



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 006 720 A1** 2009.08.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 006 720.2**

(22) Anmeldetag: **30.01.2008**

(43) Offenlegungstag: **06.08.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G01B 11/22** (2006.01)
G01N 21/89 (2006.01)

(71) Anmelder:
Dr. Schenk GmbH Industriemesstechnik, 82152 Planegg, DE

(74) Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

(72) Erfinder:
Duchâteau, Rüdiger, Dr., 41751 Viersen, DE; Wick, Manfred Theo, Dr., 82110 Germering, DE; Vetter, Erich, 81475 München, DE

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

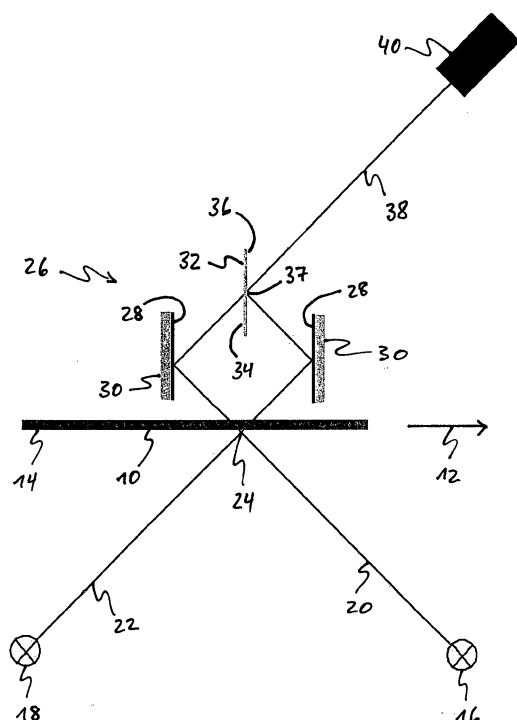
DE 10 2004 005019 A1
DE 196 31 145 A1
DE 41 39 094 A1
US 2007/02 63 206 A1
US 2005/01 57 314 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Bestimmung der Tiefe eines Fehlers in einem Bahnmaterial**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung der Tiefe eines Fehlers in einem sich relativ zur Vorrichtung bewegenden Bahnmaterial, mit einer ersten Lichtquelle zur Ausstrahlung eines ersten Lichtbündels in Richtung des Bahnmaterials und einer zweiten Lichtquelle zur Ausstrahlung eines zweiten Lichtbündels in Richtung des Bahnmaterials, wobei jedes Lichtbündel Licht einer von dem Bahnmaterial transmittierten Wellenlänge umfasst und wobei die Lichtquellen auf einer Seite des Bahnmaterials angeordnet und derart ausgerichtet sind, dass die Lichtbündel das Bahnmaterial durchqueren und dabei einen Winkel miteinander bilden. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Bestimmung der Tiefe eines Fehlers in einem sich relativ zu einer Kamera bewegenden Bahnmaterial.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung der Tiefe eines Fehlers in einem sich relativ zur Vorrichtung bewegenden Bahnmaterial, z. B. einem Glasband oder einer Kunststoffolie, mit einer ersten Lichtquelle zur Ausstrahlung eines ersten Lichtbündels in Richtung des Bahnmaterials und einer zweiten Lichtquelle zur Ausstrahlung eines zweiten Lichtbündels in Richtung des Bahnmaterials, wobei jedes Lichtbündel Licht einer von dem Bahnmaterial transmittierten Wellenlänge umfasst, und wobei die Lichtquellen auf einer Seite des Bahnmaterials angeordnet und derart ausgerichtet sind, dass die Lichtbündel das Bahnmaterial durchqueren und dabei einen Winkel miteinander bilden.

[0002] Bei einer bekannten Vorrichtung dieser Art ist zur Beobachtung jedes Lichtbündels jeweils eine Kamera vorgesehen, die auf der den Lichtquellen gegenüberliegenden Seite des Bahnmaterials angeordnet ist und die Intensität des jeweils beobachteten Lichtbündels detektiert. Passiert ein Fehler in dem Bahnmaterial, z. B. ein Einschluss, eine Blase oder eine andere Verunreinigung, eines der Lichtbündel, so detektiert die das Lichtbündel beobachtende Kamera eine reduzierte Intensität desselben.

[0003] Aus der Zeitdauer, die zwischen dem Durchgang eines Fehlers durch das erste Lichtbündel und dem anschließenden Durchgang des Fehlers durch das zweite Lichtbündel verstreicht, lässt sich bei Kenntnis der Winkel, unter denen die Lichtbündel das Bahnmaterial durchlaufen, mittels geometrischer und trigonometrischer Funktionen die Tiefe des Fehlers in dem Bahnmaterial ermitteln.

