

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Synchronisation eines Arbeitstaktes einer Einrichtung mit einem Bewegungsablauf eines entlang einer Bewegungsbahn bewegten Materials gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Verwendung dieser Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 75.

[0002] Beispielsweise an einer Druckmaschine, z. B. einer Rollendruckmaschine oder einer Bogendruckmaschine, insbesondere in einer Offsetdruckmaschine, stellt sich das Problem, dass mit einer Bewegung eines durch die Druckmaschine bewegten Bedruckstoffes z. B. eine am Herstellprozess eines mit der Druckmaschine herzustellenden Druckerzeugnisses beteiligte oder eine den Druckprozess zur Qualitätskontrolle überwachende oder eine den Bedruckstoff fördernde Einrichtung der Druckmaschine zu synchronisieren oder zumindest zu steuern ist. Dabei kann im Herstellprozess des Druckerzeugnisses die Bewegung des Bedruckstoffes durch die Druckmaschine im Fall einer bahnförmigen Ausgestaltung des Bedruckstoffes z. B. mit einer Geschwindigkeit zwischen 10 m/s und 12 m/s oder im Fall einer bogenförmigen Ausgestaltung des Bedruckstoffes z. B. zwischen 15.000 Bogen/h und 18.000 Bogen/h oder jeweils mit noch größeren Geschwindigkeitswerten erfolgen.

[0003] Eine den Druckprozess überwachende Einrichtung kann ein Sensorsystem sein, wobei das Sensorsystem z. B. als ein bildgebendes System ausgebildet ist, wobei das bildgebende System z. B. eine Zeilenkamera aufweist, wobei die Zeilenkamera mit mindestens einer quer zur Transportrichtung des Bedruckstoffes gerichteten Zeile aus lichtempfindlichen Sensorelementen zumindest von einem Teil einer Oberfläche des Bedruckstoffes zeilenweise ein Bild aufnimmt. Die von der Zeilenkamera sequentiell aufgenommenen Bildzeilen führen aber nur dann zu einer sinnvollen Abbildung der Oberfläche des Bedruckstoffes, wenn die einzelnen aufgenommenen Bildzeilen stets mit vom bewegten Bedruckstoff in dessen Transportrichtung gerichteten, zurückgelegten Strecken gleicher Länge korrelieren, d. h. wenn die einzelnen aufgenommenen Bildzeilen möglichst äquidistant aufeinanderfolgen und in ihrer Aneinanderreihung möglichst lückenlos zumindest einen Teil der Oberfläche des Bedruckstoffes abbilden. Zur Synchronisation einer Zeilenkamera mit der Bewegung des Bedruckstoffes ist es erforderlich, dass das den Vorgang der Bildaufnahme synchronisierende Signal bereits nach sehr kurzen vom Bedruckstoff zurückgelegten Strecken und damit nach sehr kurzer Zeit vorliegt, wenn z. B. dasselbe auf dem Bedruckstoff aufgebrachte Druckbild durch eine Sequenz von Bildzeilen zumindest nahezu vollständig abgebildet werden soll. Die Länge einer solchen Strecke bemisst sich üblicherweise im Bereich von deutlich weniger als 1 mm.

[0004] Eine am Herstellprozess des Druckerzeugnisses beteiligte Einrichtung kann alternativ oder zusätzlich

z. B. auch ein Perforator sein, insbesondere ein Laserperforator, mit dem in den Bedruckstoff zu dessen Teilung in konstante Abschnitte jeweils eine Perforation eingebracht wird, was wiederum nur dann zu guten Ergebnissen führt, wenn der Perforator genau zu solchen Zeitpunkten aktiviert wird, nachdem vom Bedruckstoff jeweils Strecken gleicher Länge zurückgelegt worden sind. In der Praxis ist es für die Herstellung von Druckerzeugnissen mit einer gleichen Abschnittslänge erforderlich, dass dieselbe vom Bedruckstoff zurückgelegte Strecke für eine große Anzahl von herzustellenden Druckerzeugnissen anhaltend hochgenau ermittelt wird. Während des Herstellprozesses soll demnach ein sich auf die Länge der Strecken auswirkender Störeinfluss vermieden werden.

[0005] Ein Signal, mit dem die mit der Bewegung des Bedruckstoffes zu synchronisierende Einrichtung synchronisiert werden kann, kann z. B. dadurch gewonnen werden, dass mit einem Rotationskörper der Druckmaschine, insbesondere einem bedruckstoffführenden Zylinder oder einer bedruckstoffführenden Walze, ein Drehgeber verbunden ist, wobei der Drehgeber in Abhängigkeit von der Rotation des Rotationskörpers ein mit einer vom Bedruckstoff zurückgelegten Strecke korrelierendes Signal liefert, wobei das Signal von einer Steuereinrichtung zur Steuerung der zu synchronisierenden Einrichtung genutzt wird. Eine derartige Vorrichtung ist z. B. in der US 6,715,417 B2 beschrieben, wobei ein Encoder mit einem Formzylinder, einem Übertragungszyylinder oder einem Gegendruckzylinder einer Druckmaschine koaxial verbunden ist, wobei ein vom Encoder bereitgestelltes, mit der Rotation der Zylinder korrelierendes Signal benutzt wird, um eine Lesezeit zur Aufnahme eines auf einem Bedruckstoff aufgebrachten Farbmessfeldes festzulegen, wobei auf eine weitere Ermittlung der Position des Bedruckstoffes verzichtet wird.

[0006] Ein Drehgeber liefert jedoch fehlerbehaftete Ergebnisse, sobald sich zwischen der Oberfläche des Bedruckstoffes und der Mantelfläche des Rotationskörpers ein Schlupf einstellt, der insbesondere dann nicht ausgeschlossen werden kann, wenn der Bedruckstoff den Rotationskörper nur teilweise umschlingt, was jedoch im Herstellprozess des Druckerzeugnisses in der Druckmaschine der Regelfall ist. Auch kann sich der Rotationskörper im Herstellprozess des Druckerzeugnisses abnutzen, was zu einer Veränderung seiner Umfangslänge führt. Aus diesen Gründen ist nicht gewährleistet, dass das vom Drehgeber generierte Signal anhaltend zuverlässig mit der vom Bedruckstoff tatsächlich zurückgelegten Strecke mit der z. B. zur Synchronisation einer Zeilenkamera oder eines Perforators erforderlichen Genauigkeit korreliert.

[0007] Zur Vermeidung der Schlupfbildung ist auch der Einsatz eines gegen den Rotationskörper insbesondere federelastisch angestellten Reibrades mit einer z. B. gummierten Mantelfläche wenig hilfreich, weil durch den Berührungskontakt des Reibrades mit der Oberfläche des Bedruckstoffes der Bedruckstoff oder auch ein auf

dessen Oberfläche aufgebrachtes Druckbild Schaden nehmen kann. Dieser Nachteil ist insbesondere bei der Herstellung hochwertiger Druckerzeugnisse nicht hinnehmbar, weshalb die Erzeugung des für die Synchronisation erforderlichen Signals berührungsfrei und für den Bedruckstoff rückwirkungsfrei erfolgen sollte. Im Übrigen kann auch ein Reibrad für einen zwischen ihm und dem Rotationskörper geführten Bedruckstoff Schlupf nicht völlig ausschließen.

[0008] Der Einsatz eines Drehgebers versagt auch z. B. an einer Bogendruckmaschine, bei der der Bedruckstoff nach Durchlaufen des letzten Druckwerks durch ein an einem Kettensystem geführtes Greifersystem transportiert wird, weil dieser ganz überwiegend keinen geeigneten Rotationskörper aufweisende Transportweg praktisch keine Möglichkeit zur Anordnung des Drehgebers bietet. Jedoch soll die Erzeugung des für die Synchronisation erforderlichen Signals auch z. B. für eine durch eine reine Linearbewegung geprägte Bewegung des Bedruckstoffes möglich sein.

[0009] Aufgrund der Nachteile, die mit der Bewegungserfassung des Bedruckstoffes mittels eines an einen Rotationskörper angebrachten Drehgebers einhergehen, ist in der JP 10038901 A eine berührungslos arbeitende Geschwindigkeitsmessvorrichtung vorgeschlagen worden, wobei ein CCD-Flächenbildsensor von einem Teilbereich einer Materialbahn durch eine auf die Oberfläche der Materialbahn fokussierte Linse ein Bild aufnimmt und ein Bildprozessor ein Ausgangssignal des Bildsensors in einem Hochpassprozess hinsichtlich einer Geschwindigkeit der Materialbahn auswertet. Eine Steuerung oder gar eine Synchronisation einer mit hoher Präzision arbeitenden Einrichtung in Abhängigkeit von einer vom Bedruckstoff zurückgelegten Strecke ist jedoch mit der in der JP 10038901 A beschriebenen Geschwindigkeitsmessvorrichtung weder möglich, noch findet sich ein Hinweis darauf.

