



(10) **DE 10 2004 003 612 B4** 2015.01.08

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 003 612.8**
 (22) Anmeldetag: **25.01.2004**
 (43) Offenlegungstag: **18.08.2005**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **08.01.2015**

(51) Int Cl.: **G01J 3/46 (2006.01)**
G01J 1/20 (2006.01)
B41F 33/00 (2006.01)
B41F 33/10 (2006.01)
G01N 21/47 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
grapho metronic Meß- und Regeltechnik GmbH,
81669 München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

(72) Erfinder:
Tatarczyk, Theodor, Dr., 82194 Gröbenzell, DE

DE	195 38 811	C2
DE	102 18 068	A1
US	5 850 472	A
EP	0 741 032	B1
EP	1 166 061	B1

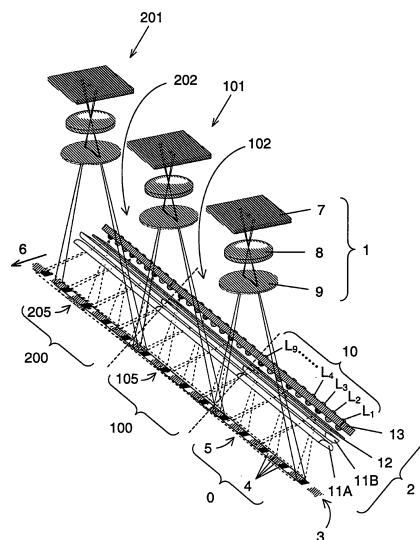
(54) Bezeichnung: **Verfahren und Auswertung eines Bildes von einem vorbestimmten Ausschnitt eines Druckerzeugnisses**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Auswertung eines Bildes von einem vorbestimmten Ausschnitt eines Druckerzeugnisses, bei dem

- ein Bild von einem vorbestimmten Ausschnitt des Druckerzeugnisses von einer Kamera mit einem elektronischen Flächenbildsensor aufgenommen wird,
- ein von dem Flächenbildsensor erfasstes Bild von einer elektronischen Auswertungseinheit ausgelesen und verarbeitet wird, wobei
- von ersten vorbestimmten Feldern innerhalb des Ausschnitts aufgenommene Intensitätssignale rechnerisch mit Referenzdaten verknüpft werden, welche ein Maß für die Intensität der Lichtremission von unbedruckten Bereichen des Druckerzeugnisses darstellen, dadurch gekennzeichnet,
- dass zu Beginn des Betriebes der Messapparatur ein Bild von einer Weissreferenz aufgenommen wird und von den Intensitätssignalen dieses Bildes Grundreferenzdaten (16) für den gesamten Ausschnitt (3) abgeleitet werden, wobei die Grundreferenzdaten (16) Intensitätsmittelwerte sind und für jedes der ersten vorbestimmten Felder (14) sowie für jedes von zweiten vorbestimmten Feldern (15) jeweils ein solcher Intensitätsmittelwert berechnet und diesem als Grundreferenzdatenwert (16) zugeordnet wird,
- dass während des Betriebes der Messapparatur bei jeder Auswertung eines Bildes des vorbestimmten Ausschnitts (3) aus von den zweiten vorbestimmten Feldern (15) innerhalb des Ausschnitts (3) aufgenommenen Intensitätssignalen Korrekturdaten (17A bis 17D) abgeleitet werden, wobei die Korrekturdaten (17A bis 17D) Intensitätsmittelwerte sind und für jedes der zweiten vorbestimmten Felder (15A bis 15D) jeweils ein solcher Intensitätsmittelwert berechnet

und diesem als Korrekturdatenwert (17A bis 17D) zugeordnet wird,

- dass während des Betriebes der Messapparatur vor der rechnerischen Verknüpfung der von den ersten vorbestimmten Feldern (14) innerhalb des vorbestimmten Ausschnitts (3) aufgenommenen Intensitätssignale mit den Referenzdaten (17) letztere durch eine rechnerische Verknüpfung der Grundreferenzdaten (16) mit den Korrekturdaten (17A bis 17D) ermittelt werden, wozu für diese beiden Arten von Daten (16; 17A bis 17D) in den zwischen den zweiten vorbestimmten Feldern (15A bis 15D) liegenden Bildbereichen, in denen die ersten vorbestimmten Felder (14) liegen, jeweils Interpolationsfunktionen (18; 19) berechnet ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Auswertung eines Bildes von einem vorbestimmten Ausschnitt eines Druckerzeugnisses nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Zur Prozeßüberwachung beim Drucken ist es üblich, auf den zu bedruckenden Bogen bzw. Bahnen außerhalb des Sujets mit Testmustern bedruckte Kontrollstreifen vorzusehen. Diese Kontrollstreifen, deren Längsrichtung quer zur Transportrichtung des Bedruckstoffes liegt, enthalten einen Satz von Meßfeldern, an denen jeweils eine bestimmte, die Druckqualität charakterisierende Kenngröße meßbar ist, und die sich in Längsrichtung des Streifens periodisch wiederholen können, aber nicht müssen.

[0003] Eine typische Konfiguration ist beispielsweise beim Vierfarbendruck eine Abfolge von Meßfeldern, die mit den Volltonfarben Schwarz, Cyan, Magenta und Gelb bedruckt sind, um eine Messung der jeweiligen Farbdichte zu ermöglichen. Anhand solcher Farbdichtemessungen kann Aufschluß über die Farbzufuhr im Farbwerk der Druckmaschine gewonnen und deren Einstellung insbesondere beim Anfahren der Druckmaschine, aber auch im laufenden Betrieb optimiert werden.