[0004] Als problematisch erweist sich die bekannte Vorrichtung hinsichtlich ihrer Herstellungskosten.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die mit einem geringeren wirtschaftlichen Aufwand herstellbar ist.

[0006] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und insbesondere dadurch gelöst, dass eine optische Anordnung vorgesehen ist, welche auf der den Lichtquellen gegenüberliegenden Seite des Bahnmaterials angeordnet ist und durch welche die Lichtbündel nach ihrer Durchquerung durch das Bahnmaterial in eine Kamera lenkbar sind.

[0007] Der der Erfindung zugrunde liegende Gedanke besteht mit anderen Worten also darin, zur Beobachtung der beiden Lichtbündel nicht zwei Kameras vorzusehen, sondern die beiden Lichtbündel statt dessen mit einer einzigen Kamera zu beobachten und zu diesem Zweck eine optische Anordnung vor-

zusehen, welche die beiden Lichtbündel nach ihrem Durchgang durch das Bahnmaterial in diese einzige Kamera lenkt. Die optische Anordnung macht den Einsatz einer zweiten Kamera zur Beobachtung der Lichtbündel somit überflüssig, wodurch auf eine zweite Kamera verzichtet und die Vorrichtung kostengünstiger hergestellt werden kann.

[0008] Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung zu entnehmen.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform bewirkt die optische Anordnung eine Überlagerung der Lichtbündel. Das erste Lichtbündel und das zweite Lichtbündel werden durch die optische Anordnung gewissermaßen also zu einem Lichtbündel zusammengefasst, was die Beobachtung der Lichtbündel mittels einer einzigen Kamera vereinfacht.

[0010] Vorteilhafterweise umfasst die optische Anordnung einen Teilerspiegel. Ein Teilerspiegel eignet sich besonders gut zur Überlagerung der Lichtbündel, da er so angeordnet werden kann, dass ein transmittierter Teil des ersten Lichtbündels mit einem reflektierten Teil des zweiten Lichtbündels zusammenfällt. Letzteres kann beispielsweise erreicht werden, indem der Teilerspiegel so positioniert wird, dass ein Schnittpunkt der Lichtbündel auf einer reflektierenden Oberfläche des Teilerspiegels liegt.

[0011] Handelt es sich bei dem Schnittpunkt um den einzigen Schnittpunkt der Lichtbündel, so kommt die optische Anordnung ohne zusätzliche optische Bauteile aus, wie z. B. Umlenkspiegel, was zu einer Minimierung der Kosten zur Herstellung der Vorrichtung beiträgt.

[0012] Vorteilhafterweise liegt deshalb ein zusätzlicher Schnittpunkt der Lichtbündel im Strahlengang der Lichtbündel zwischen den Lichtquellen und der optischen Anordnung. Dieser zusätzliche Schnittpunkt kann dabei innerhalb oder außerhalb des Bahnmaterials liegen und befindet sich bevorzugt auf der Seite des Bahnmaterials, auf der die Lichtquellen angeordnet sind. Ein Strahlengang der Lichtbündel mit einem zusätzlichen Schnittpunkt ermöglicht eine variabelere und kompaktere Bauform der Vorrichtung, erfordert aber gleichzeitig zusätzliche optische Bauteile.

[0013] Beispielsweise kann die optische Anordnung zwei Umlenkspiegel umfassen, deren Spiegelflächen einander zugewandt sind. Bei diesen Umlenkspiegeln handelt es sich vorzugsweise um nicht transmittierende, d. h. zumindest annähernd vollständig reflektierende Spiegel, die bevorzugt so angeordnet sind, dass sie die Lichtbündel so in Richtung des Teilerspiegels umlenken, dass sie in der genannten Weise auf den Teilerspiegel auftreffen und von diesem zu

einem Lichtbündel überlagert werden. Dabei liegt der Teilerspiegel vorteilhafterweise in einer zwischen den Umlenkspiegeln gelegenen Ebene.

[0014] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die optische Anordnung ein Umlenkelement auf, welches das eine Lichtbündel parallel versetzt oder unter einem Winkel zu dem anderen Lichtbündel in die Kamera lenkt. Ein derartiges Umlenkelement kann beispielsweise mindestens einen nicht transmittierenden Spiegel umfassen. Durch eine derartige optische Anordnung werden die beiden Lichtbündel also nicht zu einem Lichtbündel zusammengefasst, sondern die Kamera beobachtet zwei getrennte Lichtbündel.