[0010] Die vorliegende Erfindung geht davon aus, dass die Grundlage der Synchronisation einer mit hoher Präzision arbeitenden Einrichtung mit einer vom Bedruckstoff zurückgelegten Strecke eine in Echtzeit durchgeführte exakte Ermittlung der zurückgelegten Strecke des entlang einer Bewegungsbahn bewegten Bedruckstoffes ist. Zur Synchronisation der mit hoher Präzision arbeitenden Einrichtung mit der vom Bedruckstoff zurückgelegten Strecke muss die Ermittlung der Länge der Strecke in Anbetracht der hohen Geschwindigkeit, mit der die Bewegung des Bedruckstoffes durch die Druckmaschine erfolgt, sehr schnell und quasi verzögerungsfrei erfolgen.

[0011] Durch die DE 35 02 406 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen, berührungslosen Bestimmung der Länge eines ungeteilten, bewegten Körpers, insbesondere eines Stranggussmaterials, mit optisch spezifischer Oberflächenstruktur bekannt, wobei mit einer optischen Einrichtung zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten jeweils eine Momentaufnahme von dem bewegten Körper aufgenommen und gespei-

chert wird, wobei die beiden Momentaufnahmen bis auf einen durch die Bewegung des Körpers verursachten Versatz miteinander übereinstimmen, wobei aus dem Versatz eine Teillänge des Körpers bestimmt wird, wobei diese Bestimmung zyklisch mit hoher Geschwindigkeit erfolgt und wobei das Messsignal von einer Recheneinheit zur Steuerung einer dieser Längenmessvorrichtung nachgeschalteten Schneideinrichtung genutzt werden kann.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Synchronisation eines Arbeitstaktes einer Einrichtung mit einem Bewegungsablauf eines entlang einer Bewegungsbahn bewegten Materials sowie ein Verfahren zur Verwendung dieser Vorrichtung zu schaffen, wobei die Vorrichtung die Ermittlung einer vom Bedruckstoff mit hoher Geschwindigkeit zurückgelegten Strecke berührungslos in Echtzeit hochgenau durchführt.

[0013] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 oder 74 gelöst.

[0014] Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass eine vom Material entlang einer Bewegungsbahn zurückgelegte Strecke selbst dann noch anhaltend zuverlässig hochgenau und auch für eine sehr kurze Länge der Strecke ermittelt werden kann, wenn sich das Material mit einer sehr hohen Geschwindigkeit bewegt. Die Ermittlung der vom Material zurückgelegten Strecke erfolgt berührungslos und damit verschleißfrei, und zwar sowohl an einer planen als auch an einer gewölbten Oberfläche des Materials. Auf der Grundlage der ermittelten Strecke wird in der bevorzugten Ausführung ein Signal generiert, um z. B. eine am Herstellprozess des mit der Druckmaschine herzustellenden Druckerzeugnisses beteiligte oder eine den Druckprozess überwachende oder eine den Bedruckstoff fördernde oder irgendeine andere mit hoher Präzision arbeitende Einrichtung der Druckmaschine mit der vom Material zurückgelegten Strecke zu synchronisieren oder zumindest zu steuern. Darüber hinaus lässt sich die vorgeschlagene Vorrichtung kostengünstig realisieren. Vorzugsweise ist eine Beleuchtungseinrichtung vorgesehen, die die vom Bildsensor vorgenommene Messung durch eine Kontrastveränderung oder eine Kontrastverstärkung begünstigt.

[0015] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass auch eine zur Bewegungsbahn seitwärts gerichtete Bewegung des Materials detektierbar ist. Aus einer erkannten, z. B. unbeabsichtigten Seitwärtsbewegung des Materials kann ein Korrektursignal entweder zur Korrektur der Bewegung des Materials oder zur Nachführung eines von der Vorrichtung aufgenommenen Bildes generiert werden.

[0016] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben, wodurch weitere Vorteile deutlich werden.

[0017] Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der vorgeschlagenen Vorrichtung;

Fig. 2 bis 4 hinsichtlich der Oberfläche des Materials unterschiedliche Anordnungen eines Bildsensors der Vorrichtung und einer ihm zugeordneten Beleuchtungsquelle.

[0018] Gemäß der Fig. 1 weist die Vorrichtung zur Ermittlung einer von einem bewegten Material 01 entlang einer Bewegungsbahn B zurückgelegten Strecke S einen Bildsensor 06 auf, wobei das Material 01 eine zur Bewegungsbahn B parallele Oberfläche 02, d. h. in der Ebene der Bewegungsbahn B liegende Oberfläche 02 mit mindestens einer Struktur 03 aufweist, wobei der Bildsensor 06 zu mindestens zwei diskreten aufeinanderfolgenden Zeitpunkten in einem zu diesen Zeitpunkten jeweils gleichen Abbildungsmaßstab dieselbe Struktur 03 in einem Bild abbildet und mit dem jeweiligen Bild korrelierende Bilddaten 18 an eine Auswerteeinheit 07 leitet, wobei die zu unterschiedlichen Zeitpunkten generierten Bilddaten 18 in Relation zueinander infolge der Bewegung des Materials 01 eine Verschiebung der Struktur 03 aufweisen. Die Auswerteeinheit 07 ermittelt vorzugsweise rechnerisch aus der Verschiebung der Struktur 03 unter Berücksichtigung des Abbildungsmaßstabes die vom Material 01 zurückgelegte Strecke S. Bekannte, feste, d. h. unveränderliche mechanische Beziehungen z. B. in der Pixelanordnung des Bildsensors 06 können bei der Auswertung der Bilddaten 18 zur Quantifizierung der vom Material 01 zurückgelegten Strecke S als mechanische Referenz oder als Maßstab herangezogen werden.

[0019] In der bevorzugten Ausführung setzt die Auswerteeinheit 07 nach einer vom Material 01 zurückgelegten Strecke S, vorzugsweise jeweils bei vom Material 01 zurückgelegten Strecken S gleicher Länge, ein Signal 08 zur Synchronisation eines mit der zurückgelegten Strecke S des Materials 01 zu synchronisierenden Vorgangs ab. Das von der Auswerteeinheit 07 abgesetzte und gegebenenfalls aufbereitete Signal 08 hat damit die Wirkung eines Taktgebers 09. Ein vom Taktgeber 09 zur Verfügung gestelltes, z. B. impulsartiges Signal 11, dessen taktgebende Eigenschaft in einer Ausführungsvariante auch bereits in dem von der Auswerteeinheit 07 abgesetzten Signal 08 enthalten sein kann, wird dazu genutzt, mindestens eine insbesondere mit hoher Präzision arbeitende Einrichtung 12 mit der vom Material 01 zurückgelegten Strecke S zu synchronisieren oder zu steuern. Die mindestens eine Einrichtung 12 ist somit eine in einem zu synchronisierenden Arbeitstakt arbeitende Einrichtung 12, d. h. der Arbeitsablauf dieser Einrichtung 12 ist in eine Vielzahl von wiederkehrenden Abschnitten untergliedert, wobei eine Länge bzw. Dauer dieser Abschnitte auf den Bewegungsablauf des entlang einer Bewegungsbahn B bewegten Materials 01 abzustimmen ist. Beispielsweise erfolgt nach jeder vom Material 01 zurückgelegten Strecke S genau ein Arbeitstakt der Einrichtung 12.

[0020] Die mindestens eine Einrichtung 12 ist z. B. als eine das Material 01 in seinem Bearbeitungsprozess überwachende, bearbeitende oder fördernde Einrichtung 12 ausgebildet. Insbesondere ist die Einrichtung 12 als eine Zeilenkamera 12 oder als ein Perforator 12, vorzugsweise als ein Laserperforator 12, ausgebildet. Das vom Taktgeber 09 bereitgestellte Signal 11 kann auch dazu genutzt werden, mehrere Einrichtungen 12 mit der vom Material 01 zurückgelegten Strecke S des entlang der Bewegungsbahn B bewegten Materials 01 zu synchronisieren, z. B. eine Zeilenkamera 12 und einen Perforator 12 oder eine weitere das Material 01 in seinem Bearbeitungsprozess überwachende, bearbeitende oder fördernde Einrichtung 12.

