwei benachbarte Prüfwerteneinheiten PZE jeweils genau um eine Prüfwerte PZ überlappen, d. h. die Prüfwerteneinheiten PZE werden mit einem Vorschub von drei Prüfwerten PZ in Scan-Richtung x verschoben. Für jede Prüfwerteneinheit PZE wird dann ein maximaler
30 mittlerer Intensitätsabweichungswert AW ermittelt, d. h. es wird die Differenz des maximalen Intensitätsmittelwerts PPW und des minimalen Intensitätsmittelwerts PPW der Prüfwerten PZ der jeweiligen

Prüfzelleneinheit PZE ermittelt. Dies ergibt die Werte in der dritten Zeile. Diese Intensitätsabweichungswerte AW werden dann mit einem Schwellenwert SW verglichen, was in dem Diagramm unten in Figur 5 dargestellt ist. Liegt der Intensitätsabweichungswert AW einer
5 Prüfzelleneinheit oberhalb des vorgegebenen Schwellenwerts, so wird dies als Fehler detektiert. Liegt der Intensitätsabweichungswert AW unterhalb des Schwellenwerts, so ist dieser Bereich der Kontur in Ordnung.

Die Größe der Prüfzellen PZ, die Anzahl der Prüfzellen PZ auf dem
10 Prüfstreckenbereich SB1 bzw. die Dichte der Prüfzellen PZ und somit deren Überlapp, die Anzahl der Prüfzellen PZ innerhalb einer Prüfzelleneinheit PZE sowie der Prüfzellenvorschub und der Schwellenwert SW können u. a. als Prüfregeln beispielsweise von einem Bediener zuvor eingestellt und an die jeweilige Prüfaufgabe bzw. die
15 gewünschte Empfindlichkeit der Fehlerprüfung angepasst werden.

Es ist hier zu bemerken, dass die endseitigen Prüfzellen PZ jeweils so gesetzt werden, dass ihre Kanten exakt auf dem Ende des Prüfstreckenbereichs SB1 liegen. Das heißt, dass bei einer automatischen Festlegung der Prüfstrecke solche Prüfstreckenbereiche SB1 auch direkt
20 bis an eine Ecke des Objekts herangeführt werden können, ohne dass es dadurch zu falsch erkannten Fehlermeldungen kommt, dass Prüfzellen unbeabsichtigt in Scan-Richtung x seitlich über die Kontur K hinausragen.

Wie bereits eingangs erläutert, arbeitet ein solches Prüfverfahren sehr gut, wenn damit ein möglichst gerader oder leicht gebogener Prüfstreckenbereich abgefahren wird. Dieses Verfahren ist jedoch nicht so gut für
25 Prüfstreckenbereiche mit besonders markanten Strukturen geeignet, welche deshalb hier bereits im Einlernvorgang in andere Prüfstreckenbereichsklassen einsortiert wurden. Für diese anderen Prüfstreckenbereiche wurden ja schon im Verfahrensschritt Ih extra separate
30 Prüfzellenstrukturen ermittelt und im Verfahrensschritt IIc in einem Speicher hinterlegt. Diese Prüfzellenstrukturen werden nun im

Verfahrensschritt IIIf wieder aus dem Speicher ausgelesen und an die entsprechenden markanten Prüfstreckenbereiche der Prüfstrecke im aktuell zu prüfenden Prüfbild angepasst, wobei die Position und Lage dieser einzelnen Prü fzellen, vorzugsweise aber nicht deren Größe, angepasst werden.

Anhand der Figuren 6 bis 9c werden nun beispielhaft bestimmte markante Konturen erläutert, die zu Prüfstreckenbereichen führen, die in bestimmte gesondert zu behandelnde Prüfstreckenbereichsklassen fallen.

Figur 6 zeigt dabei einen Fall, in dem ein Prüfstreckenabschnitt eine Krümmung mit einem Radius r unterhalb eines vorgegebenen Grenzzadius aufweist. Ein solcher Prüfstreckenabschnitt ist als gesonderter Prüfstreckenbereich SB3 zu klassifizieren, da hier das anhand von Figur 5 erläuterte Verfahren nicht besonders gut zur Prüfung geeignet ist. Daher wird beispielsweise über diesen Prüfstreckenbereich SB3 manuell oder automatisch im Referenz-Prüfbild eine geeignete Prü fzellenstruktur ZS2 gelegt, wobei auch hier darauf geachtet wird, dass die äußersten Prü fzellen jeweils genau mit dem Prüfstreckenabschnitt bzw. Prüfstreckenbereich SB3 enden.

Figur 7 zeigt einen weiteren Fall, bei dem bestimmte Abschnitte der Prüfstrecke PS besonders kurz sind. Dies sind hier die Prüfstreckenabschnitte SB5 und SB3, die folglich aus diesem Grunde als besondere Prüfstreckenbereiche SB5, SB3 zu klassifizieren und gesondert zu behandeln sind. Die Klassifizierung kann gemäß der Klassifizierungsregeln daher so erfolgen, dass geprüft wird, ob ein Prüfstreckenabschnitt eine Länge aufweist, die unterhalb eines vorgegebenen Grenzwerts ist, beispielsweise eineinhalb Mal dem Durchmesser der Prü fzellen, wie sie an den nicht markanten Stellen eingesetzt werden sollen. Auch hier ist eine manuelle Vorgabe einzelner Prü fzellen innerhalb eines Referenz-Prüfbilds sinnvoll. Es ist zu beachten, dass Prüfstreckenbereich SB3 schon als Prüfstreckenbereich mit zu kleinem Radius gesondert zu behandeln ist. Dies Beispiel zeigt, dass ein

Prüfstreckenbereich auch in verschiedenen Prüfstreckenbereichsklassen fallen könnte, wobei in den Prüfregeleln festgelegt ist, nach welchen Prüfregeleln für welche Prüfstreckenbereichsklasse eine weitere Behandlung dieses Prüfstreckenbereichs erfolgen sollte. Auf der rechten Seite von Figur 7 ist eine entsprechende Prüzfzellenstruktur für einen solchen kurzen Prüfstreckenbereich SB5 dargestellt. Gezeigt ist hier auch noch einmal die Prüzfzellenstruktur für den zu stark gekrümmten Prüfstreckenbereich SB3 sowie die Behandlung eines Übergangsbereichs SB6 zwischen den benachbarten Prüzfzellenbereichen SB5 und SB3, der hier durch eine einzelne Prüzfzelle, die sozusagen eine eigenständige Prüzfzellenstruktur ZS4 bildet, dargestellt ist. Die Behandlung solcher Sprungübergänge wird aber noch nachfolgend anhand der Figuren 9a bis 9c genauer erläutert.

Figur 8 zeigt eine weitere Prüfstreckenbereichsklasse eines Übergangs zwischen zwei Prüfstreckenabschnitten SB8, SB10, die unter einem spitzen Winkel α aufeinander stoßen, der kleiner als ein vorgegebener Grenzwinkel ist. Das heißt, der Prüfstreckenbereich SB9 wird durch die Endbereiche der unter dem spitzen Winkel α aneinander stoßenden, durch gerade Prüfstreckenabschnitte gebildeten Prüfbereiche SB8, SB10 gebildet. Auch an solchen Ecken ist eine durchgehende Prüfung mit dem in Figur 5 erläuterten automatischen Verfahren in ausreichend guter Form nicht möglich. Daher wird hier vorzugsweise ebenfalls manuell oder automatisch eine Prüzfzellenstruktur gemäß einer vorgegebenen Prüfregelel definiert, die wiederum auf der rechten Seite von Figur 8 dargestellt ist. Gemäß der in dieser Prüfstreckenbereichsklasse festgelegten Prüfregelel wird unmittelbar auf den Grenzpunkt eine Prüzfzelle gelegt und weitere Prüzfzellen laufen seitlich in die anderen Prüfbereiche SB8, SB10 hinein.

Die Figur 9a zeigt schließlich einen Fall für eine Prüfbereichsklasse, die durch Prüfbereiche gebildet wird, die einen Sprung zwischen zwei angrenzenden Prüfstreckenabschnitten umfassen. Hier sind dies die Prüfstreckenabschnitte SB11 und SB13, welche jeweils für sich einen Prüfbereich SB11, SB13 bilden. Der Abstand a zwischen den Enden

dieser Prüfstreckenabschnitte ist größer als ein vorgegebener Grenzabstand. Daher muss dieser als gesonderter Prüfbereich SB12 klassifiziert werden. Auch hier wird gemäß einer bestimmten, vorher festgelegten Prüfregel eine Prüfwelle gesetzt, die diesen Abstand a überbrückt. Die Welle wird hierbei so gelegt, dass ihr Mittelpunkt auf der Mitte der Linie liegt, die die Enden der Prüfstreckenbereiche SB11, SB13 verbindet. Zudem werden wieder weitere Prüfwellen gesetzt, die in die angrenzenden Prüfbereiche SB11, SB13 jeweils hineinlaufen. Eine solche Prüfwellenstruktur ZS6 ist auf der rechten Seite von Figur 9a dargestellt.

- 10 Die Figuren 9b und 9c zeigen Situationen, in denen der Abstand a noch größer ist. Figur 9b zeigt einen Fall, bei dem der Abstand a größer als ein weiter gesetzter zweiter Grenzabstand liegt. In diesem Fall werden zwei Wellen gesetzt, die jeweils ihren Mittelpunkt am Endpunkt der beiden mit Abstand voneinander liegenden Prüfstreckenabschnitte SB11, SB13 haben, und es werden wiederum Wellen gesetzt, die in die angrenzenden Prüfbereiche SB11, SB13 hineinlaufen. Figur 9c zeigt schließlich einen Fall, bei dem der Abstand a einen noch weiter gefassten Grenzabstand überschreitet. In diesem Fall werden drei Prüfwellen gesetzt, eine mittig auf der Verbindungslinie zwischen den Enden der Prüfstreckenabschnitte SB11, SB13 und jeweils eine Welle an den beiden Endpunkten der Prüfstreckenabschnitte SB11, SB13 sowie wie üblich weitere Prüfwellen, die in die Prüfstreckenabschnitte SB11, SB13 hineinlaufen.

Wie bereits erläutert, werden die gemäß den vorgegebenen Prüfregeln innerhalb des Referenz-Prüfbilds manuell oder automatisch gesetzten Prüfwellenstrukturen als Referenz-Prüfwellenstrukturen unmittelbar für die spätere Prüfung auch übernommen und lediglich hinsichtlich ihrer Position etwas an das aktuelle Prüfbild angepasst. Daher sind die in den Figuren 6 bis 9a dargestellten Referenz-Prüfwellenstrukturen RZS2, RZS3, RZS4, RZS5, RZS6, RZS7, RZS8 gleichzeitig auch die Prüfwellenstrukturen ZS2, ZS3, ZS4, ZS5, ZS6, ZS7, ZS8, so dass in den Figuren die Prüfwellenstrukturen jeweils mit entsprechenden doppelten Bezugsziffern versehen wurden.