[0015] Die Lichtbündel können unter gleichen oder unterschiedlichen Einfallswinkeln auf das Bahnmaterial treffen, wobei der jeweilige Einfallswinkel so gewählt sein sollte, dass das jeweilige Lichtbündel zumindest teilweise durch das Bahnmaterial transmittiert wird. Der Einfallswinkel jedes Lichtbündels kann beispielsweise im Bereich von 20° bis 40° liegen.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das Spektrum des von den Lichtquellen ausgestrahlten Lichts gleich. In diesem Fall kann ein Teilerspiegel der optischen Anordnung ein Verhältnis von Transmission zu Reflexion von 50:50 für das von den Lichtquellen ausgestrahlte Licht aufweisen.

[0017] Alternativ können die Spektren des von den Lichtquellen ausgestrahlten Lichts auch unterschiedlich sein. In diesem Fall kann ein Teilerspiegel der optischen Anordnung für das Licht der einen Lichtquelle zumindest annähernd vollständig transmittierend und für das Licht der anderen Lichtquelle zumindest annähernd vollständig reflektierend sein. Dies kann dazu führen, dass die durch die Kamera detektierte Intensität des beobachteten Lichts höher ist als in dem Fall, in dem lediglich 50% des Lichts durch den Teilerspiegel transmittiert bzw. reflektiert wird. Bei Durchgang eines Fehlers durch eines der beiden Lichtbündel wird folglich auch ein erhöhter Intensitätsabfall detektiert, was letztlich eine genauere Fehlerdetektion ermöglicht.

[0018] Zur Inspektion größerer Bereiche des Bahnmaterials handelt es sich bei den Lichtquellen bevorzugt um Linienbeleuchtungen. Vorteilhafterweise erstrecken sich die Linienbeleuchtungen quer zur Bewegungsrichtung des Bahnmaterials und über die gesamte Breite des Bahnmaterials. Auf diese Weise lässt sich das Bahnmaterial in einem kontinuierlichen Durchlaufprozess vollständig auf Fehler untersuchen. Die Lichtquellen können z. B. eine oder mehrere Leuchtdioden, Halogenlampen und/oder Leuchtstoffröhren aufweisen. Ferner können die Linienbeleuchtungen jeweils aus mehreren einzelnen Beleuchtungssegmenten gebildet sein.

[0019] Bei der Kamera kann es sich um eine Zeilenkamera, z. B. eine CCD-Zeilenkamera, handeln. Entsprechend den Linienbeleuchtungen, erstreckt sich auch die Kamera vorzugsweise quer zur Bewegungsrichtung des Bahnmaterials und über die gesamte Breite des Bahnmaterials. Außerdem kann auch die Kamera aus mehreren einzelnen Kameramodulen gebildet sein.

[0020] Umfasst die optische Anordnung einen Teilerspiegel, welcher die beiden Lichtbündel zu einem einzigen Lichtbündel zusammenfasst, so ist es ausreichend, wenn die Kamera nur eine CCD-Zeile aufweist.

[0021] Alternativ kann die Kamera zwei CCD-Zeilen oder sogar einen CCD-Array-Detektor, aufweisen, um zwei Lichtbündel zu erfassen, z. B. für den Fall, dass die optische Anordnung keinen Teilerspiegel, sondern ein Umlenkelement aufweist, welches das eine Lichtbündel parallel versetzt oder unter einem Winkel zu dem anderen Lichtbündel in die Kamera lenkt.

[0022] Damit eine zuverlässige Fehlerdetektion über die gesamte Länge der Linienbeleuchtungen bzw. der Zeilenkamera und vorzugsweise über die gesamte Breite des Bahnmaterials gewährleistet ist, sollten die Linienbeleuchtungen und die Zeilenkamera parallel zueinander orientiert sein.

[0023] Weiterer Gegenstand der Erfindung ist außerdem ein Verfahren zur Bestimmung der Tiefe eines Fehlers in einem sich relativ zu einer Kamera bewegenden Bahnmaterial mit den Merkmalen des Anspruchs 18, durch welches sich die voranstehend genannten Vorteile entsprechend erreichen lassen.

[0024] Nachfolgend wird die Erfindung rein beispielhaft anhand vorteilhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

[0025] [Fig. 1](#) eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

[0026] [Fig. 2](#) eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

[0027] [Fig. 3](#) eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0028] In [Fig. 1](#) ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Bestimmung der Tiefe eines Fehlers **10**, z. B. eines Einschusses, einer Blase oder einer anderen Verunreinigung, in einem sich in einer Richtung **12** bewegenden Bahnmaterial **14** dargestellt. Die Bewegung des Bahnmaterials **14** ist hier als eine Relativbewegung bezüglich der Vorrichtung zu verstehen, d. h. das Bahnmaterial **14**

kann durch eine feststehende Vorrichtung hindurch bewegt oder die Vorrichtung bezüglich eines feststehenden Bahnmaterials **14** verfahren werden.