[0021] Das Material 01 ist vorzugsweise ein Bedruckstoff 01, der z. B. in Form einer Materialbahn 01, z. B. einer Papierbahn 01 oder einer Folie 01, oder eines Bogens 01 oder mehrerer nacheinander zu bedruckender Bogen 01 ausgebildet ist.

[0022] Die in der Fig. 1 durch einen Pfeil angedeutete Bewegungsbahn B des Materials 01 kann geradlinig oder gekrümmt entlang einer Bogenlinie verlaufen. In der bevorzugten Ausführung verläuft die Bewegungsbahn B des Materials 01 innerhalb einer in einem Offsetdruckverfahren arbeitenden Druckmaschine, wobei die Bewegungsbahn B auch entlang zumindest eines Teils einer Mantelfläche einer in der Druckmaschine angeordneten Walze oder eines dort angeordneten Zylinders verlaufen kann. Je nach Verlauf der Bewegungsbahn B ist die Oberfläche 02 des Materials 01 plan oder gewölbt, insbesondere konvex, ausgebildet.

[0023] Die Struktur 03 des Materials 01 besteht vorzugsweise aus einem aus mikroskopisch kleinen Teilen bestehenden Gefüge, z. B. aus Fasern des Bedruckstoffes 01, insbesondere aus Papierfasern, aus einer auf der Oberfläche 02 des Materials 01 aufgetragenen ein- oder mehrlagigen Beschichtung, z. B. aus einer aufgetragenen Druckfarbe oder aus mehreren nacheinander übereinander aufgedruckten Druckfarben, oder aus einer Applikation des Materials 01. Die Struktur 03 des Materials 01 bildet vorzugsweise ein aus der Oberfläche 02 des Materials 01 erhaben heraustretendes oder in sie vertieftes Relief aus.

[0024] Der Bildsensor 06 ist z. B. als ein Flächenbildsensor 06, vorzugsweise als eine einen CCD-Chip aufweisende Flächenkamera 06 ausgebildet. Der Bildsensor 06 ist insbesondere als eine Flächenkamera 06 mit einem teilauslesbaren CMOS-Bildsensor ausgebildet, wobei ein Bildfeld der Flächenkamera 06 anpassbar, insbesondere in seiner Größe einschränkbar ist. Die Größe des Bildfeldes der Flächenkamera 06 ist insbesondere an eine Bildwiederholrate der Flächenkamera 06 anpassbar. Das Bildfeld des Bildsensors 06 kann demnach unterschiedliche Betriebsstellungen aufweisen.

[0025] Eine zwischen der Oberfläche 02 des Materials 01 und dem Bildsensor 06 angeordnete Optik 13, z. B. ein aus mindestens einer Linse und/oder aus mindestens einem Spiegel bestehendes optisches System, projiziert

einen vorzugsweise rechteckigen Teil 14 der Oberfläche 02 des Materials 01, der in der Fig. 1 mit einer strichpunktierten Umrandung dargestellt ist, entlang einer optischen Achse 16 auf das Bildfeld des Bildsensors 06, wobei die optische Achse 16 mit der Oberfläche 02 des Materials 01 einen Winkel γ von z. B. 45° bis 90° bildet. Der auf das Bildfeld des Bildsensors 06 projizierte Teil 14 der Oberfläche 02 des Materials 01 bestimmt für den vorzugsweise ortsfest angeordneten Bildsensor 06 einen Abtastort 14. Zwischen der Oberfläche 02 des Materials 01 und einer der Oberfläche 02 des Materials 01 zugewandten Stirnseite 17 der Optik 13 verbleibt ein Abstand A13, der von einem mechanisch beweglichen Element, z. B. von einer Handhabungseinrichtung der Druckmaschine, insbesondere von einem Greifersystem, bei Bedarf durchlaufen werden kann. Die mindestens eine Vorrichtung zur Ermittlung einer vom bewegten Material 01 entlang der Bewegungsbahn B zurückgelegten Strecke S arbeitet somit in jedem Fall hinsichtlich der Oberfläche 02 des Materials 01 berührungslos. Der Abstand A13 bemisst sich im Bereich zwischen 10 mm und 1.000 mm, vorzugsweise zwischen 50 mm und 400 mm.

[0026] Die Optik 13 bildet den Teil 14 der Oberfläche 02 des Materials 01, insbesondere die in diesem Teil 14 der Oberfläche 02 des Materials 01 enthaltene Struktur 03, zu mehreren aufeinanderfolgenden diskreten Zeitpunkten in einem zu diesen Zeitpunkten jeweils gleichen Abbildungsmaßstab auf dem Bildfeld des Bildsensors 06 ab. Aufgrund der Kleinheit der Struktur 03 wird der Abbildungsmaßstab derart gewählt, dass die Abbildung der Struktur 03 auf dem Bildfeld des Bildsensors 06 im Maßstab 1:1 oder sogar in Form einer Vergrößerung erfolgt. Der Bildsensor 06 weist zumindest in seinem Bildfeld eine geeignete Auflösung hinsichtlich seiner Pixel auf. Die Optik 13 ist z. B. als ein telezentrisches Objektiv ausgebildet, damit eine z. B. durch Schwingungen des Materials 01 hervorgerufene Veränderung des Abstands A13 die Abbildung der Struktur 03 auf dem Bildfeld des Bildsensors 06 möglichst nicht oder nur sehr geringfügig verändert. Insbesondere bei der Abbildung der Oberfläche 02 eines sehr dünnen, weichen Materials 01, z. B. von Papier geringer Grammatur oder von einer z. B. aus einem Kunststoff bestehenden Folie, ist die Verwendung einer telezentrischen Optik 13 vorteilhaft, weil eine telezentrische Optik 13 eine leichte Abstandsvariation, wie sie beim Transport von sehr dünnem, weichem Material 01 z. B. durch Schwingungen und/oder Wellenbildung auftreten kann, kompensiert, weshalb z. B. durch Schwingungen und/oder Wellenbildung hervorgerufene Abstandsvariationen nicht sofort zu einer negativen Beeinflussung des Messergebnisses führen. Im Übrigen ermöglicht die Verwendung einer telezentrischen Optik 13 auch eine fehlerfreie Erfassung der Oberfläche 02 eines entlang einer gekrümmten bzw. gewölbten Bewegungsbahn B geführten Materials 01. Die Verwendung einer telezentrischen Optik 13 erspart eine Nachführung des Messabstandes, d. h. insbesondere des Abstandes A13. Wegen der Abstandstoleranz der telezentrischen Optik

13 ist auch eine Nachkalibrierung z. B. der die Bilddaten 18 des Bildsensors 06 auswertenden Auswerteeinheit 07 nicht erforderlich.

[0027] In der Auswerteeinheit 07 werden die vom Bildsensor 06 zugeleiteten Bilddaten 18, die mit Bildern korrelieren, die der Bildsensor 06 zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten von derselben Struktur 03 aufgenommen hat, mit einem geeigneten Algorithmus, z. B. einem Korrelationsverfahren, analysiert und z. B. durch eine Messung dahingehend ausgewertet, welche Verschiebung die Struktur 03 infolge der zwischenzeitlichen Bewegung des Materials 01 genommen hat. Dabei wird die Verschiebung der Struktur 03 zumindest hinsichtlich der Länge des Verschiebungsvektors quantifiziert. Unter Berücksichtigung des Abbildungsmaßstabes ermittelt die Auswerteeinheit 07 dann die vom Material 01 zurückgelegte Strecke S.