Im Verfahrensschritt IIIg gemäß Figur 2 werden dann aus dem Speicher schließlich die Referenzwerte ermittelt, die im Verfahrensschritt IIc ebenfalls dort hinterlegt worden sind, und zur Prüfung markanter Prüfstreckenbereiche mit Hilfe der vom Referenz-Prüfbild übernommenen Prüfwellenstrukturen herangezogen. Auch hierfür können verschiedenste Prüfwellenstrukturen genutzt werden. Beispielsweise können als Referenzwerte für jede einzelne Zelle ein mittlerer Intensitätswert sowie zusätzlich eine Differenz des mittleren Intensitätswerts zur jeweiligen Nachbarprüfwelle hinterlegt worden sein. Genau diese Werte werden dann auch bei der eigentlichen Prüfung für die einzelnen Prüfwellen ermittelt. Bei einer Auswertung im Rahmen der Prüfung kann dann ein Vergleich des mittleren Intensitätswerts jeder Prüfwelle mit dem eingelernten Referenzwert erfolgen. Ebenso ist aber auch ein Vergleich des mittleren Referenzwerts mit einem absoluten Schwellenwert für jede einzelne Prüfwelle möglich. Weiterhin ist auch ein Vergleich der mittleren Intensitätswerte zu den benachbarten Prüfwellen gegenüber entsprechenden Messwerten bzw. Differenzwerten eines eingelernten Referenzbildes möglich. Bei den genannten Prüfwellen handelt es sich lediglich um Beispiele, wobei auch eine Kombination der verschiedensten Prüfwellen angewandt werden kann. Letztlich sollte die genaue Festlegung der Prüfwelle in Abhängigkeit von dem zu prüfenden Objekt bzw. der konkreten Kontur sowie den darin speziellen auftretenden markanten Stellen- bzw. Prüfbereichen und der gewünschten Empfindlichkeit der Prüfung erfolgen.

In einem Verfahrensschritt IIIh wird dann schließlich das Prüfergebn ausgegeben, beispielsweise in Form eines optischen und/oder akustischen Warnsignals einem Bediener angezeigt und/oder es wird ein Steuersignal ausgegeben, um ein fehlerhaftes Prüfobjekt auszusortieren.

Anhand der Figuren 10a bis 10c wird noch einmal dargestellt, wie bestimmte Prüfstreckenbereiche einer Prüfstrecke PS gemäß unterschiedlichen Prüfwellen geprüft werden können. In Figur 10a ist dabei ein Abschnitt eines Sägezahns des in Figur 3 und 4 bereits dargestellten Prüfobjekts gezeigt. Die Kontur wurde in zwei gerade

Konturabschnitte und einen die Spitze abbildenden, sehr stark gekrümmten Konturabschnitt aufgeteilt. Diese Spitze, welche den stark gekrümmten Konturabschnitt enthält, bildet einen Prüfbereich, welcher in eine gesonderte Prüfbereichsklasse einklassifiziert wird. Hier erfolgte während des Einlernvorgangs anhand eines Referenzprüfbilds beispielsweise eine manuelle Positionierung einer Referenz-Prüfzellenstruktur RZS9, wobei insbesondere an die Spitze genau eine Prüfzelle PZ gelegt wird und weitere Prüfzellen in die geraden Konturabschnitte hineinragen, so dass sie die an die Spitze angrenzenden Prüfstreckenbereiche der Referenz-Prüfstrecke RPS des Referenz-Prüfobjekts RO überlappen.

Figur 10b zeigt, wie die Prüfung am späteren Prüfobjekt O entlang dieser geraden Prüfstreckenbereiche mit Hilfe des Aufbaus einer einfachen automatischen Prüfzellenstruktur ZS1 erfolgt, wie sie bereits anhand von Figur 5 erläutert wurde.

Figur 10c zeigt schließlich, wie nachfolgend im Prüfobjekt O eine Prüfung der im in Figur 10b dargestellten Verfahrensschritt bisher nicht geprüften Spitze erfolgt, indem die im in Figur 10a dargestellten Einlernschritt erstellte Referenz-Prüfzellenstruktur RZS9 übernommen und an die Spitze des Prüfobjekts O angepasst wird und mit Hilfe dieser Prüfzellenstruktur ZS9 dann die Prüfung der Spitze erfolgt. Durch den Überlapp der Prüfzellenstrukturen ZS9 sowie ZS1 ist dafür gesorgt, dass die gesamte Kontur der Sägezahnspitze geprüft ist.

Wie bereits mehrfach erläutert, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Prüfzellen so ausgebildet sind, dass sie möglichst gut eine Kreisform approximieren. Wie gut eine solche Annäherung an eine Kreisform erfolgen kann, hängt u. a. von der Bildauflösung ab. Besonders bevorzugt erfolgt daher ein Setzen der Prüfzellen im Sub-Pixelbereich. Hierzu wird das Ursprungsbild – wobei es sich je nachdem, ob die Prüfzelle im Referenz-Prüfbild oder im Prüfbild selbst gesetzt wird, um das Referenz-Prüfbild oder das Prüfbild handeln kann – zunächst vergrößert.

Anschließend wird die Prüfwelle PZ eingepasst. In Figur 11 wird das Bild um einen Faktor 4 vergrößert, d. h. jeder Pixel wird durch ein Feld von 4 x 4 Pixel ersetzt, wobei die einzelnen Pixel dieses 4 x 4-Feldes jeweils den Intensitätswert des betreffenden Pixels im Ursprungsbild erhalten. Wie in

5 Figur 11 gut zu sehen ist, kann der Kreis also so gesetzt werden, dass er auch mittig durch die Ursprungspixel verläuft. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass Randpixel mit niedrigem Rechenaufwand gut gewichtet werden können. Dadurch kann insbesondere auch die Prüfwelle selbst im Verhältnis zu der Kontur kleiner gemacht werden, da eine

10 Fehlpositionierung um einen einzelnen Pixel nicht so viel Einfluss hat. Mit kleineren Zellen können aber wiederum feinere Fehler gefunden werden, so dass dieses Verfahren auch zur Verbesserung der Fehlererkennung beiträgt.

Anhand von Figur 12 wird nun noch schematisch ein möglicher Aufbau eines erfindungsgemäßen Prüfsystems erläutert.

15

Ein zentraler Bestandteil des Prüfsystems gemäß Figur 12 ist eine Rechereinheit 10, an welche eine CCD-Kamera 2 als Bildsensoreinheit 2 mit einem Objektiv 3 angeschlossen ist. Während einer automatischen Prüfung von Konturen werden die Prüfobjekte O mit Hilfe einer geeigneten

20 Positioniereinrichtung bzw. Transporteinrichtung (nicht dargestellt) an einer definierten Stelle im Aufnahmebereich der Kamera 2 positioniert. Beispielsweise kann die Kamera 2 direkt an oder über einem Transportband einer Produktionsstraße angeordnet sein. Bei einem Einlernen wird passend zur Kamera 2 ein Referenzobjekt RO positioniert

25 und so ein Referenz-Prüfbild RPB aufgezeichnet.

Die Kamera 2 wird von einer Bildaufnahmeeinheit 11, beispielsweise einem sog. „Frame-Grabber“ 11 angesteuert. Erhält dieser Frame-Grabber 11 von einem Steuerprogramm, welches auf einer CPU 14 der Rechereinheit 10 abläuft, ein Triggersignal TS, so liest der Frame-Grabber 11 ein aktuell von der CCD-Kamera 2 erfasstes Prüfbild PB bzw.

30 Referenz-Prüfbild RPB aus und hinterlegt dieses in einem Arbeitsspeicher

12 der Rechneinheit 10. Die CPU 14 hat wiederum Zugriff auf diesen Arbeitsspeicher 12.

Weiter sind an die Rechneinheit 2 über Ein-/Ausgabeschnittstellen, beispielsweise übliche COM-Schnittstellen, LPT-Schnittstellen, USB-Schnittstellen oder andere digitale Input- und/oder Output-Schnittstellen, welche hier als ein Schnittstellenblock 13 dargestellt sind, ein Monitor 4 und ein oder mehrere Eingabegeräte 5, beispielsweise eine Maus, ein Keyboard etc. angeschlossen, die gemeinsam eine Benutzerschnittstelle 6 mit einer graphischen Benutzeroberfläche bilden. Auch die Ein-/Ausgabeschnittstellen 13 sind mit der CPU 14 verbunden. Außerdem besitzt die Rechneinheit 10 einen Permanentspeicher 15, beispielsweise einen Festplattenspeicher 15, auf welchen die CPU 14 ebenfalls Zugriff hat.

In Form von Softwaremodulen ist auf der CPU 14 u. a. ein Prüfmodul 20 installiert, welches verschiedene zum Aufbau des erfindungsgemäßen Prüfsystems benötigte Softwaremodule umfasst. Hierzu gehört ein Bildvorverarbeitungsmodul 21, welches beispielsweise dafür sorgt, dass mit Hilfe von bekannten Bildverarbeitungsalgorithmen im Prüfbild oder Referenz-Prüfbild eine Kontur extrahiert werden kann. Dieses Bildvorverarbeitungsmodul 21 kann auch über die Benutzerschnittstelle 6 angesteuert werden und es kann beispielsweise hiermit vom Bediener oder automatisch ein zu prüfender Bereich im Bild ausgewählt werden. In dem Bildvorverarbeitungsmodul 21 kann auch die Kontur bereits geglättet werden.

Die so ermittelte Kontur wird dann an das eigentliche Bildverarbeitungsmodul 22 übergeben. Dieses Bildverarbeitungsmodul 22 weist als Untereinheit zunächst eine Prüfstrecken-Ermittlungseinheit 23 auf, welche eine möglichst gut an die Kontur angepasste Prüfstrecke ermittelt. Teil dieser Prüfstrecken-Ermittlungseinheit 23 ist eine Prüfstrecken-Klassifizierungseinheit 24, welche beispielsweise bei einem Referenz-Prüfbild RFB die Prüfstrecke durch das bereits anhand von Figur 2 beschriebenen Verfahren im Einlernvorgang ermittelt und nach

bestimmten Klassifizierungsregeln KR, die beispielsweise im Speicher 15 hinterlegt sind, einzelne Prüfstreckenbereiche in Prüfstreckenbereichsklassen BK klassifiziert bzw. einsortiert und entsprechend im Speicher 15 hinterlegt. Bei der eigentlichen Prüfung von Prüfobjekten O kann diese Prüfstrecken-Ermittlungseinheit 23 auch dazu dienen, eine bereits hinterlegte Referenz-Prüfstrecke RPS bzw. die durch die Referenz-Prüfstrecke RPS umfassten Prüfstreckenbereiche an eine Kontur des aktuellen Prüfbilds anzupassen.