[0029] Das Bahnmaterial **14** besteht aus einer oder mehreren Schichten gleicher oder unterschiedlicher Materialien und Dicken. Beispielsweise kann es sich bei dem Bahnmaterial **14** um ein Glasband oder um eine ein- oder mehrlagige Kunststoffolie handeln.

[0030] Die Vorrichtung umfasst eine erste Linienbeleuchtung **16** und eine zweite Linienbeleuchtung **18**, die sich jeweils quer zur Bewegungsrichtung **12** des Bahnmaterials **14** und über die gesamte Breite des Bahnmaterials **14** erstrecken.

[0031] Die erste Linienbeleuchtung **16** strahlt ein erstes Lichtbündel **20** in Richtung des Bahnmaterials **14** aus, und die zweite Linienbeleuchtung **18** strahlt ein zweites Lichtbündel **22** in Richtung des Bahnmaterials **14** aus.

[0032] Das erste Lichtbündel **20** und das zweite Lichtbündel **22** verlaufen unter einem Winkel derart zueinander, dass sich die Lichtbündel **20**, **22** in einem ersten Schnittpunkt **24** schneiden, bevor sie das Bahnmaterial **14** durchqueren. Der erste Schnittpunkt **24** liegt somit auf der den Linienbeleuchtungen **16**, **18** zugewandten Seite des Bahnmaterials **14**.

[0033] Der Einfallswinkel, unter dem Lichtbündel **20**, **22** jeweils auf das Bahnmaterial **14** auftreffen, ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel für beide Lichtbündel **20**, **22** gleich und kann beispielsweise im Bereich von 20° bis 40° liegen. Grundsätzlich können die Lichtbündel **20**, **22** aber auch unter unterschiedlichen Einfallswinkeln auf das Bahnmaterial **14** auftreffen.

[0034] Auf der den Linienbeleuchtungen **16**, **18** abgewandten Seite des Bahnmaterials **14** ist eine optische Anordnung **26** angeordnet, welche zwei zueinander beabstandete, parallel ausgerichtete und mit ihren Spiegelflächen **28** zueinander weisende Umlenkspiegel **30** sowie einen in einer zwischen den Umlenkspiegeln **30** gelegenen Mittelebene liegenden Teilerspiegel **32** umfasst.

[0035] Die Umlenkspiegel **30** und der Teilerspiegel **32** sind so positioniert, dass das erste Lichtbündel **20** nach seinem Durchgang durch das Bahnmaterial **14** auf die Spiegelfläche **28** des einen Umlenkspiegels **30** trifft und von diesem unter einem Winkel von 45° auf eine nicht reflektierende Rückseite **34** des Teilerspiegels **32** gelenkt wird, wohingegen das zweite Lichtbündel **22** nach seinem Durchgang durch das Bahnmaterial **14** auf die Spiegelfläche **28** des anderen Umlenkspiegels **30** trifft und von diesem unter einem Winkel von 45° auf eine reflektierende Vorderseite **36** des Teilerspiegels **32** gelenkt wird.

[0036] Zumindest ein Teil des auf die Rückseite **34** des Teilerspiegels **32** auftreffenden ersten Lichtbündels **20** wird durch den Teilerspiegel **32** transmittiert. Entsprechend wird zumindest ein Teil des auf die Vorderseite **36** gelenkten zweiten Lichtbündels **22** durch den Teilerspiegel **32** reflektiert.

[0037] Die Umlenkspiegel **30** und der Teilerspiegel **32** sind dabei derart relativ zueinander positioniert, dass die Reflexion des zweiten Lichtbündels **22** an der reflektierenden Vorderseite **36** des Teilerspiegels **32** genau dort erfolgt, wo der transmittierte Teil des ersten Lichtbündels **20** aus dem Teilerspiegel **32** austritt. Die Lichtbündel **20**, **22** treffen an der der reflektierenden Vorderseite **36** des Teilerspiegels **32** also in einem Punkt **37**, gewissermaßen einem zweiten Schnittpunkt, unter einem Winkel von 90° aufeinander, wodurch der transmittierte Teil des ersten Lichtbündels **20** und der reflektierte Teil des zweiten Lichtbündels **22** zu einem einzigen Lichtbündel **38** zusammengeführt werden. Es findet mit anderen Worten eine Überlagerung des transmittierten Teils des ersten Lichtbündels **20** und des reflektierten Teils des zweiten Lichtbündels **22** statt, weshalb das Lichtbündel **38** nachfolgend auch als Überlagerungslichtbündel bezeichnet wird.