[0028] In dem zweidimensionalen Bildfeld des Bildsensors 06 kann auch eine zur Bewegungsbahn B des Materials 01 seitliche Verschiebung festgestellt werden, indem die Auswerteeinheit 07 die Richtung der Verschiebung und gegebenenfalls das Maß des aus der Verschiebung erkannten seitlichen Versatzes der Struktur 03 ermittelt. Damit kann die Auswerteeinheit 07 ein weiteres Signal 19, gegebenenfalls nach einer entsprechenden Aufbereitung oder Verstärkung, zur Verfügung stellen, das mit dem seitlichen Versatz der Struktur 03 und damit auch mit dem die Struktur 03 ortsfest aufweisenden Material 01 korreliert, wobei auch dieses Signal 19 dazu genutzt werden kann, mindestens eine weitere Einrichtung, insbesondere die mit hoher Präzision arbeitende Einrichtung 12, zu steuern. Das zweidimensionale Bildfeld des Bildsensors 06 kann auch dahingehend genutzt werden, ein präzises, immer gleichartiges Abbild von der Struktur 03 zu erzeugen, indem eine Seitwärtsbewegung des Materials 01 in der die Bilddaten 18 des Bildsensors 06 auswertenden Auswerteeinheit 07 durch Anwendung eines Korrekturverfahrens, z. B. eines bildverarbeitenden Verfahrens, rechnerisch ausgeglichen wird, sodass die von der Auswerteeinheit 07 vorgenommene Ermittlung der vom Material 01 zurückgelegten Strecke S unbeeinflusst von der Seitwärtsbewegung des Materials 01 erfolgt. Eine Seitwärtsbewegung des Materials 01 kann z. B. die Folge von toleranzbehafteten, fehlerhaft eingestellten, abgenutzten und/oder sogar beschädigten Führungselementen zur Führung des Materials 01 sein. Ein zur Anwendung bringbares Korrekturverfahren kann vorsehen, ein Startpixel einer jeden Bildzeile des Bildsensors 06 jeweils in Abhängigkeit von dem mit dem seitlichen Versatz der Struktur 03 korrelierenden Signal 19 festzulegen oder neu zu definieren, sobald das Signal 19 einen zuvor festgelegten, z. B. in der Auswerteeinheit 07 gespeicherten Grenzwert erreicht oder überschreitet.

[0029] Die zur Synchronisation der Einrichtung 12 erforderlichen Signale 08; 11 oder das zur Steuerung einer Einrichtung hinsichtlich einer Seitwärtsbewegung des Materials 01 benötigte Signal 19 können deshalb in Echtzeit bereitgestellt werden, weil die Verschiebung einer

sich entlang ihres Verschiebungsweges in ihrer Gestalt nicht verändernden Struktur 03 von der Auswerteeinheit 07 schnell ausgewertet werden kann, wobei sich, wie bereits beschrieben, die Verschiebung aus zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten generierten Bilddaten 18 in ihrer Relation zueinander infolge der Bewegung des Materials 01 ergibt. Die Struktur 03 bleibt also zu mindestens zwei unterschiedlichen Zeitpunkten, zu denen der Bildsensor 06 sie abbildet, in ihrer Gestalt unverändert. Nach der Abbildung der Struktur 03 auf dem Bildfeld des Bildsensors 06 zu einem ersten Zeitpunkt muss die Auswerteeinheit 07 lediglich festzustellen, welche Koordinaten diese nunmehr bekannte Struktur 03 zu einem zweiten Zeitpunkt innerhalb des Bildfeldes des Bildsensors 06 aufweist und die Veränderung in den Koordinaten z. B. durch eine Differenzbildung bestimmen, wobei die Koordinaten eine Lage zumindest eines Teils der Struktur 03 innerhalb des Bildfeldes des Bildsensors 06 bestimmen. Das von der Auswerteeinheit 07 angewendete Auswertungsverfahren setzt demnach voraus, dass die zu mindestens zwei unterschiedlichen Zeitpunkten generierten Bilddaten 18 hinsichtlich des die Struktur 03 aufweisenden Bildfeldes des Bildsensors 06 einen ausreichenden Überlappungsbereich aufweisen und dass beide Bilddaten 18 die Struktur 03 zumindest teilweise abbilden. Die Bildwiederholrate des Bildsensors 06 ist vorzugsweise an die Geschwindigkeit des bewegten Materials 01 angepasst oder zumindest anpassbar. Falls die Geschwindigkeit des bewegten Materials 01 sehr gering ist, kann die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bildaufnahmen zurückgelegte Strecke S des Materials 01 für die Bildwiederholrate des Bildsensors 06 limitierend wirken, weil die aufeinanderfolgenden Bildaufnahmen den erwähnten ausreichenden Überlappungsbereich aufweisen müssen, damit die Verschiebung der Struktur 03 innerhalb des Bildfeldes des Bildsensors 06 ermittelt werden kann. In diesem Fall der geringen Geschwindigkeit des bewegten Materials 01 ist ein Zwischentakt sicher durch eine Interpolation oder eine Extrapolation aus vorangegangenen Bildaufnahmen ermittelbar.

[0030] Die vorgeschlagene Vorrichtung weist demnach insbesondere die Vorteile auf, dass sie die vom bewegten Material 01 zurückgelegte Strecke S aufgrund der verfahrensbedingt geringen Auswertungszeit schnell ermittelt, und darüber hinaus in der Lage ist, auch eine Verschiebung von nur sehr geringer Länge zu ermitteln und zu quantifizieren. Deshalb kann die vorgeschlagene Vorrichtung auch verwendet werden, um Bildzeilen einer Zeilenkamera 12 zu synchronisieren. Dabei ist die Bildwiederholrate des Bildsensors 06 deutlich höher als der Zeilentakt der Zeilenkamera 12. Die Länge des Verschiebungsvektors der von der Auswerteeinheit 07 auszuwertenden Verschiebung der Struktur 03 ist auch dann außerordentlich klein, wenn die vom bewegten Material 01 zwischen zwei Bildaufnahmen zurückgelegte Strecke S im Bereich einer Ortsunschärfe der von der Auswerteeinheit 07 anzusteuern den Einrichtung 12 liegt.

[0031] Es ist von Vorteil, den Abtastort 14 des Bildsen-

sors 06, d. h. den auf das Bildfeld des Bildsensors 06 projizierten Teil 14 der Oberfläche 02 des Materials 01, möglichst nah an denjenigen Ort zu legen, an dem eine zu synchronisierende oder zumindest zu steuernde Einrichtung 12 auf das Material 01 einwirkt. So kann der Abtastort 14 des Bildsensors 06 z. B. die zeilenförmige Abtastspur einer zu synchronisierenden Zeilenkamera 12 zumindest teilweise überdecken. Dadurch ist die aus der Bildaufnahme und Bildauswertung bestehende und z. B. auf die Zeilenkamera 12 wirkende Steuerkette resistent gegen eine spontane Änderung der Geschwindigkeit des Materials 01.

[0032] Vorzugsweise ist eine zumindest den Abtastort 14 des Bildsensors 06 ausleuchtende Beleuchtungsquelle 21 vorgesehen, wobei die Beleuchtungsquelle 21 z. B. als eine Konstantlichtquelle 21 oder als eine Blitzlichtquelle 21 ausgeführt ist. Die Helligkeit der Beleuchtungsquelle 21 oder deren Blitzdauer oder gegebenenfalls alternativ auch die Belichtungsdauer des Bildfeldes des Bildsensors 06 sind z. B. an die jeweilige Beschaffenheit der Oberfläche 02 des Materials 01 angepasst oder zumindest anpassbar. Insbesondere wenn sich der Abtastort 14 des Bildsensors 06 und die zeilenförmige Abtastspur einer zu synchronisierenden Zeilenkamera 12 zumindest teilweise überdecken, werden die Lichtfarbe der Beleuchtungsquelle 21 und die Farbempfindlichkeit des Bildfeldes des Bildsensors 06 vorteilhafterweise derart gewählt, dass sie außerhalb des von der Zeilenkamera 12 für ihre Bilderfassung genutzten Spektralbereiches liegen, um eine gegenseitige Störung von Zeilenkamera 12 und Bildsensor 06 zu vermeiden. Wenn die Bildaufnahme der Zeilenkamera 12 z. B. im sichtbaren Spektrum erfolgt, kann für die Farbempfindlichkeit des Bildfeldes des Bildsensors 06 und die daran angepasste Lichtfarbe der Beleuchtungsquelle 21 der Bereich z. B. der infraroten oder ultravioletten Strahlung genutzt werden. Dadurch ist sichergestellt, dass die Zeilenkamera 12 und der Bildsensor 06 bezüglich ihrer jeweiligen Bildaufnahmen unabhängig voneinander und ohne gegenseitige Störung arbeiten, da ihre jeweilige spektrale Empfindlichkeit durch die unterschiedlich gewählten Spektralbereiche überschneidungsfrei ist, auch wenn der Abtastort 14 des Bildsensors 06 und die zeilenförmige Abtastspur der zu synchronisierenden Zeilenkamera 12 örtlich zusammenfallen.