Eine Prüfczellenermittlungseinheit 25 dient dann dazu, an die Prüfstrecke (bzw. im Einlernfall an die Referenz-Prüfstrecke) eine Prüfczellenstruktur gemäß der vorgegebenen Prüfcregeln PR, welche ebenfalls im Speicher 15 hinterlegt sind, anzupassen. Diese Prüfczellenermittlungseinheit 25 kann beispielsweise auch über die Benutzerschnittstelle 6 angesteuert werden, um so manuell in bestimmten markanten Bereichen Prüfczellenstrukturen zu definieren. Im Übrigen ist diese Prüfczellenermittlungseinheit 25 aber auch in der Lage, gemäß den vorgegebenen Prüfcregeln PR automatisch Prüfczellen zu definieren, insbesondere im Rahmen einer Prüfung von einfachen geraden Abschnitten gemäß den zuvor beschriebenen Prüfstreckenbereichen der ersten Prüfstreckenbereichsklasse. Diese Prüfczellenermittlungseinheit weist außerdem eine Prüfczellenstruktur-Übernahme- und -Anpassungseinheit 26 auf, um Referenz-Prüfczellenstrukturen RPS, welche im Einlernvorgang im Speicher 15 für ein bestimmtes Referenzobjekt hinterlegt worden sind, zu übernehmen und an ein aktuelles Prüfobjekt O bzw. die aktuell zu prüfende Kontur anzupassen. Eine Prüfcereinheit 27 dient dann dazu, auf Basis der festgelegten Prüfczellenstrukturen die Kontur zu prüfen, wie dies zuvor bereits ausführlich erläutert wurde.

Eine Ausgabeinheit 28 sorgt schließlich für eine Ausgabe des Prüfcergebnisses, beispielsweise in der Form, dass der Benutzer über die Benutzerschnittstelle 6 durch Ausgabe eines akustischen und/oder optischen Signals gewarnt wird, wenn ein fehlerhaftes Prüfobjekt O detektiert wurde. Außerdem kann über die Eingabe- und

Ausgabeschnittstellen 13 auch ein Steuersignal STS ausgegeben werden, welches beispielsweise eine Aussortiereinrichtung der (nicht dargestellten) Transporteinrichtung ansteuert, die ein fehlerhaft erkanntes Prüfobjekt aussortiert.

- 5 Es wird abschließend noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei dem in den Figuren dargestellten System sowie den im Zusammenhang damit erläuterten konkreten Verfahren lediglich um Ausführungsbeispiele handelt, welche vom Fachmann in vielfacher Hinsicht variiert werden können, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. So ist
- 10 beispielsweise die Anwendung der Erfindung nicht auf die Prüfung mittels Prüfbildern beschränkt, die mit Lichtwellen im sichtbaren Bereich aufgenommen wurden, sondern als Prüfbilder können auch andere Aufnahmen wie z. B. Infrarotaufnahmen, Röntgenaufnahmen etc. dienen. Es wird außerdem der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, dass die
- 15 Verwendung der unbestimmten Artikel „ein“ bzw. „eine“ nicht ausschließt, dass die betreffenden Merkmale auch mehrfach vorhanden sein können. Die Begriffe „Einheit“ und „Modul“ schließen im Übrigen nicht aus, dass die jeweiligen Komponenten auch aus mehreren ggf. auch räumlich getrennten, zusammenwirkenden Teilkomponenten bestehen können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur optischen Prüfung eines Prüfobjekts (O) mit folgenden Verfahrensschritten:
 - 5 - Erfassung eines Prüfbilds (PB) zumindest von einem Prüfbereich eines zu prüfenden Prüfobjekts (O),
 - Festlegung einer Prüfstrecke (PS) innerhalb des Prüfbilds (PB),
 - Ermitteln von Prüfparameterwerten (PPW) für entlang der Prüfstrecke (PS) definierte Prü fzellen (PZ), welche jeweils eine
10 Anzahl von Bildpunkten umfassen,
 - Detektieren von Abweichungen von vorgegebenen Referenzwerten auf Basis der Prüfparameterwerte (PPW) der Prü fzellen (PZ),
dadurch gekennzeichnet, dass
die Prü fzellen (PZ) jeweils im Wesentlichen eine Kreisform oder eine
15 einen Kreis annähernde konvexe Polygonform mit mindestens fünf Ecken aufweisen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
20 Prüfparameterwerte (PPW) jeweils auf Basis der Intensitätsmittelwerte der Intensitätswerte der einzelnen Bildpunkte der jeweiligen Prü fzelle (PZ) ermittelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
25 zunächst in einem Referenz-Prüfbild (RPB) eine Referenz-Prüfstrecke (RPS) ermittelt wird, auf deren Basis eine Ermittlung einer Prüfstrecke (PS) innerhalb des Prüfbilds (PB) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
30 gekennzeichnet, dass zur Definition von Prü fzellen (PZ) entlang einer Prüfstrecke (PS) oder Referenz-Prüfstrecke (RPS) das Prüfbild (PB) oder Referenz-Prüfbild (RPB) zunächst vergrößert wird und dabei jeder Bildpunkt durch ein Bildpunktfeld ersetzt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfstrecke (PS) entlang einer Kontur (K) des Prüfobjekts (O) verläuft.
- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine an einem Ende eines Prüfstreckenabschnitts (SB1) liegende Prüfzelle (PZ) so definiert wird, dass das betreffende Ende des Prüfstreckenabschnitts (SB1) auf einem Rand der Prüfzelle (PZ) liegt.
- 10
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Prüfstrecke (PS) eine Anzahl von Prüfstreckenbereichen (SB1, SB2, SB3, SB4, SB5, SB6, SB7, SB8, SB9, SB10, SB11, SB12, SB13) umfasst, die jeweils in definierte Prüfstreckenbereichsklassen (BK) gemäß vorgegebenen Klassifizierungsregeln (KR) klassifiziert sind, und dass gemäß für die jeweilige Prüfstreckenbereichsklasse (BK) vorgegebenen Prüfregeln (PR) entlang der Prüfstreckenbereiche (SB1, SB2, SB3, SB4, SB5, SB6, SB7, SB8, SB9, SB10, SB11, SB12, SB13) der Prüfstrecke (PS) jeweils eine aus einer Anzahl von Prüfzellen (PZ) bestehende Prüfzellenstruktur (ZS1, ZS2, ZS3, ZS4, ZS5, ZS6, ZS7, ZS8, ZS9) definiert und Prüfparameterwerte (PPW) für die einzelnen Prüfzellen (PZ) ermittelt werden, und dass eine Prüfung des Prüfobjekts entlang der einzelnen Prüfstreckenbereiche (SB1, SB2, SB3, SB4, SB5, SB6, SB7, SB8, SB9, SB10, SB11, SB12, SB13) auf Basis der Prüfparameterwerte (PPW) der Prüfzellen (PZ) gemäß für die jeweilige Prüfstreckenbereichsklasse (BK) vorgegebenen Prüfregeln (PR) erfolgt.
- 15
- 20
- 25
- 30
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst in einem Referenz-Prüfbild (RPB) entlang eines Prüfstreckenbereichs (SB1, SB2, SB3, SB4, SB5, SB6, SB7, SB8,

- SB9, SB10, SB11, SB12, SB13) der Referenz-Prüfstrecke (RPS) eine Referenz-Prüfzellenstruktur (RZS1, RZS2, RZS3, RZS4, RZS5, RZS6, RZS7, RZS8, RZS9) definiert wird und darauf basierend eine
- 5 Definition einer Prüfzellenstruktur (ZS1, ZS2, ZS3, ZS4, ZS5, ZS6, ZS7, ZS8, ZS9) entlang eines Prüfstreckenbereichs (SB1, SB2, SB3, SB4, SB5, SB6, SB7, SB8, SB9, SB10, SB11, SB12, SB13) der Prüfstrecke (PS) eines aktuell zu prüfenden Prüfobjekts (O) erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf Basis
- 10 von Prüfparameterwerten (PPW) von Prüfzellen (PZ) der Referenz-Prüfzellenstruktur (RZS1, RZS2, RZS3, RZS4, RZS5, RZS6, RZS7, RZS8, RZS9) Referenzwerte (RW) für eine spätere Prüfung eines Prüfobjekts (O) ermittelt werden.
- 15 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass für Prüfstreckenbereiche (SB1, SB8, SB9, SB11, SB13) zumindest einer der Prüfbereichsklassen eine automatische Definition einer Prüfzellenstruktur (ZS1) gemäß einer ersten Prüfzellenstrukturierungsregel erfolgt
- 20 und für Prüfstreckenbereiche (SB2, SB3, SB4, SB5, SB6, SB7, SB10, SB12) zumindest einer anderen der Prüfbereichsklassen eine automatische und/oder manuelle Definition einer Prüfzellenstruktur (ZS2, ZS3, ZS4, ZS5, ZS6, ZS7, ZS8, ZS9) gemäß zumindest einer zweiten Prüfzellenstrukturierungsregel erfolgt.
- 25
11. Prüfsystem (1) zur optischen Prüfung eines Prüfobjekts, mit
- einer Bildsensoreinheit (2) zur Erfassung eines Prüfbilds (PB, RPB) zumindest von einem Prüfbereich eines Prüfobjekts (O, RO),
 - einer Prüfstreckenermittlungseinheit (23) zum Ermitteln einer

30 Prüfstrecke (PS) innerhalb des Prüfbilds,

 - einer Prüfczellenermittlungseinheit (25) zur Definition von jeweils eine Anzahl von Bildpunkten umfassenden Prüfzellen (PZ) entlang

- der Prüfstrecke (PS) und zum Ermitteln von Prüfparameterwerten (PPW) für die einzelnen Prü fzellen (PZ),
- einer Prüfeinheit (27) zum Detektieren von Abweichungen von vorgegebenen Referenzwerten auf Basis der Prüfparameterwerte der Prü fzellen (PZ),
 - einer Ausgabeeinheit (28) zur Ausgabe eines Prüfergebnisses, dadurch gekennzeichnet,
- dass die Prü fzellenermittlungseinheit (25) so ausgebildet ist, dass die Prü fzellen (PZ) jeweils im Wesentlichen eine Kreisform oder eine
- einen Kreis annähernde konvexe Polygonform mit mindestens fünf Ecken aufweisen.
12. Computerprogrammprodukt, welches direkt in einen Speicher einer programmierbaren Rechneinheit (10) eines Prüfsystems (1) ladbar ist, mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10 auszuführen, wenn das Programm auf der Rechneinheit (10) ausgeführt wird.