[0038] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel emittieren die Linienbeleuchtungen **16**, **18** Licht des gleichen Spektrums oder zumindest eines ähnlichen Spektrums, z. B. weißes oder rotes Licht. Der Teilerspiegel **32** ist deshalb so ausgebildet, dass er das von den Linienbeleuchtungen **16**, **18** emittierte Licht zu gleichen Teilen transmittiert bzw. reflektiert, d. h. also zu 50% transmittiert und zu 50% reflektiert.

[0039] Alternativ ist es aber auch möglich, Linienbeleuchtungen **16**, **18** zu verwenden, die Licht mit unterschiedlichen Spektren bzw. unterschiedlicher Wellenlänge ausstrahlen. Beispielsweise kann die erste Linienbeleuchtung **16** rotes Licht und die zweite Linienbeleuchtung **18** blaues Licht emittieren. In diesem Fall ist der Teilerspiegel **32** vorzugsweise so ausgebildet, dass er das von der ersten Linienbeleuchtung **16** emittierte rote Lichtbündel **20** zumindest annähernd vollständig transmittiert und gleichzeitig das von der zweiten Linienbeleuchtung **18** emittierte blaue Lichtbündel **22** zumindest annähernd vollständig reflektiert.

[0040] Zur Erfassung des durch den Teilerspiegel **32** erzeugten Überlagerungslichtbündels **38** ist eine Kamera **40** vorgesehen, welche mit einer nicht dargestellten Auswerteeinheit verbunden ist. Die Kamera **40** weist eine CCD-Zeile auf, die sich parallel zu den Linienbeleuchtungen **16**, **18**, d. h. also quer zur Bewegungsrichtung **12** des Bahnmaterials **14**, und entsprechend den Linienbeleuchtungen **16**, **18** über die gesamte Breite des Bahnmaterials **14** erstreckt.

[0041] Die CCD-Zeile dient zur Detektion der Intensität des Überlagerungslichtbündels **38**. Bewegt sich ein Fehler **10** durch das erste Lichtbündel **20** hindurch, so wird dies in der Kamera **40** als ein Abfall in der Intensität des Überlagerungslichtbündels **38** detektiert. Nach einer gewissen Zeitdauer passiert der Fehler **10** das zweite Lichtbündel **22**, wodurch die Intensität des durch die Kamera **40** erfassten Überlagerungslichtbündels **38** erneut abfällt.

[0042] Aus der gemessenen Zeitdauer zwischen zwei aufeinander folgenden Abfällen in der Intensität des erfassten Überlagerungslichtbündels **38** ermittelt die mit der Kamera **40** verbundene Auswerteeinheit unter Berücksichtigung der Lage des ersten Schnittpunkts **24** der Lichtbündel **20**, **22** relativ zu dem Bahnmaterial **14** und der Winkel, unter denen die Lichtbündel **20**, **22** das Bahnmaterial **14** durchlaufen, die Tiefe des Fehlers **10** in dem Bahnmaterial **14**. Hierbei lässt sich die Tiefe mit einer Auflösung im Mikrometerbereich bestimmen.

[0043] In [Fig. 2](#) ist eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung zur Bestimmung der Tiefe eines Fehlers **10** in einem sich bewegenden Bahnmaterial **14** dargestellt, welche sich von der voranstehend beschriebenen ersten Ausführungsform lediglich darin unterscheidet, dass die optische Anordnung **26** keine Umlenkspiegel **30**, sondern lediglich den Teilerspiegel **32** umfasst.

[0044] Bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform werden die Lichtbündel **20**, **22** nach ihrem Durchgang durch das Bahnmaterial **14** also nicht umgelenkt, um auf den Teilerspiegel **32** zu treffen. Vielmehr strahlen die Linienbeleuchtungen **16**, **18** durch das Bahnmaterial **14** hindurch gewissermaßen direkt auf den Teilerspiegel **32**. Dies bedeutet, dass die Linienbeleuchtungen **16**, **18** der Vorrichtung gemäß zweiter Ausführungsform – bei gleicher Entfernung von dem Teilerspiegel **32** – einen größeren Abstand zueinander aufweisen als die der Vorrichtung gemäß erster Ausführungsform ([Fig. 1](#)).

[0045] In [Fig. 3](#) ist eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Bestimmung der Tiefe eines Fehlers **10** in einem sich bewegenden Bahnmaterial **14** dargestellt, welcher sich von der in [Fig. 1](#) gezeigten ersten Ausführungsform darin unterscheidet, dass die optische Anordnung **26** anstelle eines Teilerspiegels **32** ein Umlenkelement **42** aufweist, welches für das zweite Lichtbündel **22** zumindest annähernd vollständig reflektierend ist.