[0033] Die Beleuchtungsquelle 21 ist gleichfalls wie die zum Bildsensor 06 gehörende Optik 13 von der Oberfläche 02 des Materials 01 beabstandet angeordnet, z. B. in einem Abstand A21, wobei der Abstand A21 von einem mechanisch beweglichen Element, z. B. von einer Handhabungseinrichtung der Druckmaschine, insbesondere von einem Greifersystem, bei Bedarf durchlaufen werden kann. Der Abstand A21 misst z. B. im Bereich zwischen 30 mm und 200 mm, vorzugsweise zwischen 80 mm und 140 mm.

[0034] Die Beleuchtungsquelle 21 ist zur Oberfläche 02 des Materials 01 derart angeordnet, dass mit dem von der Beleuchtungsquelle 21 emittierten Licht die Struktur

03 auf der Oberfläche 02 des Materials 01 hervorgehoben wird. Dazu ist die Beleuchtungsquelle 21 mit ihrer optischen Achse 22 unter einem Winkel α zur optischen Achse 16 der Optik 13 angeordnet, wobei der Winkel α z. B. zwischen 0° und 90° liegt, insbesondere zwischen 45° und 90° . Das von der Beleuchtungsquelle 21 entlang ihrer optischen Achse 22 unter dem Winkel α auf die Oberfläche 02 des Materials 01 eingestrahlte Licht erzeugt dann einen Schattenwurf von der Struktur 03, wodurch Bildkontraste verstärkt werden. Ein Raumwinkel ω , unter dem die Beleuchtungsquelle 21 ihr Licht aussendet, ist vorzugsweise eng bemessen und liegt z. B. zwischen $0,00006$ sr und $0,05$ sr.

[0035] Für unterschiedliche Beschaffenheiten der Oberfläche 02 des Materials 01 und dessen Struktur 03 können verschiedene Anordnungen der Beleuchtungsquelle 21 von Vorteil sein, wobei sich die Anordnungen z. B. im Abstand A21 der Beleuchtungsquelle 21 von der Oberfläche 02 des Materials 01 oder in dem Winkel α , den die Beleuchtungsquelle 21 mit ihrer optischen Achse 22 zur optischen Achse 16 der Optik 13 einnimmt, unterscheiden. Zwei verschiedene Anordnungen der Beleuchtungsquelle 21 sind in der Fig. 1 beispielhaft dargestellt. In jedem Fall kann die Auswerteeinheit 07 mit einem an eine Steuereinrichtung 23 übertragenen Signal 24 den Betrieb und gegebenenfalls auch die Betriebsstellung der Beleuchtungsquelle 21 steuern, wobei die Steuereinrichtung 23 mit einem entsprechenden Signal 26 ihrerseits auf die Beleuchtungsquelle 21 einwirkt.

[0036] Wie die Fig. 2 bis 4 zeigen, können hinsichtlich der Oberfläche 02 des Materials 01 unterschiedliche Anordnungen des Bildsensors 06 und der ihm zugeordneten Beleuchtungsquelle 21 vorgesehen sein. Für eine matte Oberfläche 02 des Materials 01 und/oder dessen Struktur 03 ist eine Anordnung gemäß der Fig. 1 oder 2 vorteilhaft, wobei die optische Achse 16 der Optik 13 mit der Oberfläche 02 des Materials 01 einen Winkel γ von 90° bildet und der Winkel α zwischen der optischen Achse 16 der Optik 13 und der optischen Achse 22 der Beleuchtungsquelle 21 größer als 45° gewählt ist. Das von der Beleuchtungsquelle 21 auf die Oberfläche 02 des Materials 01 eingestrahlte Licht erfolgt dann als ein Streiflicht.

[0037] Für eine spiegelnde, stark reflektive Oberfläche 02 des Materials 01 und/oder dessen Struktur 03 kann eine Anordnung gemäß der Fig. 3 zu besseren Ergebnissen führen, wobei das auf die Oberfläche 02 des Materials 01 unter einem Einfallswinkel von $\frac{1}{2}\alpha$ eingestrahlte Licht unter einem dem Einfallswinkel von $\frac{1}{2}\alpha$ zumindest nahezu entsprechenden Ausfallswinkel von gleichfalls $\frac{1}{2}\alpha$ auf das Bildfeld des Bildsensors 06 trifft, wodurch an den Pixeln auf dem Bildfeld des Bildsensors 06 ein besonders hoher Signalpegel erzeugt wird. Eine reflektive Oberfläche 27 muss hierbei nicht zwangsläufig parallel zu der übrigen Oberfläche 02 des Materials 01 angeordnet sein, wie das in der Fig. 3 durch eine gestrichelte Linie und ein orthogonal auf ihr stehendes Lot 28 angedeutet ist. Bei einer am Abtastort 14 nicht homogen eben, sondern z. B. wellenförmig oder rampenförmig

ausgebildeten Oberfläche 27 wird die Anordnung vom Bildsensor 06 und der ihr zugeordneten Beleuchtungsquelle 21 vorzugsweise von der Ausrichtung des größten Oberflächenanteils der Oberfläche 27 bestimmt.

[0038] Fig. 1 und 4 zeigen eine Vorrichtung mit mehreren, z. B. zwei Beleuchtungsquellen 21, die wahlweise zum Einsatz gebracht werden können. Zu diesem Zweck steuert die Auswerteeinheit 07 z. B. die Steuereinrichtung 23 an, wodurch eine Umschaltung zwischen den Beleuchtungsquellen 21 erfolgt. Die Beleuchtungsquellen 21 weisen mit ihrer jeweiligen optischen Achse 22 jeweils vorzugsweise unterschiedliche Winkel β_1 ; β_2 zur Oberfläche 02; 27 des Materials 01 auf. Die in der Fig. 4 rechte Beleuchtungsquelle 21 eignet sich vorzugsweise zur Beleuchtung einer glänzenden, reflektiven Oberfläche 02; 27, da sie bezüglich der Oberfläche 02; 27 und der optischen Achse 16 des Bildsensors 06 unter der Maßgabe Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel angeordnet ist, wohingegen die in der Fig. 4 linke Beleuchtungsquelle 21 eher zur Beleuchtung einer rauen, matten Oberfläche 02; 27 geeignet ist.

[0039] Insbesondere wenn die Bildwiederholrate des Bildsensors 06 höher ist, als es zur Erzeugung des Signals 08 zur Synchronisation eines mit der zurückgelegten Strecke S des Materials 01 zu synchronisierenden Vorgangs erforderlich ist, kann eine Auswertung von mindestens einer zur Erzeugung des Signals 08 nicht erforderlichen Bildaufnahme des Bildsensors 06 dazu verwendet werden, dass sich die vorgeschlagene Vorrichtung selbsttätig an eine Beschaffenheit der Oberfläche 02; 27 des Materials 01 anpasst. Wenn die Auswertung von mindestens einer zur Erzeugung des Signals 08 nicht erforderlichen Bildaufnahme des Bildsensors 06 ergibt, dass die Abbildung der Struktur 03 auf dem Bildfeld des Bildsensors 06 überbelichtet oder unterbelichtet ist, kann die Auswerteeinheit 07 z. B. die Helligkeit der Beleuchtungsquelle 21 oder deren Blitzdauer oder gegebenenfalls alternativ auch die Belichtungsdauer des Bildfeldes des Bildsensors 06 selbsttätig anpassen. Wenn die Auswertung von mindestens einer zur Erzeugung des Signals 08 nicht erforderlichen Bildaufnahme des Bildsensors 06 ergibt, dass der Bildkontrast der auf dem Bildfeld des Bildsensors 06 abgebildeten Struktur 03 zu gering ist und damit einen voreingestellten Schwellwert unterschreitet, kann die Auswerteeinheit 07 z. B. zwischen den mehreren, von ihr angesteuerten Beleuchtungsquellen 21 umschalten und eine für die aktuell vorliegende Oberfläche 02; 27 des Materials 01 geeignetere Beleuchtungsquelle 21 zum Einsatz bringen, welche somit für die aktuell vorliegende Oberfläche 02; 27 des Materials 01 den höchsten Bildkontrast für die auf dem Bildfeld des Bildsensors 06 abgebildete Struktur 03 erzeugt. Diese selbsttätige Anpassung der vorgeschlagenen Vorrichtung erfolgt vorzugsweise vor der nächsten zur Erzeugung des Signals 08 erforderlichen Bildaufnahme. Durch die selbsttätige Anpassung wird die vorgeschlagene Vorrichtung zu einem selbstlernenden System.