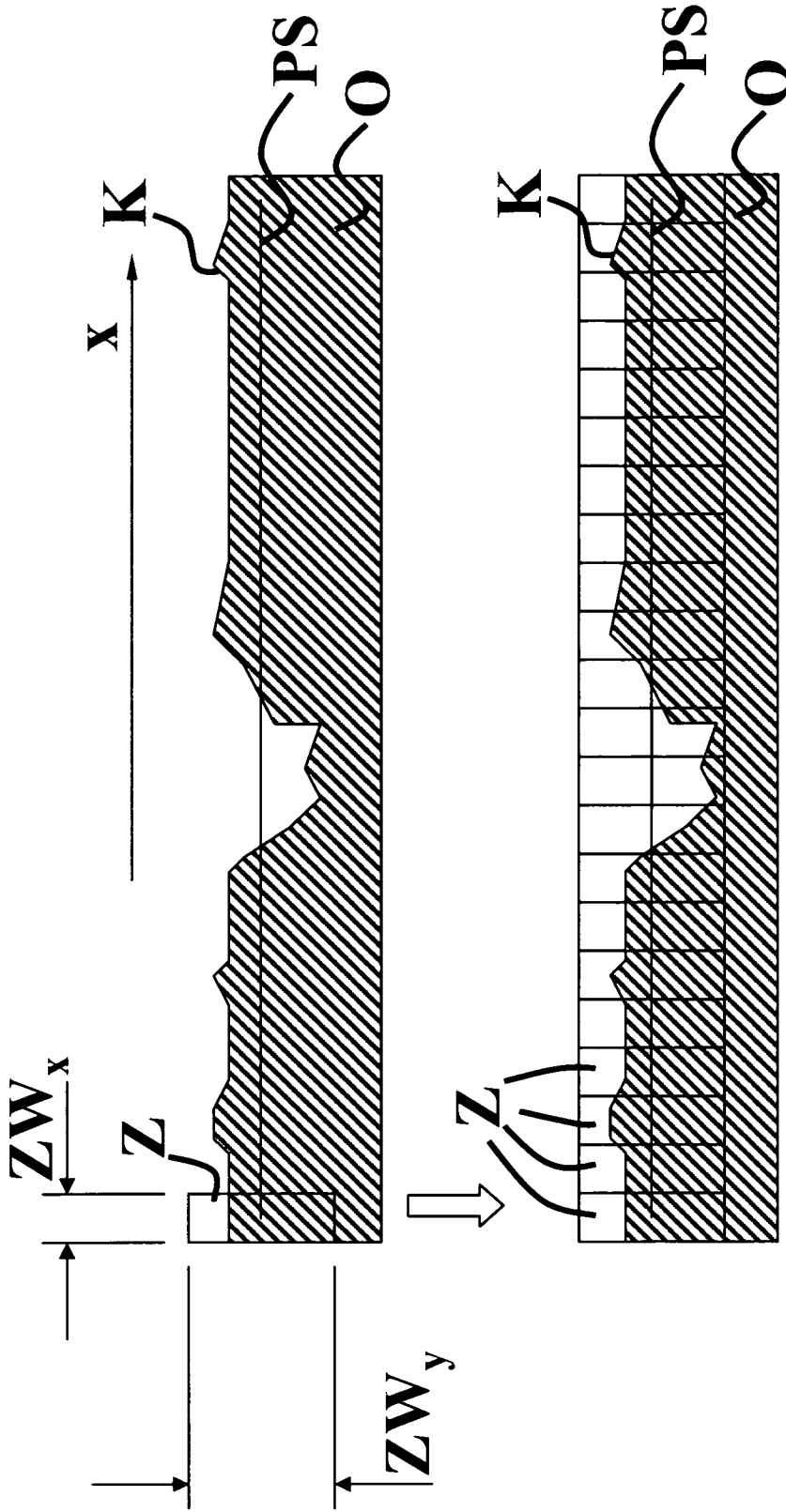


Fig. 1

Stand der Technik

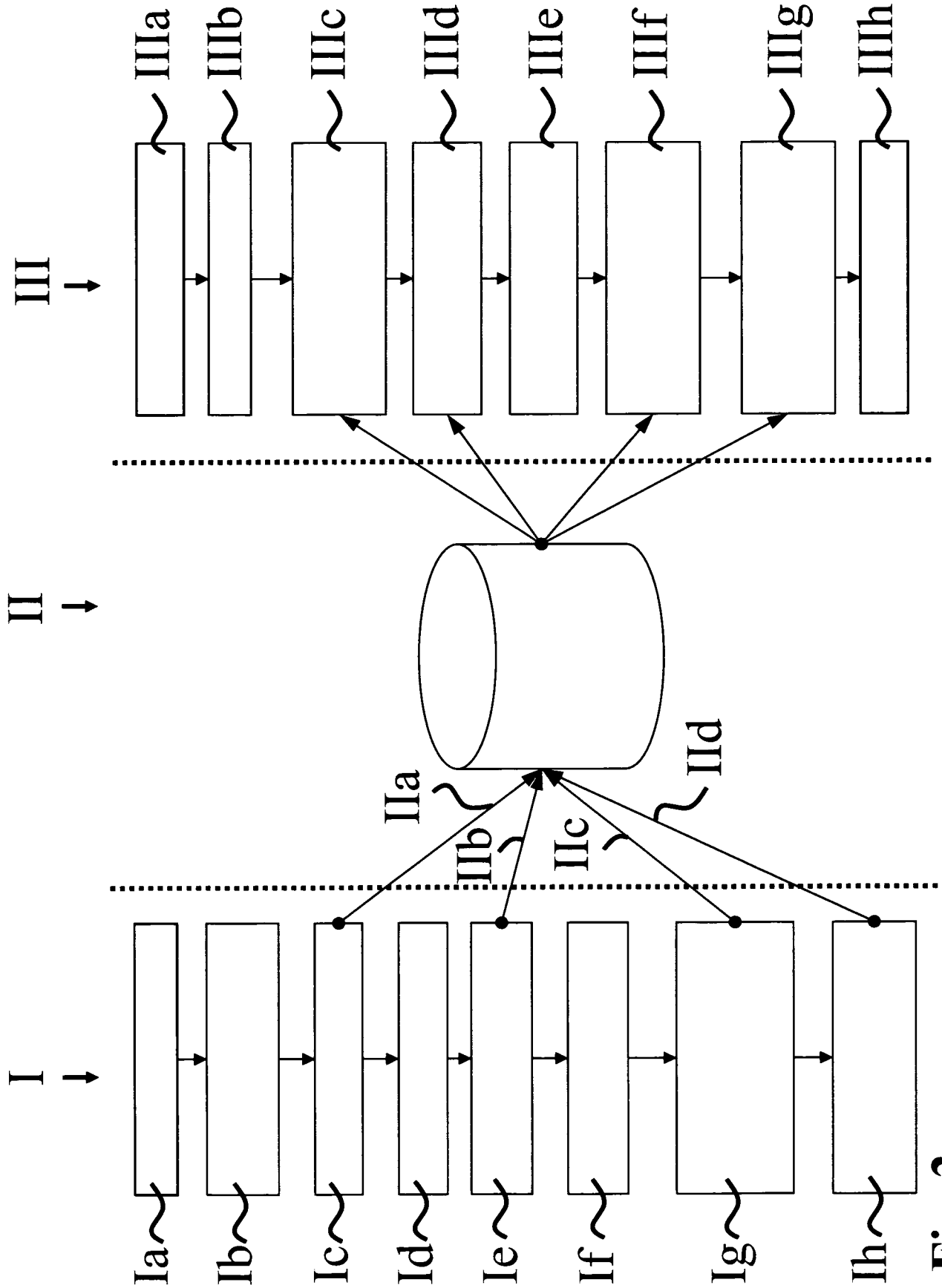


Fig. 2

3/14

RPB

K

RO

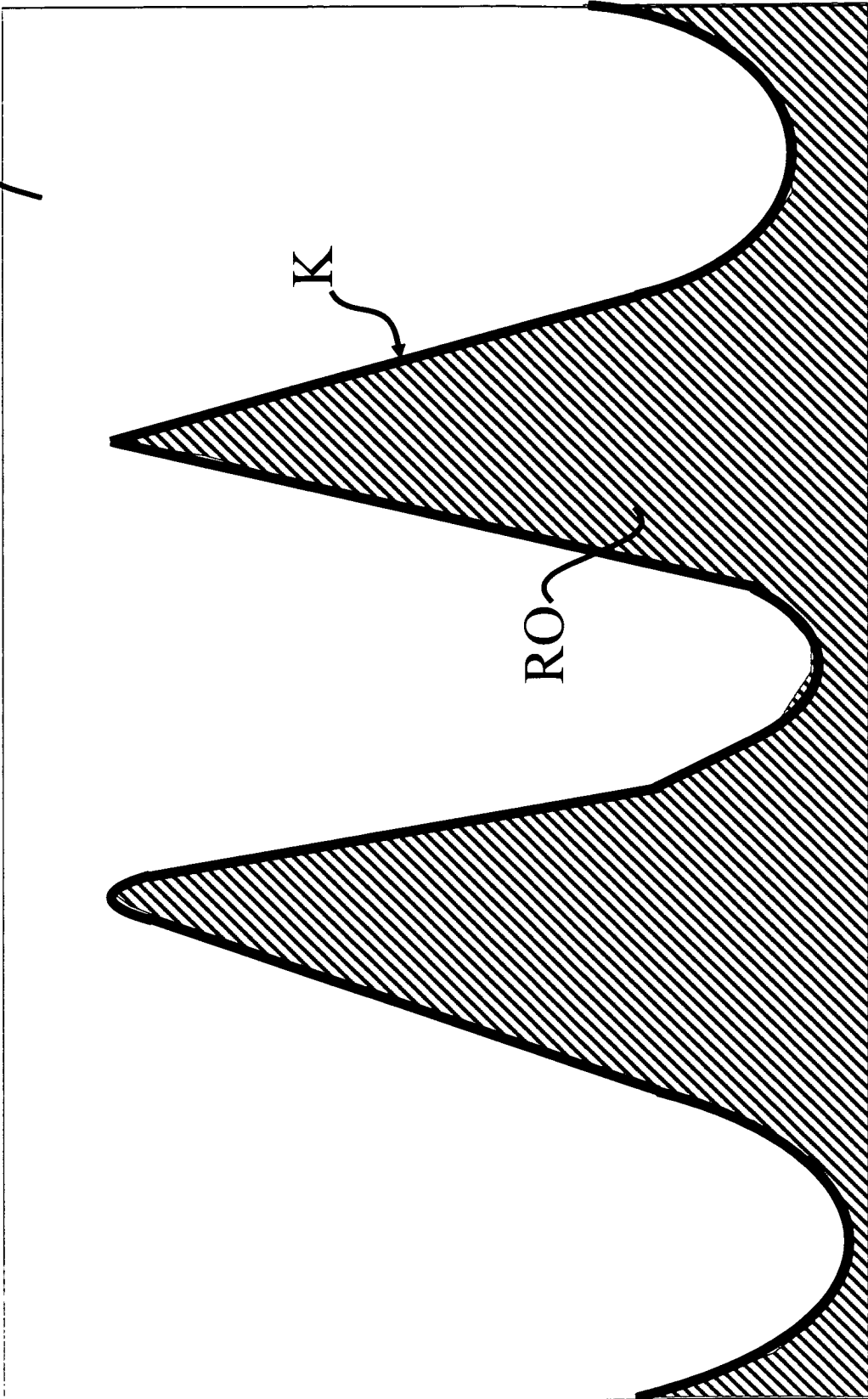


Fig. 3

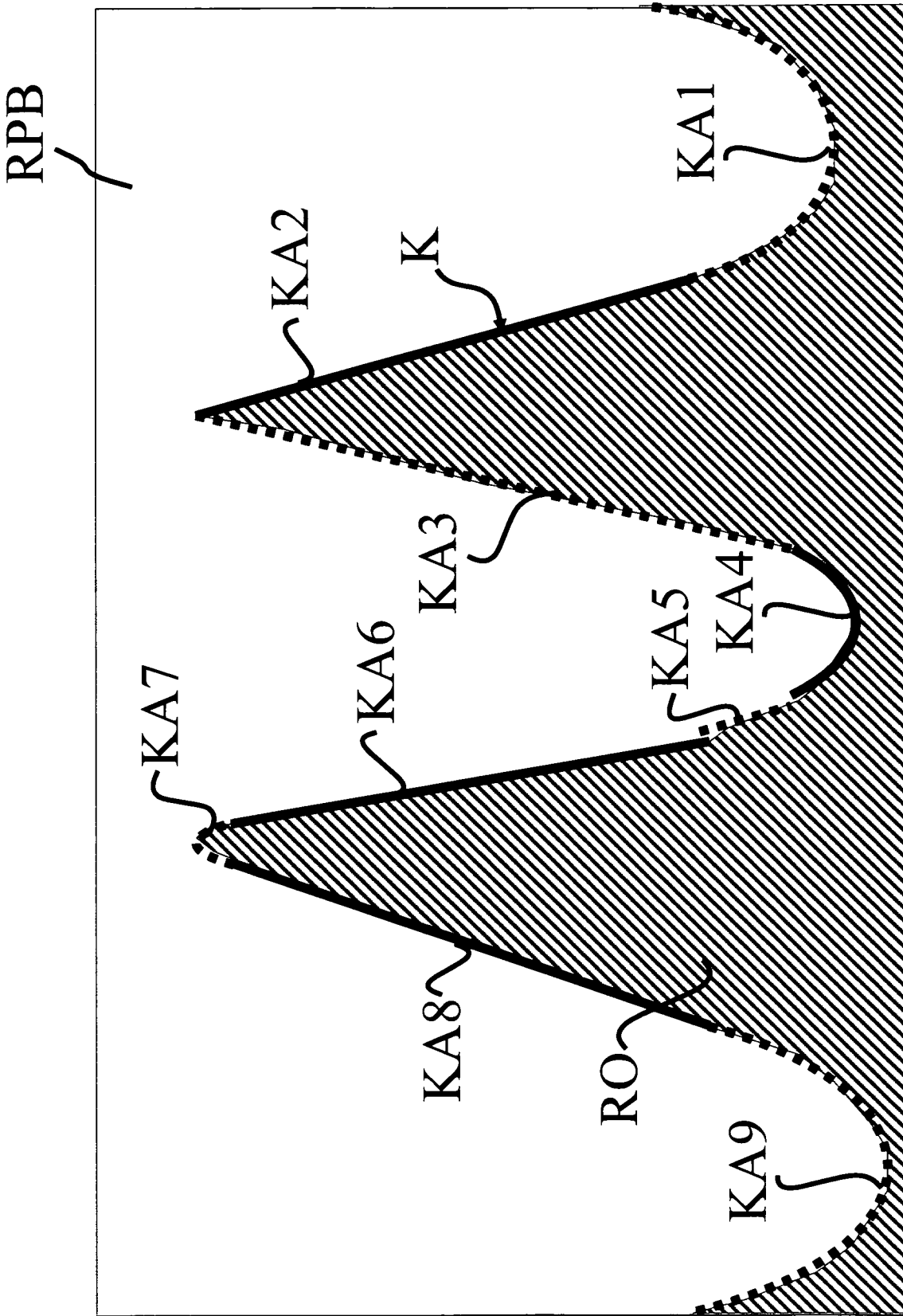


Fig. 4

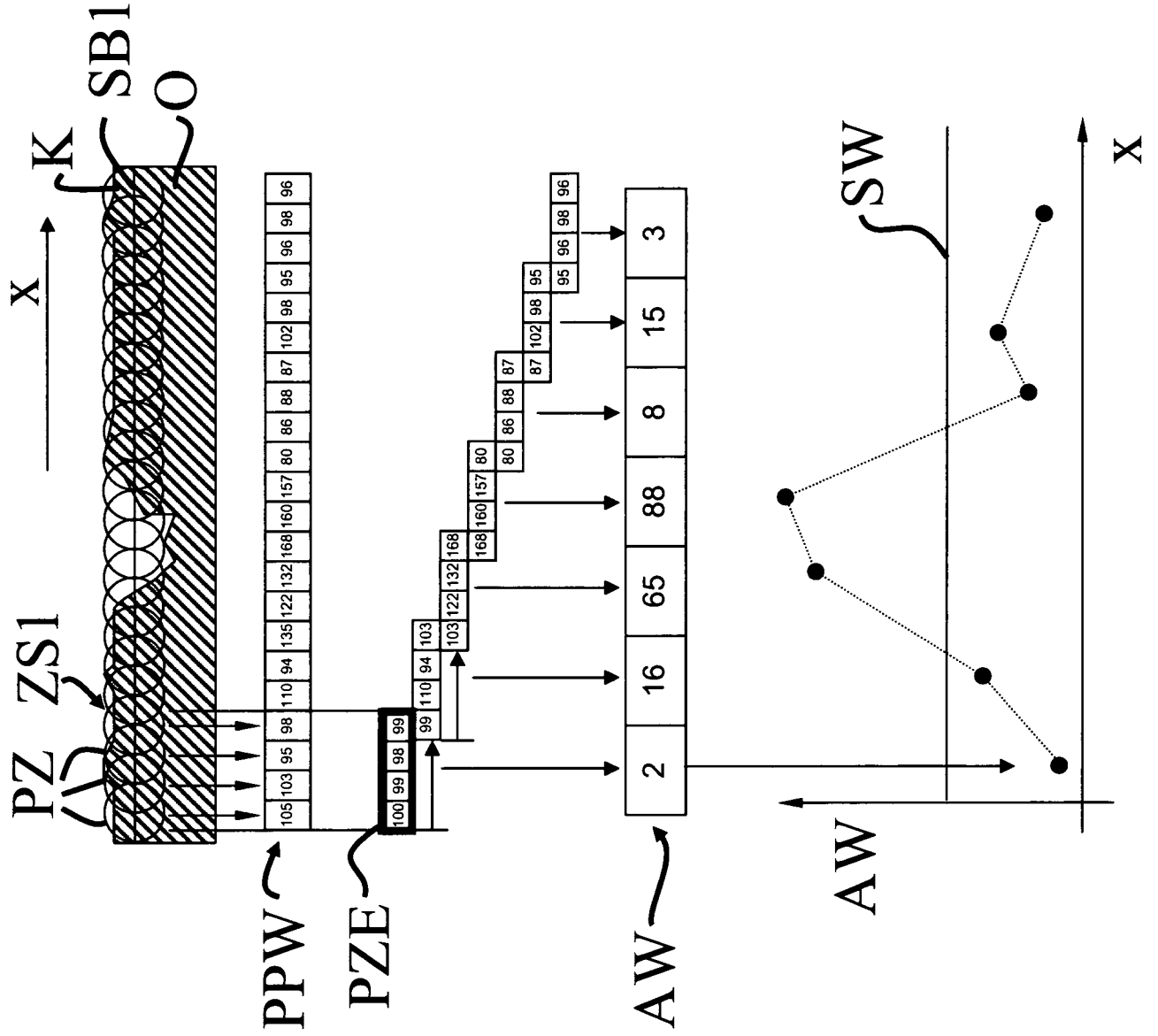


Fig. 5

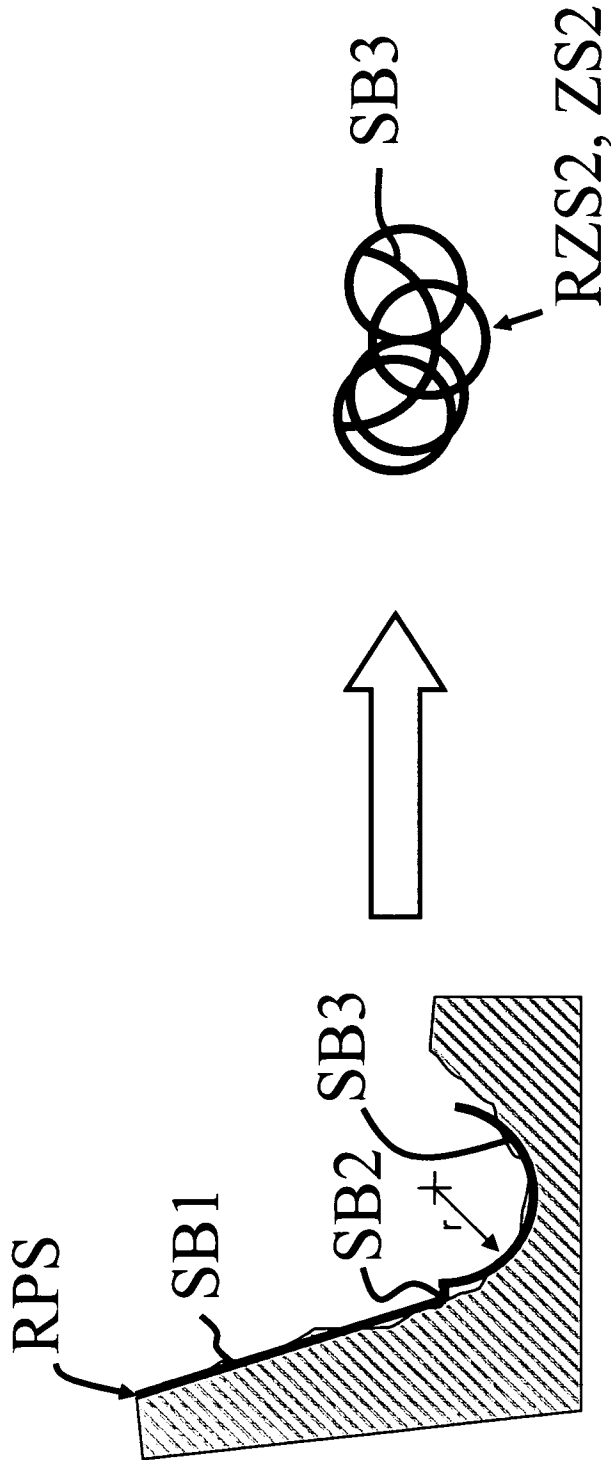


Fig. 6

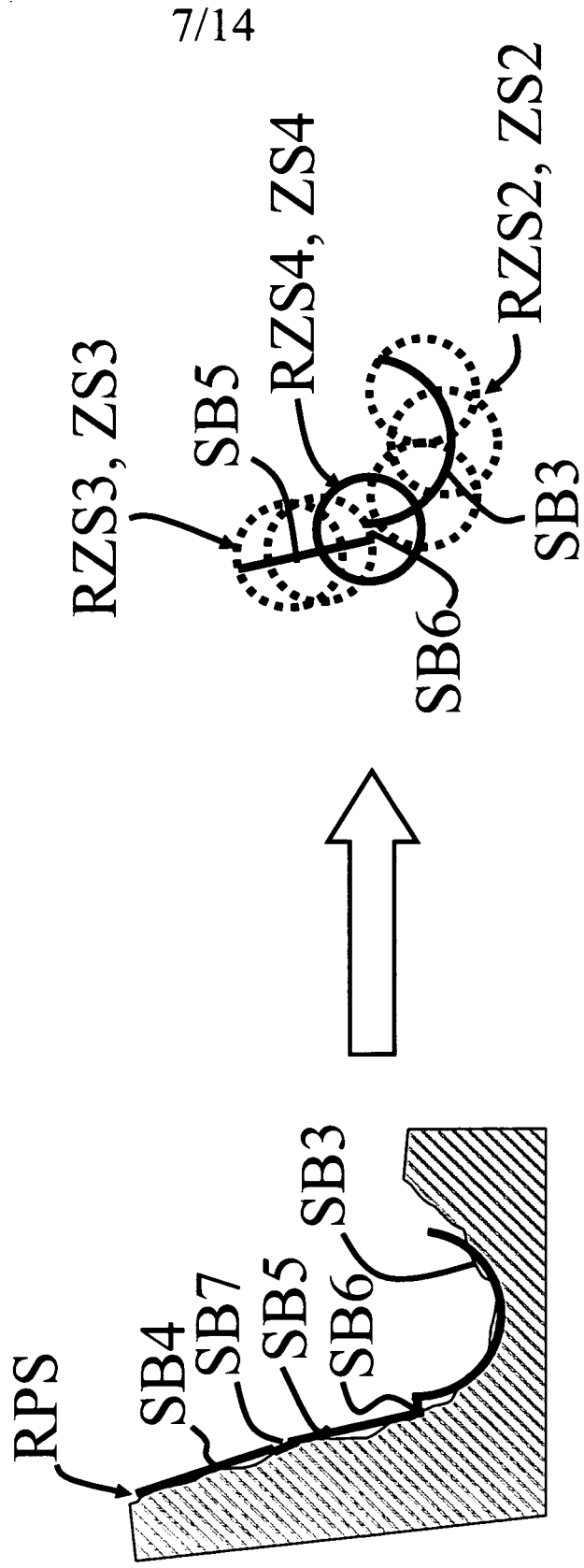


Fig. 7

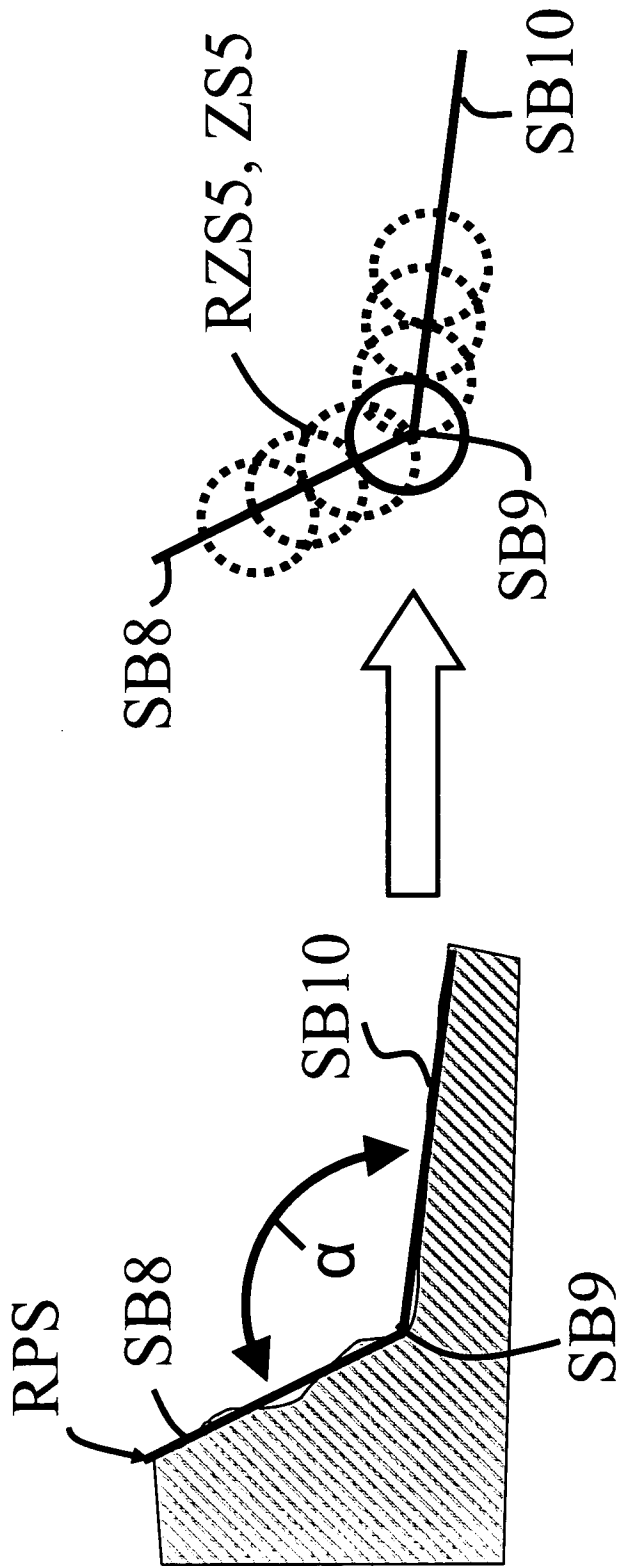


Fig. 8

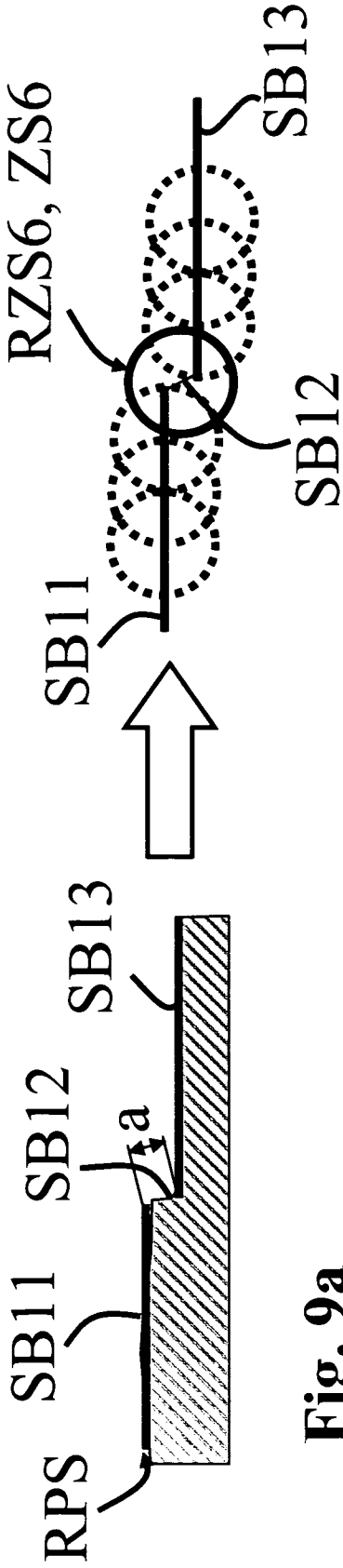


Fig. 9a

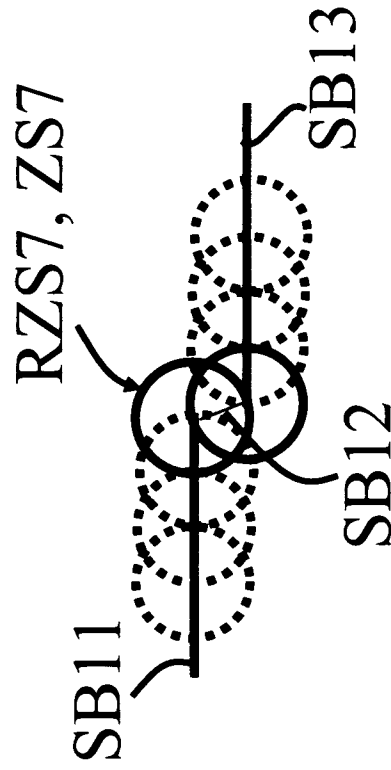


Fig. 9b

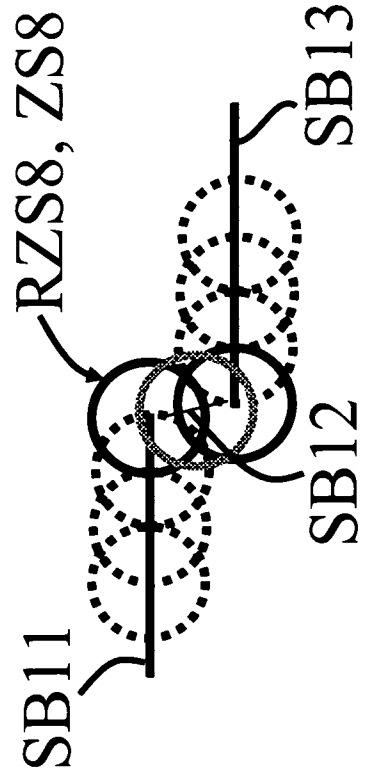


Fig. 9c

10/14

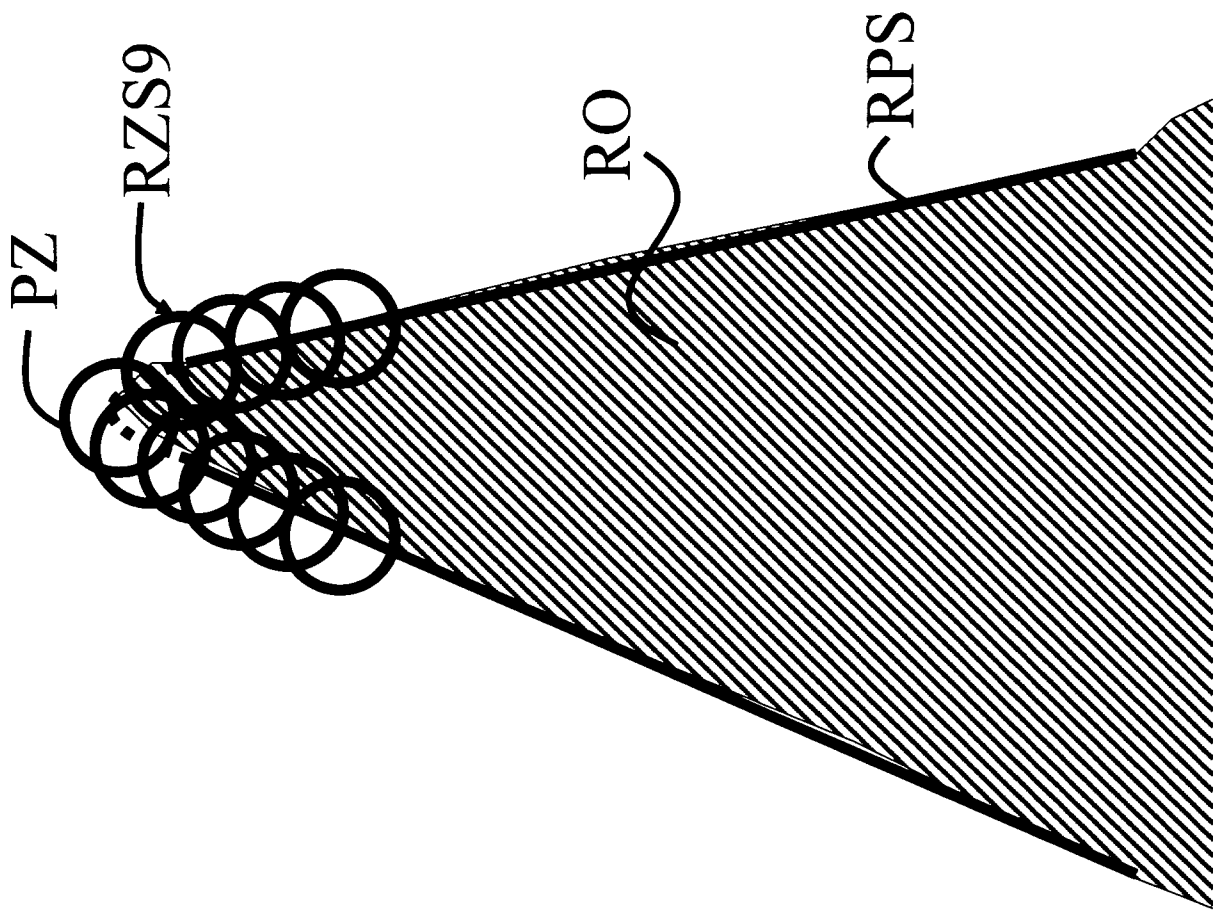


Fig. 10a

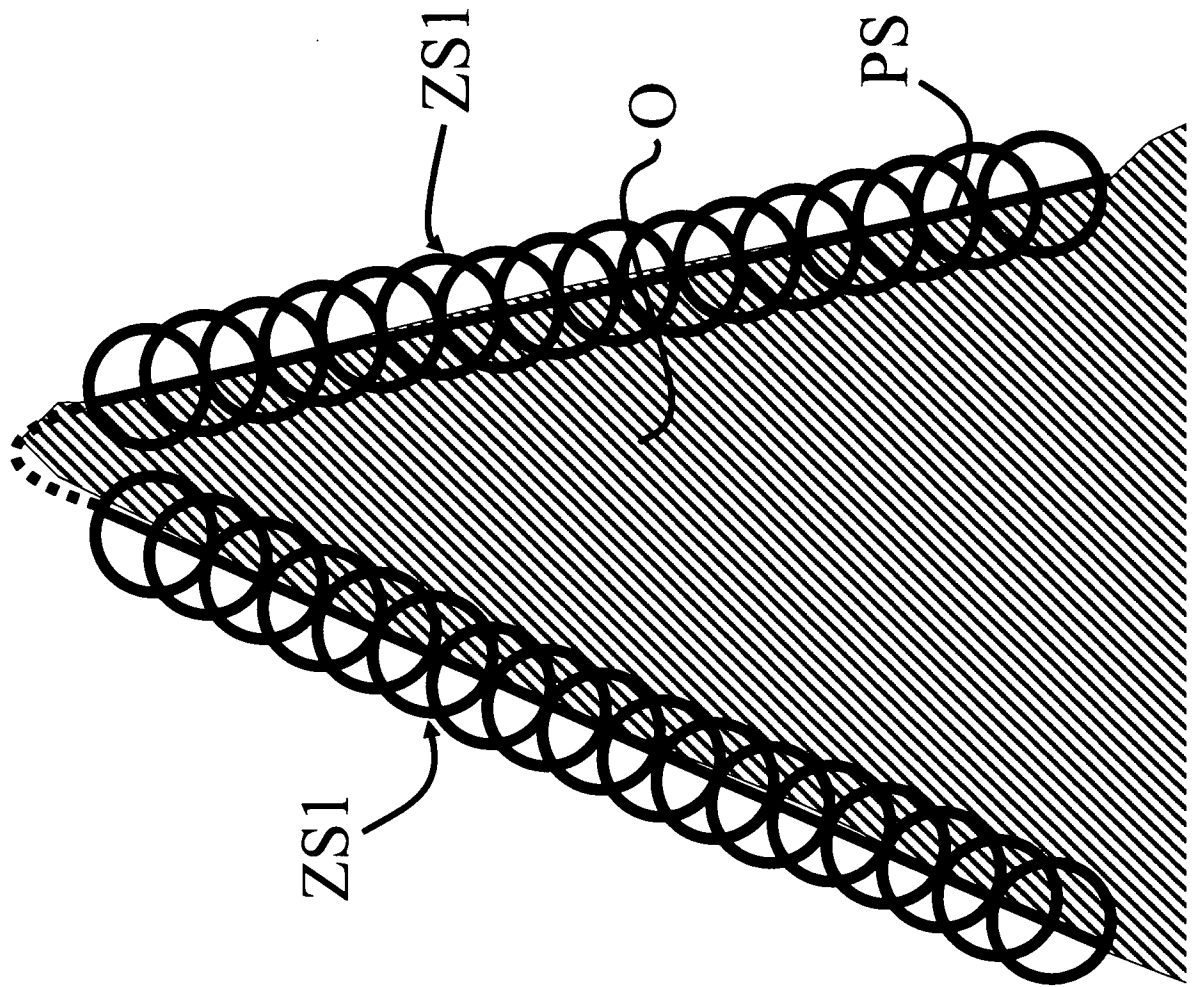


Fig. 10b

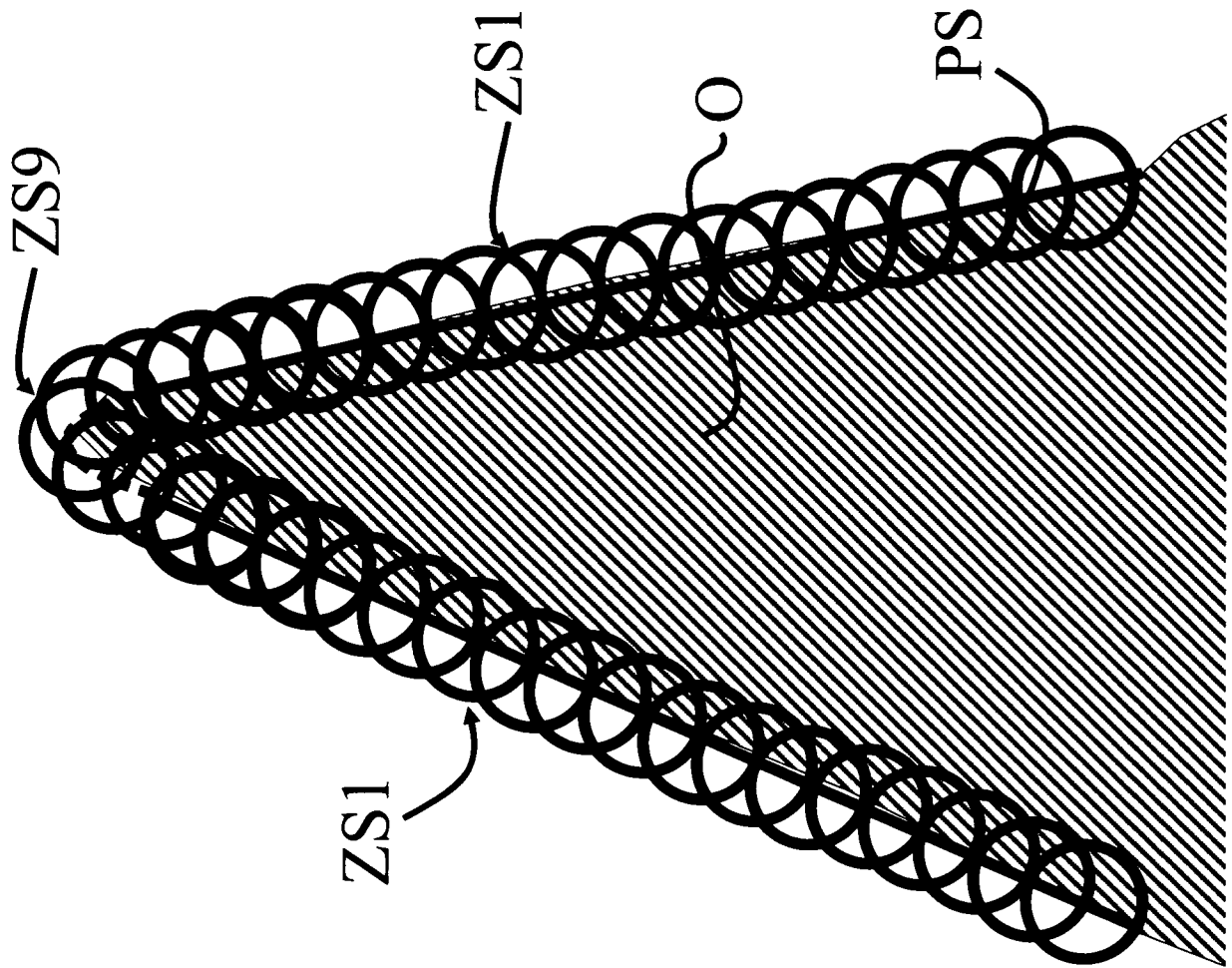


Fig. 10c

13/14

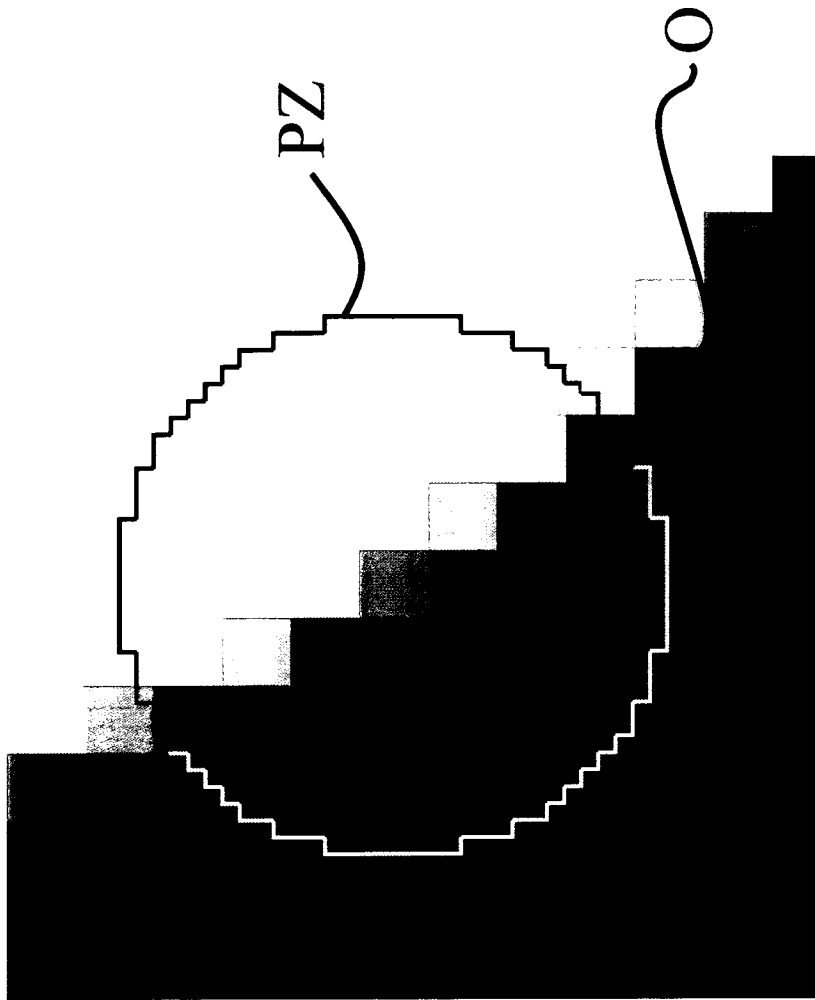


Fig. 11

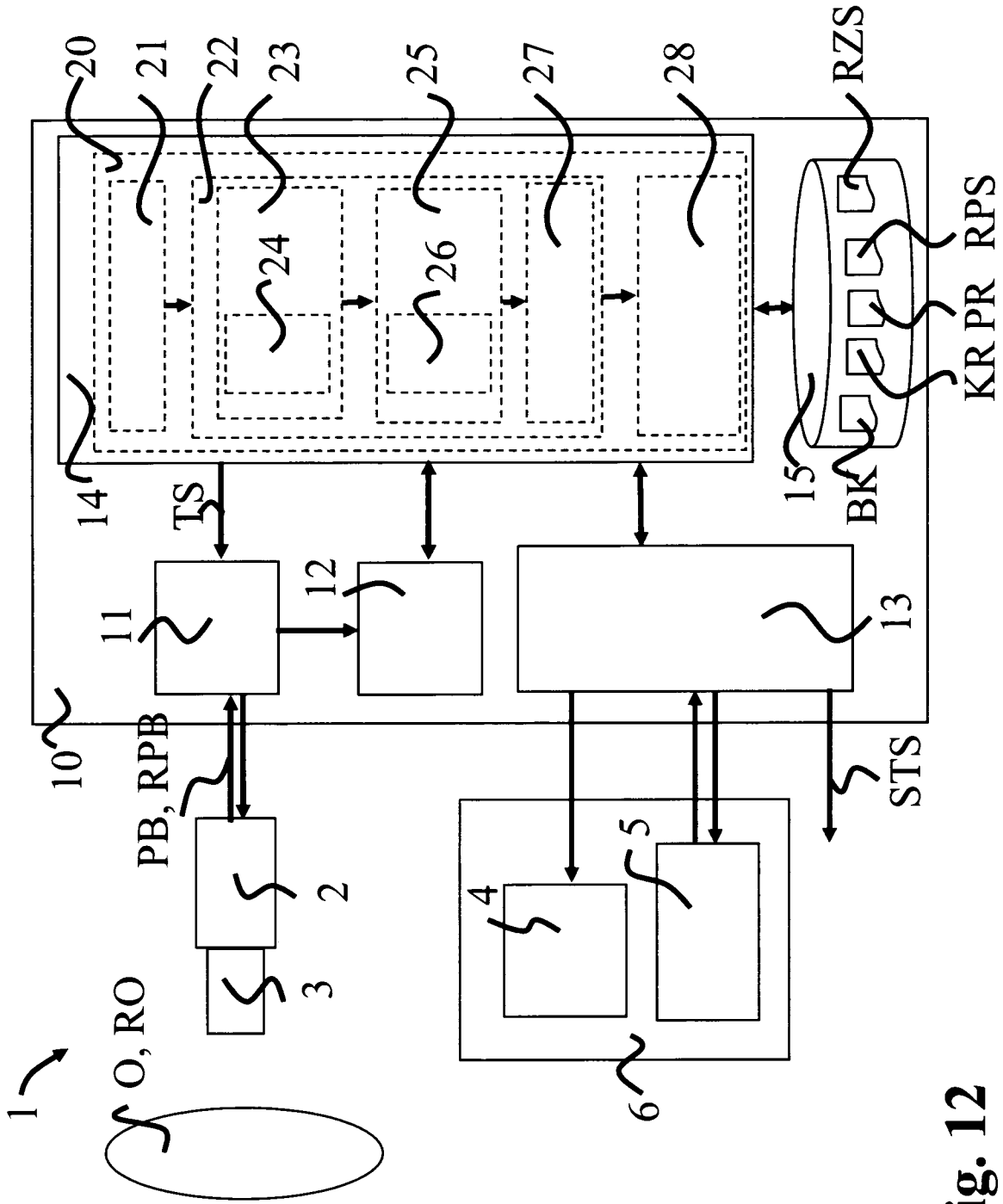


Fig. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/006868

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06T7/00

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)