[0046] Das Umlenkelement **42** ist so angeordnet, dass es das erste Lichtbündel **20** nach Reflexion an dem einen Umlenkspiegel **30** ungehindert in Richtung der Kamera **40** passieren lässt und das zweite Lichtbündel **22** nach Reflexion an dem anderen Umlenkspiegel **30** zumindest annähernd vollständig in

Richtung der Kamera **40** lenkt.

[0047] Die beiden Lichtbündel **20**, **22** treffen bei dieser Ausführungsform parallel versetzt auf die Kamera **40**, d. h. also nicht als ein durch Überlagerung zweier Lichtbündel erzeugtes einzelnes Lichtbündel, wie bei den vorherigen Ausführungsformen. Grundsätzlich ist es auch denkbar, dass die beiden Lichtbündel **20**, **22** nach Umlenkung durch die optische Anordnung **26** unter einem gewissen Winkel zueinander auf die Kamera **40** auftreffen. Um die Intensität beider Lichtbündel **20**, **22** detektieren zu können, weist die Kamera **40** zwei parallel zueinander angeordnete CCD-Zeilen der voranstehend beschriebenen Art auf.

[0048] Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass die in [Fig. 3](#) dargestellte Vorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform ähnlich wie die in [Fig. 2](#) gezeigte zweite Ausführungsform auch ohne die Umlenkspiegel **30** ausgebildet sein kann.

[0049] Des Weiteren sei darauf hingewiesen, dass die Kamera **40** anstelle von einer oder zwei CCD-Zeilen auch einen CCD-Array-Detektor aufweisen kann, der es ermöglicht, ein aufgeweitetes Lichtbündel oder gleichzeitig zwei zueinander beabstandete Lichtbündel zu erfassen.

[0050] Schließlich ist zu bemerken, dass sowohl die Anordnung und Ausrichtung der Spiegel **30**, **32** als auch die Werte der Winkel, unter denen die Lichtbündel **20**, **22** auf die Umlenkspiegel **30** und/oder auf den Teilerspiegel **32** treffen, und entsprechend der Wert des Winkels, unter dem die Lichtbündel **20**, **22** an dem Teilerspiegel **32** gegebenenfalls aufeinander treffen, von der voranstehend beschriebenen Anordnung und Ausrichtung bzw. den voranstehend genannten und den Figuren zu entnehmenden Winkelwerten abweichen können. Entscheidend ist, dass die Anordnung und Ausrichtung der Komponenten der Vorrichtung so gewählt sind, dass die Lichtbündel **20**, **22** durch den Teilerspiegel **32** entweder als ein gemeinsames Lichtbündel **38** (wie in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt) oder als zwei Lichtbündel **20**, **22** (wie in [Fig. 3](#) gezeigt) in die Kamera **40** gelenkt werden.

Bezugszeichenliste

10	Fehler
12	Bewegungsrichtung
14	Bahnmaterial
16	Linienbeleuchtung
18	Linienbeleuchtung
20	Lichtbündel
22	Lichtbündel
24	Schnittpunkt
26	optische Anordnung
28	Spiegelfläche
30	Umlenkspiegel

32	Teilerspiegel
34	Rückseite
36	Vorderseite
37	Schnittpunkt
38	Lichtbündel
40	Kamera
42	Umlenkelement

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung der Tiefe eines Fehlers (10) in einem sich relativ zur Vorrichtung bewegenden Bahnmaterial (14), mit einer ersten Lichtquelle (16) zur Ausstrahlung eines ersten Lichtbündels (20) in Richtung des Bahnmaterials (14) und einer zweiten Lichtquelle (18) zur Ausstrahlung eines zweiten Lichtbündels (22) in Richtung des Bahnmaterials (14), wobei jedes Lichtbündel (20, 22) Licht einer von dem Bahnmaterial (14) transmittierten Wellenlänge umfasst und wobei die Lichtquellen (16, 18) auf einer Seite des Bahnmaterials (14) angeordnet und derart ausgerichtet sind, dass die Lichtbündel (20, 22) das Bahnmaterial (14) durchqueren und dabei einen Winkel miteinander bilden, und einer optischen Anordnung (26), welche auf der den Lichtquellen (16, 18) gegenüberliegenden Seite des Bahnmaterials (14) angeordnet ist und durch welche die Lichtbündel (20, 22) nach ihrer Durchquerung des Bahnmaterials (14) in eine Kamera (40) lenkbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Anordnung (26) eine Überlagerung der Lichtbündel (20, 22) bewirkt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Anordnung (26) einen Teilerspiegel (32) umfasst.

4. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schnittpunkt der Lichtbündel (20, 22) auf einer reflektierenden Oberfläche (36) des Teilerspiegels (32) liegt.

5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schnittpunkt (24) der Lichtbündel (20, 22) im Strahlengang der Lichtbündel (20, 22) zwischen den Lichtquellen (16, 18) und der optischen Anordnung (26) liegt.

6. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Anordnung (26) zwei Umlenkspiegel (30) umfasst, deren Spiegelflächen (28) einander zugewandt sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teilerspiegel (32) der optischen Anordnung (26) in einer zwischen den Umlenkspiegeln (30) gelegenen Ebene liegt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Anordnung (26) ein Umlenkelement (42) aufweist, welches das eine Lichtbündel (20) parallel versetzt oder unter einem Winkel zu dem anderen Lichtbündel (22) in die Kamera (40) lenkt.

9. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtbündel (20, 22) jeweils unter einem Einfallswinkel auf das Bahnmaterial (14) treffen, der im Bereich von 20° bis 40° liegt.

10. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Spektrum des von den Lichtquellen (16, 18) ausgestrahlten Lichts gleich ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teilerspiegel (32) der optischen Anordnung (26) ein Verhältnis von Transmission zu Reflexion von 50:50 für das von den Lichtquellen (16, 18) ausgestrahlte Licht aufweist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Spektren des von den Lichtquellen (16, 18) ausgestrahlten Lichts unterschiedlich sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teilerspiegel (32) der optischen Anordnung (26) für das Licht der einen Lichtquelle (16) zumindest annähernd vollständig transmittierend und für das Licht der anderen Lichtquelle (18) zumindest annähernd vollständig reflektierend ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquellen (16, 18) Linienbeleuchtungen sind.

15. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (40) eine Zeilenkamera ist.

16. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (40) mindestens eine CCD-Zeile aufweist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Kamera (40) einen CCD-Array-Detektor aufweist.

18. Verfahren zur Bestimmung der Tiefe eines Fehlers (10) in einem sich relativ zu einer Kamera (40) bewegenden Bahnmaterial (14), bei dem ein erstes Bündel (20) von Licht einer durch das Bahnmaterial (14) transmittierten Wellenlänge und ein zweites Bündel (22) von Licht einer durch das Bahnmaterial (14) transmittierten Wellenlänge derart

in Richtung des Bahnmaterials (**14**) gelenkt werden, dass die Lichtbündel (**20, 22**) das Bahnmaterial (**14**) durchqueren und dabei einen Winkel miteinander bilden, die Lichtbündel (**20, 22**) nach ihrer Durchquerung des Bahnmaterials (**14**) von der Kamera (**40**) erfasst werden und aus dem zeitlichen Abstand zwischen dem durch die Kamera (**40**) beobachteten Durchgang eines Fehlers (**10**) in dem Bahnmaterial (**14**) durch das erste Lichtbündel (**20**) und dem durch die Kamera (**40**) beobachteten Durchgang des Fehlers (**10**) durch das zweite Lichtbündel (**22**) die Tiefe des Fehlers (**10**) in dem Bahnmaterial (**14**) bestimmt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