Bezugszeichenliste

[0040]

01	Material, Bedruckstoff, Materialbahn, Papierbahn, Folie, Bogen	5
02	Oberfläche	
03	Struktur	
04	-	
05	-	10
06	Bildsensor, Flächenbildsensor, Flächenkamera	
07	Auswerteeinheit	
08	Signal	
09	Taktgeber	
10	-	15
11	Signal	
12	Einrichtung, Zeilenkamera, Perforator, Laserperforator	
13	Optik	
14	Teil der Oberfläche (02), Abtastort	20
15	-	
16	optische Achse (06; 13)	
17	Stirnseite	
18	Bilddaten	
19	Signal	25
20	-	
21	Beleuchtungsquelle, Konstantlichtquelle, Blitzlichtquelle	
22	optische Achse (21)	
23	Steuereinrichtung	30
24	Signal	
25	-	
26	Signal	
27	Oberfläche	
28	Lot	35
A13	Abstand	
A21	Abstand	
B	Bewegungsbahn	
S	Strecke	40
α	Winkel	
$\beta_1; \beta_2$	Winkel	
γ	Winkel	
ω	Raumwinkel	45

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Synchronisation eines Arbeitstaktes einer Einrichtung (12) mit einem Bewegungsablauf eines entlang einer Bewegungsbahn (B) bewegten Materials (01), wobei das entlang der Bewegungsbahn (B) bewegte Material (01) in seinem Bewegungsablauf mindestens eine Strecke (S) zurückgelegt, wobei das Material (01) eine in der Ebene der Bewegungsbahn (B) liegende Oberfläche (02) mit mindestens einer Struktur (03) aufweist, wobei ein

Bildsensor (06) die Struktur (03) zu mindestens zwei aufeinanderfolgenden diskreten Zeitpunkten jeweils in einem Bild abbildet, wobei der Bildsensor (06) mit dem jeweiligen Bild korrelierende Bilddaten (18) jeweils an eine Auswerteeinheit (07) leitet, wobei die Struktur (03) im Zeitpunkt ihrer nachfolgenden Abbildung gegenüber dem Zeitpunkt ihrer vorangegangenen Abbildung infolge der Bewegung des Materials (01) verschoben ist, wobei die Auswerteeinheit (07) aus der Verschiebung der Struktur (03) die vom Material (01) zurückgelegte Strecke (S) ermittelt, wobei die Auswerteeinheit (07) nach der vom Material (01) zurückgelegten Strecke (S) ein Signal (08; 11) zur Synchronisation des Arbeitstaktes der Einrichtung (12) absetzt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in ihrem Arbeitstakt mit dem Signal (08; 11) der Auswerteeinheit (07) synchronisierte Einrichtung (12) zumindest als eine Zeilenkamera (12) ausgebildet ist, wobei die Zeilenkamera (12) in ihrem Arbeitstakt zumindest von einem Teil der Oberfläche (02) des Materials (01) zeilenweise ein Bild aufnimmt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bildsensor (06) die zu mindestens zwei aufeinanderfolgenden diskreten Zeitpunkten abgebildete Struktur (03) in einem zu diesen Zeitpunkten jeweils gleichen Abbildungsmaßstab jeweils in einem Bild abbildet.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) aus der Verschiebung der Struktur (03) unter Berücksichtigung des Abbildungsmaßstabes die vom Material (01) zurückgelegte Strecke (S) ermittelt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bildwiederholrate des Bildsensors (06) höher ist als der Zeilentakt der Zeilenkamera (12).
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) jeweils bei vom Material (01) zurückgelegten Strecken (S) gleicher Länge das Signal (08; 11) zur Synchronisation der mit der zurückgelegten Strecke (S) des Materials (01) zu synchronisierenden Zeilenkamera (12) absetzt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) mit ihrem Signal (08; 11) eine weitere mit hoher Präzision arbeitende Einrichtung (12) synchronisiert oder zumindest steuert.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Einrichtung (12) als eine das Material (01) überwachende, bearbeitende oder

fördernde Einrichtung (12) ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Einrichtung (12) als ein Perforator (12) ausgebildet ist. 5
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material (01) ein Bedruckstoff (01) ist. 10
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material (01) als eine Materialbahn (01) ausgebildet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material (01) als ein Bogen (01) ausgebildet ist. 15
12. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material (01) mehrere nacheinander zu bedruckende oder bedruckte Bogen (01) sind. 20
13. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegungsbahn (B) des Materials (01) geradlinig ist oder entlang einer Bogenlinie verläuft. 25
14. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegungsbahn (B) des Materials (01) in einer Druckmaschine verläuft. 30
15. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bewegungsbahn (B) des Materials (01) entlang zumindest eines Teils einer Mantelfläche einer Walze oder eines Zylinders verläuft. 35
16. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche (02) des Materials (01) plan oder gewölbt ausgebildet ist. 40
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche (02) des Materials (01) konvex gewölbt ausgebildet ist. 45
18. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktur (03) des Materials (01) als ein aus mikroskopisch kleinen Teilen bestehendes Gefüge ausgebildet ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktur (03) des Materials (01) aus dessen Fasern besteht.
20. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktur (03) des Materials (01) aus einer auf der Oberfläche (02) des Materials (01) aufgetragenen einlagigen oder mehrlagigen Be-

schichtung besteht.

21. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktur (03) des Materials (01) aus einer Applikation des Materials (01) besteht.
22. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktur (03) des Materials (01) ein aus der Oberfläche (02) des Materials (01) erhaben heraustretendes oder in sie vertieftes Relief ausgebildet.
23. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bildsensor (06) als ein Flächenbildsensor (06) ausgebildet ist.
24. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bildsensor (06) als eine Flächenkamera (06) ausgebildet ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bildsensor (06) einen CCD-Chip aufweist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bildsensor (06) als ein CMOS-Bildsensor ausgebildet ist.
27. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bildsensor (06) ein teilauslesbares Bildfeld aufweist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bildsensor (06) ein Bildfeld mit einer anpassbaren Größe aufweist.
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe des Bildfeldes an eine Bildwiederholrate des Bildsensors (06) anpassbar oder angepasst ist.
30. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bildsensor (06) die Struktur (03) auf seinem Bildfeld im Maßstab 1:1 abbildet.
31. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bildsensor (06) die Struktur (03) auf seinem Bildfeld vergrößert abbildet. 50
32. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zwischen der Oberfläche (02) des Materials (01) und dem Bildsensor (06) angeordnete Optik (13) einen Teil (14) der Oberfläche (02) des Materials (01) entlang einer optischen Achse (16) auf das Bildfeld des Bildsensors (06) projiziert. 55
33. Vorrichtung nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet,**