G06T G06K

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, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2008/077680 A (HENKEL KGAA [DE]; HERBERG WOLF-DIETER [DE]; KAESEMANN MARTIN [DE]; STR) 3 July 2008 (2008-07-03)	1-3, 6, 11, 12
Y	abstract	4, 5
A	page 7, paragraph 2 - page 11, last paragraph page 12, paragraph 3 - page 13, paragraph 3 figures 3-5	7-10
Y	US 6 718 074 B1 (DUTTA-CHOUDHURY PAUL [US] ET AL) 6 April 2004 (2004-04-06) abstract	4
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family 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.
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 November 2009

Date of mailing of the international search report

07/12/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Engels, Angela

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/006868

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2007/071308 A1 (NAKATANI YUICHI [JP]) 29 March 2007 (2007-03-29) cited in the application abstract paragraph [0055] - paragraph [0059] figures 6-9 -----	5
A	US 4 731 858 A (GRASMUELLER HANS [DE] ET AL) 15 March 1988 (1988-03-15) abstract column 1, line 41 - line 62 column 2, line 13 - line 20 figure 12 -----	7-10
A	US 2006/182333 A1 (AKIMOTO SHIGEYUKI [JP]) 17 August 2006 (2006-08-17) abstract figure 3B -----	7-10
A	US 7 384 806 B2 (WORSTER BRUCE W [US] ET AL) 10 June 2008 (2008-06-10) abstract column 2, line 55 - column 3, line 28 column 7, line 39 - column 8, line 26 -----	7-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2009/006868

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008077680	A	03-07-2008	DE 102006060741 A1	26-06-2008
US 6718074	B1	06-04-2004	NONE	
US 2007071308	A1	29-03-2007	JP 4323475 B2 JP 2007086617 A	02-09-2009 05-04-2007
US 4731858	A	15-03-1988	EP 0163885 A1 JP 60245087 A	11-12-1985 04-12-1985
US 2006182333	A1	17-08-2006	JP 2006170922 A KR 20060070423 A	29-06-2006 23-06-2006
US 7384806	B2	10-06-2008	US 2007104357 A1	10-05-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/006868

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G06T7/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G06T G06K