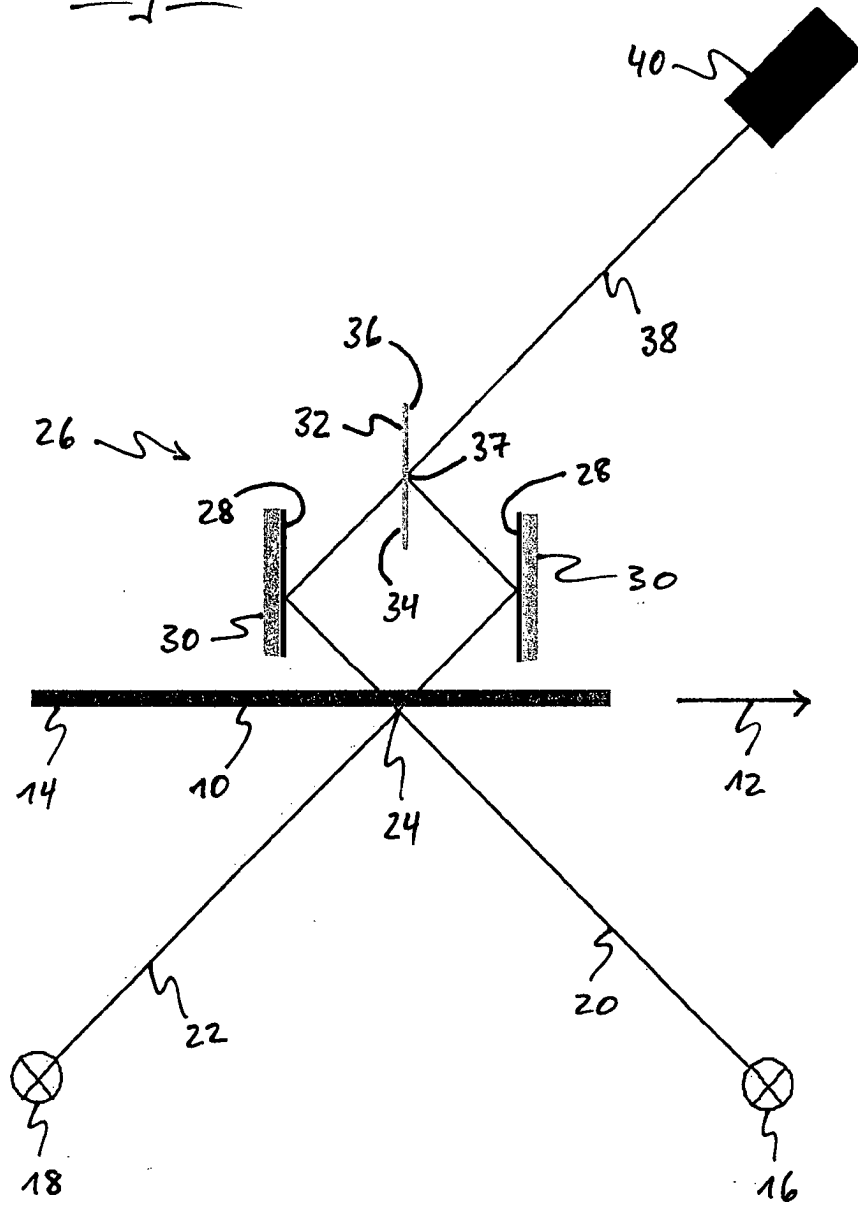


Fig. 2

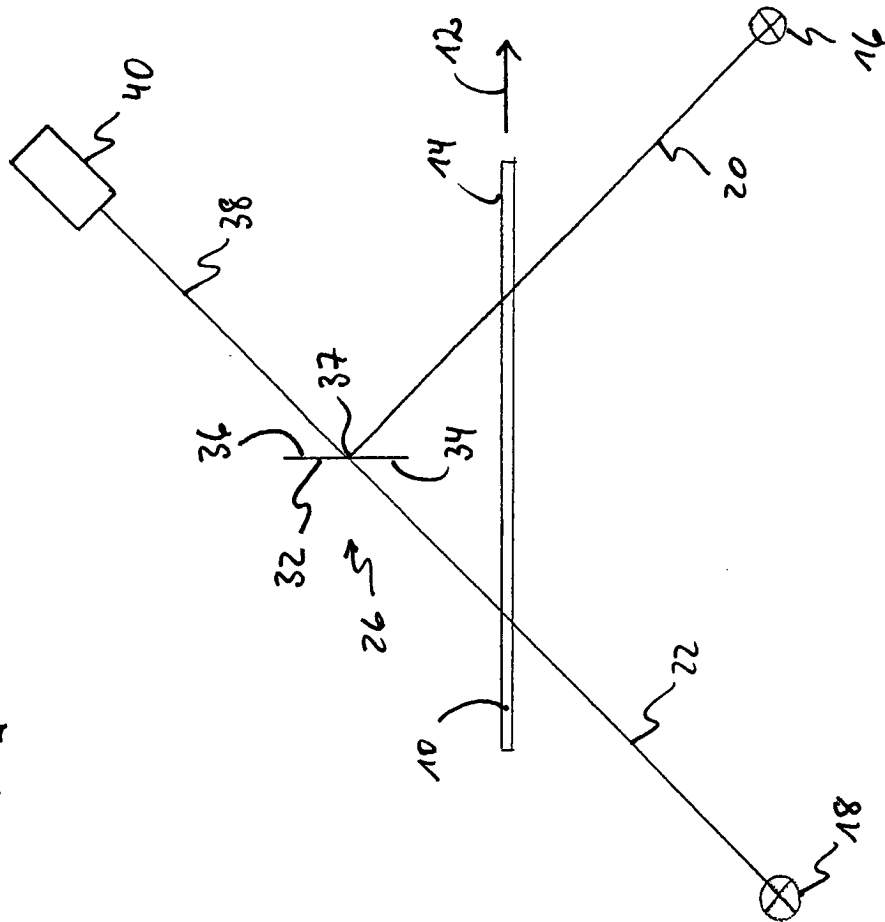


Fig. 3