- zeichnet, dass** der projizierte Teil (14) der Oberfläche (02) des Materials (01) rechteckig ausgebildet ist.
34. Vorrichtung nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optische Achse (16) mit der Oberfläche (02) des Materials (01) einen Winkel (γ) von 45° bis 90° bildet. 5
35. Vorrichtung nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Optik (13) als ein telezentrisches Objektiv ausgebildet ist. 10
36. Vorrichtung nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Optik (13) mit ihrer der Oberfläche (02) des Materials (01) zugewandten Stirnseite (17) in einem Abstand (A13) von der Oberfläche (02) des Materials (01) angeordnet ist. 15
37. Vorrichtung nach Anspruch 36, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Abstand (A13) von der Stirnseite (17) der Optik (13) zur Oberfläche (02) des Materials (01) im Bereich zwischen 10 mm und 1.000 mm bemisst. 20
38. Vorrichtung nach Anspruch 36, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Abstand (A13) von der Stirnseite (17) der Optik (13) zur Oberfläche (02) des Materials (01) im Bereich zwischen 50 mm und 400 mm bemisst. 25
39. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bildwiederholrate des Bildsensors (06) an die Geschwindigkeit des bewegten Materials (01) angepasst ist oder zumindest anpassbar ist. 30
40. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktur (03) zu den mindestens zwei unterschiedlichen Zeitpunkten, zu denen der Bildsensor (06) sie abbildet, in ihrer Gestalt unverändert bleibt. 35
41. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei der zu unterschiedlichen Zeitpunkten generierten Bilddaten (18) die Struktur (03) zumindest teilweise abbilden. 40
42. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei der zu unterschiedlichen Zeitpunkten generierten Bilddaten (18) hinsichtlich des die Struktur (03) aufweisenden Bildfeldes des Bildsensors (06) einen Überlappungsbereich aufweisen. 45
43. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) eine Veränderung von Koordinaten ermittelt, wobei die Ko- 50
- ordinaten eine Lage zumindest eines Teils der Struktur (03) innerhalb des Bildfeldes des Bildsensors (06) bestimmen, wobei sich die zu ermittelnde Veränderung aus einer Differenz zwischen den Koordinaten der zu einem ersten und zu einem zweiten Zeitpunkt auf dem Bildfeld des Bildsensors (06) aufgenommenen Struktur (03) ergibt.
44. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) die Richtung der Verschiebung ermittelt. 55
45. Vorrichtung nach Anspruch 44, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) das Maß eines aus der Verschiebung erkannten seitlichen Versatzes der Struktur (03) ermittelt.
46. Vorrichtung nach Anspruch 45, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) ein mit dem seitlichen Versatz der Struktur (03) korrelierendes Signal (19) zur Verfügung stellt.
47. Vorrichtung nach Anspruch 46, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) mit dem mit dem seitlichen Versatz der Struktur (03) korrelierenden Signal (19) die mindestens eine Einrichtung (12) steuert.
48. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der auf das Bildfeld des Bildsensors (06) projizierte Teil (14) der Oberfläche (02) des Materials (01) nah an demjenigen Ort angeordnet ist, an dem die zu synchronisierende oder zumindest zu steuernde Einrichtung (12) auf das Material (01) einwirkt.
49. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der auf das Bildfeld des Bildsensors (06) projizierte Teil (14) der Oberfläche (02) des Materials (01) und eine zeilenförmige Abtastspur der zu synchronisierenden Zeilenkamera (12) zumindest teilweise überdecken.
50. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zumindest den Abtastort (14) des Bildsensors (06) ausleuchtende Beleuchtungsquelle (21) vorgesehen ist.
51. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungsquelle (21) als eine Konstantlichtquelle (21) ausgeführt ist.
52. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungsquelle (21) als eine Blitzlichtquelle (21) ausgeführt ist.
53. Vorrichtung nach Anspruch 50 oder 52, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Helligkeit der Beleuch-

tungsquelle (21) oder deren Blitzdauer an die Beschaffenheit der Oberfläche (02) des Materials (01) angepasst oder zumindest anpassbar sind.

54. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Belichtungsdauer des Bildfeldes des Bildsensors (06) an die Beschaffenheit der Oberfläche (02) des Materials (01) angepasst oder zumindest anpassbar ist. 5
55. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer zumindest teilweisen Überdeckung des Abtastortes (14) des Bildsensors (06) und der Abtastspur der zu synchronisierenden Zeilenkamera (12) die Lichtfarbe der Beleuchtungsquelle (21) und die Farbempfindlichkeit des Bildfeldes des Bildsensors (06) außerhalb des von der Zeilenkamera (12) für ihre Bilderfassung genutzten Spektralbereiches liegen. 10 15
56. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lichtfarbe der Beleuchtungsquelle (21) und die Farbempfindlichkeit des Bildfeldes des Bildsensors (06) im Bereich der infraroten oder ultravioletten Strahlung liegen. 20 25
57. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungsquelle (21) von der Oberfläche (02) des Materials (01) in einem Abstand (A21) angeordnet ist. 30
58. Vorrichtung nach Anspruch 57, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (A21) zwischen 30 mm und 200 mm beträgt. 35
59. Vorrichtung nach Anspruch 57, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand (21) zwischen 80 mm bis 140 mm beträgt. 40
60. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungsquelle (21) mit ihrer optischen Achse (22) unter einem Winkel (α) zur optischen Achse (16) der Optik (13) angeordnet ist. 45
61. Vorrichtung nach Anspruch 60, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel (α) zwischen 0° und 90° beträgt. 50
62. Vorrichtung nach Anspruch 60, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel (α) zwischen 45° und 90° beträgt. 55
63. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Raumwinkel (ω), unter dem die Beleuchtungsquelle (21) ihr Licht ausstrahlt, zwischen $0,00006$ sr und $0,05$ sr beträgt.
64. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass das von der Beleuchtungsquelle (21) unter einem Einfallswinkel ($\frac{1}{2} \alpha$) auf die Oberfläche (02) des Materials (01) eingestrahlte Licht unter einem dem Einfallswinkel ($\frac{1}{2} \alpha$) zumindest nahezu entsprechenden Ausfallswinkel ($\frac{1}{2} \alpha$) auf das Bildfeld des Bildsensors (06) trifft.

65. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer am Abtastort (14) nicht homogen eben ausgebildeten Oberfläche (27) die Anordnung des Bildsensors (06) und der ihr zugeordneten Beleuchtungsquelle (21) von der Ausrichtung des größten Oberflächenanteils der Oberfläche (27) bestimmt ist.
66. Vorrichtung nach Anspruch 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Beleuchtungsquellen (21) vorgesehen sind, wobei die jeweilige optische Achse (22) der Beleuchtungsquellen (21) unterschiedliche Winkel (β_1 ; β_2) zur Oberfläche (02; 27) des Materials (01) ausbilden.
67. Vorrichtung nach Anspruch 66, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens zwei Beleuchtungsquellen (21) wahlweise zum Einsatz bringbar sind.
68. Vorrichtung nach Anspruch 66, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine von der Auswerteeinheit (07) angesteuerte Steuereinrichtung (23) die mindestens zwei Beleuchtungsquellen (21) wahlweise zum Einsatz bringt.
69. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine selbsttätige Anpassung an eine Beschaffenheit der Oberfläche (02; 27) des Materials (01).
70. Vorrichtung nach Anspruch 69, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) mit mindestens einer zur Erzeugung des Signals (08) zur Synchronisation des mit der zurückgelegten Strecke (S) des Materials (01) zu synchronisierenden Vorgangs nicht erforderlichen Bildaufnahme des Bildsensors (06) die Vorrichtung an eine Beschaffenheit der Oberfläche (02; 27) des Materials (01) anpasst, wobei die Bildwiederholrate des Bildsensors (06) höher ist, als es zur Erzeugung des Signals (08) erforderlich ist.
71. Vorrichtung nach Anspruch 70, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) im Fall einer Überbelichtung oder im Fall einer Unterbelichtung der mindestens einen zur Erzeugung des Signals (08) nicht erforderlichen Abbildung der Struktur (03) auf dem Bildfeld des Bildsensors (06) jeweils die Helligkeit der Beleuchtungsquelle (21) oder deren Blitzdauer und/oder die Belichtungsdauer des Bildfeldes des Bildsensors (06) anpasst.

72. Vorrichtung nach Anspruch 66, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) wahlweise diejenige Beleuchtungsquelle (21) zum Einsatz bringt, welche für die aktuell vorliegende Oberfläche (02; 27) des Materials (01) den höchsten Bildkontrast für die auf dem Bildfeld des Bildsensors (06) abgebildete Struktur (03) erzeugt. 5
73. Vorrichtung nach Anspruch 69 oder 70, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) die Anpassung vor der nächsten zur Erzeugung des Signals (08) erforderlichen Bildaufnahme vornimmt. 10
74. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (07) das Signal (08; 11) zur Synchronisation der mit der zurückgelegten Strecke (S) des Materials (01) zu synchronisierenden Einrichtung (12) durch eine Interpolation oder eine Extrapolation aus zu unterschiedlichen Zeitpunkten generierten Bilddaten (18) generiert. 15 20
75. Verfahren zur Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 74, **gekennzeichnet durch** eine Anordnung der Vorrichtung in einer Druckmaschine. 25
76. Verfahren nach Anspruch 75, **gekennzeichnet durch** eine Anordnung der Vorrichtung in einer als eine Rollendruckmaschine oder als eine Bogen- druckmaschine ausgebildeten Druckmaschine. 30
77. Verfahren nach Anspruch 75, **gekennzeichnet durch** eine Anordnung der Vorrichtung in einer in einem Offsetdruckverfahren arbeitenden Druckma- schine. 35