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, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2008/077680 A (HENKEL KGAA [DE]; HERBERG WOLF-DIETER [DE]; KAESEMANN MARTIN [DE]; STR) 3. Juli 2008 (2008-07-03)	1-3,6, 11,12
Y	Zusammenfassung	4,5
A	Seite 7, Absatz 2 - Seite 11, letzter Absatz Seite 12, Absatz 3 - Seite 13, Absatz 3 Abbildungen 3-5	7-10
Y	US 6 718 074 B1 (DUTTA-CHOUDHURY PAUL [US] ET AL) 6. April 2004 (2004-04-06) Zusammenfassung	4
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> * 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 | <ul style="list-style-type: none"> *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 nahelegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
30. November 2009	07/12/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Engels, Angela
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/006868

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2007/071308 A1 (NAKATANI YUICHI [JP]) 29. März 2007 (2007-03-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Absatz [0055] - Absatz [0059] Abbildungen 6-9 -----	5
A	US 4 731 858 A (GRASMUELLER HANS [DE] ET AL) 15. März 1988 (1988-03-15) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 41 - Zeile 62 Spalte 2, Zeile 13 - Zeile 20 Abbildung 12 -----	7-10
A	US 2006/182333 A1 (AKIMOTO SHIGEYUKI [JP]) 17. August 2006 (2006-08-17) Zusammenfassung Abbildung 3B -----	7-10
A	US 7 384 806 B2 (WORSTER BRUCE W [US] ET AL) 10. Juni 2008 (2008-06-10) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 28 Spalte 7, Zeile 39 - Spalte 8, Zeile 26 -----	7-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/006868

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008077680 A	03-07-2008	DE 102006060741 A1	26-06-2008
US 6718074 B1	06-04-2004	KEINE	
US 2007071308 A1	29-03-2007	JP 4323475 B2 JP 2007086617 A	02-09-2009 05-04-2007
US 4731858 A	15-03-1988	EP 0163885 A1 JP 60245087 A	11-12-1985 04-12-1985
US 2006182333 A1	17-08-2006	JP 2006170922 A KR 20060070423 A	29-06-2006 23-06-2006
US 7384806 B2	10-06-2008	US 2007104357 A1	10-05-2007