40

45

50

55

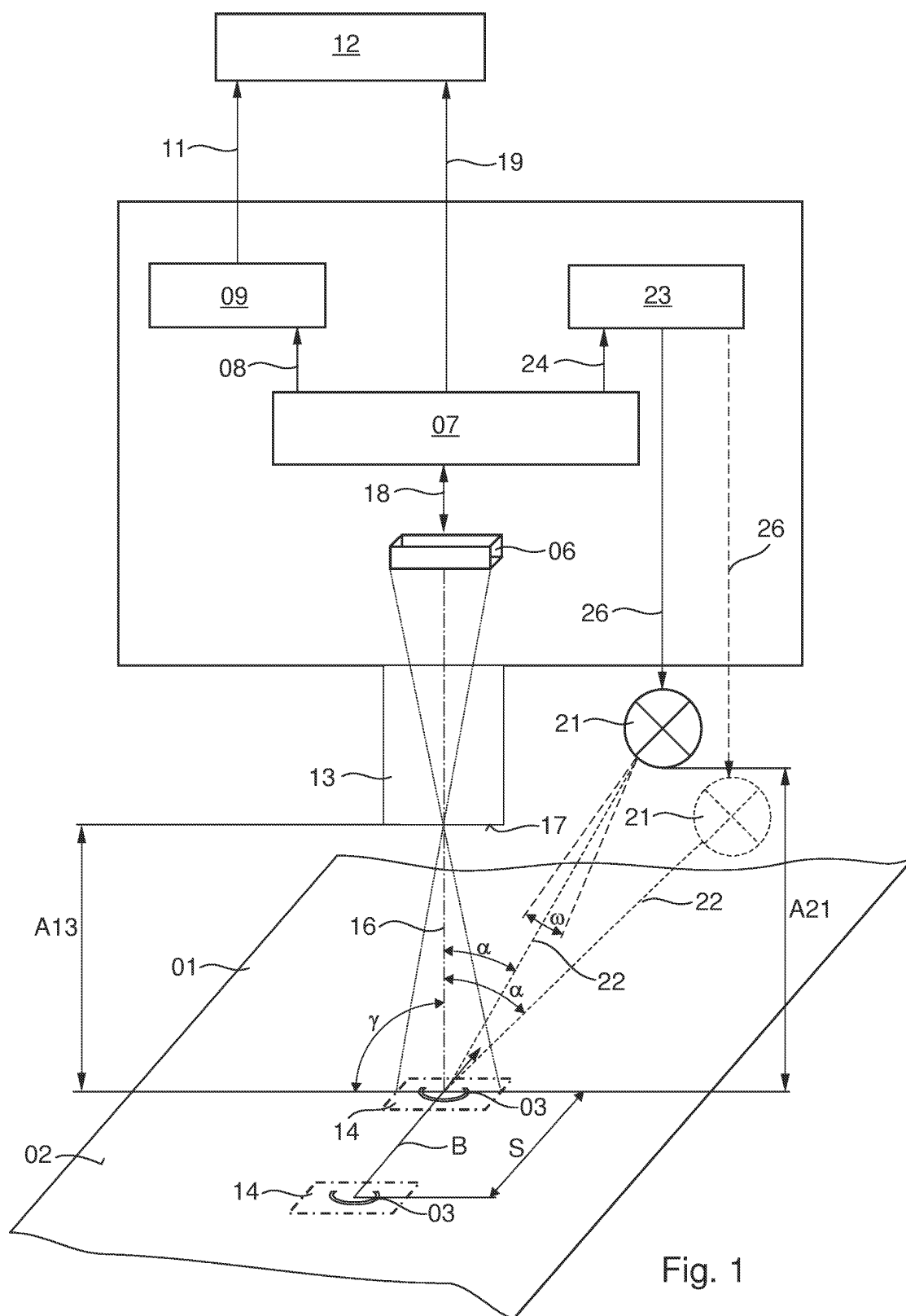
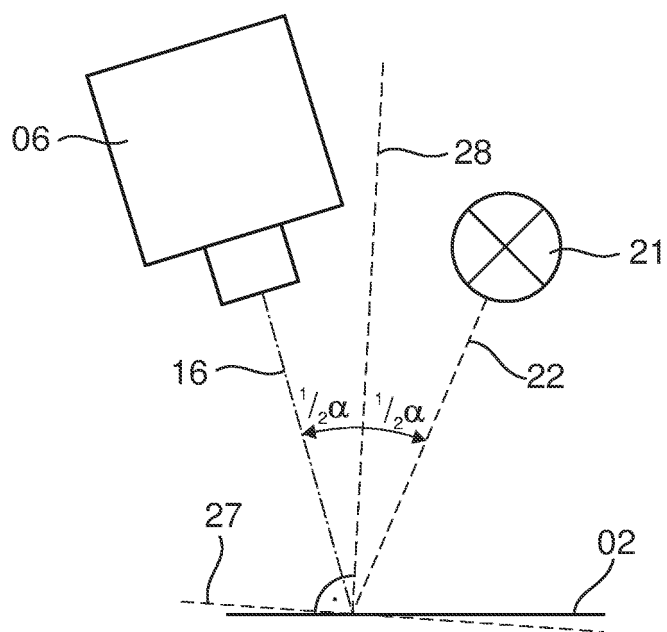
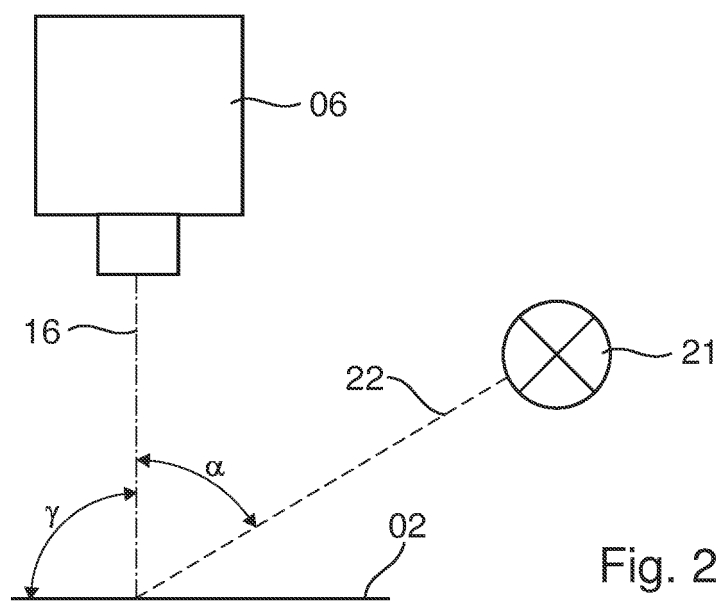


Fig. 1



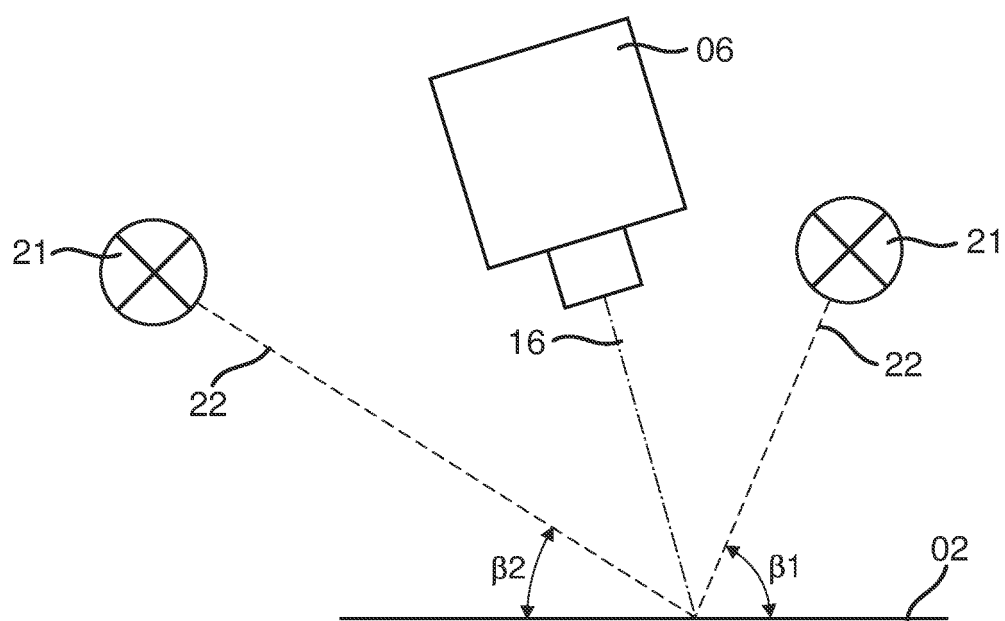


Fig. 4