[0004] Es ist bekannt, für derartige Messungen in einer Druckmaschine eine Meßapparatur anzuordnen, die als Hauptkomponenten eine Beleuchtungseinrichtung zur Beleuchtung des Druckerzeugnisses, eine zur Aufnahme eines Bildes von einem Ausschnitt des Druckerzeugnisses auf dieses gerichtete Kamera, sowie eine elektronische Auswertungseinheit umfaßt. Dabei enthält besagter Ausschnitt des Druckerzeugnisses einen Kontrollstreifen der zuvor erwähnten Art. Die Kamera verfügt über einen elektronischen Flächenbildsensor, aus dem die Auswertungseinheit die erfaßten Bilder ausliest und daraus Kenngrößen des Druckerzeugnisses, beispielsweise Dichtewerte der gedruckten Farben, ermittelt. Derartige Apparaturen und Verfahren zu deren Betrieb sind in der EP 0 741 032 B1 sowie in der DE 195 38 811 C2 beschrieben.

[0005] Bei solchen Messungen hängt die Intensität des von einem Druckerzeugnis remittierten Lichtes grundsätzlich immer von der Intensität des durch die Beleuchtungseinrichtung eingestrahlteten Lichtes ab, weshalb es stets eines entsprechenden Abgleichs der Meßeinrichtung bedarf, für den sich als Referenzgröße insbesondere die Intensität der Remission des unbedruckten Bedruckstoffes, die nachfolgend als Weißreferenz bezeichnet wird, anbietet. Bei Farbdichtemessungen wird ohnehin die Remissionsintensität einer bedruckten Fläche ins Verhältnis zu derjenigen des unbedruckten Bedruckstoffes gesetzt, so daß letztere als Referenzgröße erfaßt werden muß.

[0006] Bei einer Messung an einem langgestreckten Kontrollstreifen, der sich über nahezu die gesamte Breite des Bedruckstoffes erstreckt, können Inhomogenitäten der Beleuchtung und der Kameraempfindlichkeit über die Länge des zu erfassenden Bildes nicht außer Acht gelassen werden. Um Meßfehler infolge dieser Inhomogenitäten zu vermeiden, ist eine ortsabhängige Weißreferenz vonnöten. Eine solche lehrt die DE 195 38 811 C2 in Form der Aufnahme eines Bildes von einer unbedruckten Fläche mit einer die Abmessungen eines Kontrollstreifens überdeckenden Größe. Wenn diese Weißreferenz aber nur einmalig zu Beginn des Meßbetriebes erfaßt wird, so entstehen Fehler bei zeitlichen Variationen der Beleuchtungsintensität.

[0007] Hierzu erwähnt besagte Schrift als Gegenmaßnahme die Verwendung unbedruckter Felder innerhalb des Kontrollstreifens als Weißreferenz, ohne allerdings irgendeine Aussage zu treffen, was unter einer solchen Verwendung zu verstehen ist.

[0008] US 5 850 472 A offenbart ein Bildverarbeitungsverfahren zur Farbmessung. Aus EP 1 166 061 B1 und aus DE 102 18 068 A1 ist weiterer Stand der Technik bekannt.

[0009] Angesichts dieses Standes der Technik besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren zur Auswertung eines Bildes von einem vorbestimmten Ausschnitt eines Druckerzeugnisses anzugeben, bei dem Fehler durch sowohl örtliche, als auch zeitliche Schwankungen der Intensität der Beleuchtung und/oder der Empfindlichkeit der zur Bildaufnahme verwendeten Kamera mit hoher Genauigkeit ausgeglichen werden können.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen 2 bis 7 angegeben.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich die effiziente Kombination einer zu Beginn des Betriebes aufzunehmenden, ortsabhängigen Weißreferenz, nachfolgend Grundreferenz genannt, für den gesamten betrachteten Ausschnitt eines Druckerzeugnisses mit einzelnen Weißreferenzfeldern innerhalb des Ausschnitts aus. Im laufenden Betrieb werden bei jeder Auswertung eines Bildes des betrachteten Ausschnitts aus den Intensitätssignalen der Weißreferenzfelder Korrekturdaten abgeleitet. Mit Hilfe dieser Korrekturdaten werden dann die den eigentlichen Meßfeldern zugeordneten, zu Beginn des Betriebes ermittelten Grundreferenzdaten durch eine rechnerische Verknüpfung beider Datensätze korrigiert. Erst diese korrigierten Referenzdaten werden dann bei der Auswertung der Intensitätssignale der eigentlichen Meßfelder mit diesen wiederum rechnerisch verknüpft.

[0012] Die Grundreferenz kann dabei aufgenommen werden, indem ein unbedruckter Bedruckstoff, z. B. zu Beginn eines Druckauftrags, bevor Farbe auf den Bedruckstoff aufgebracht wird, oder eine gleichmäßig helle Fläche auf einem vorübergehend in den Beobachtungsbereich der Kamera eingebrachten Objekt, wie z. B. einer Eichkachel, vermessen wird.

[0013] Mittelwertbildungen der aufgenommenen Lichtintensitäten über Felder vorbestimmter Größe erfolgen sowohl bei der Ermittlung der Grundreferenzdaten als auch bei der Ermittlung der Korrekturdaten, wobei sich die Feldgrößen für die Mittelwertbildung aus den Abmessungen der eigentlichen Meßfelder bzw. denjenigen der Weißreferenzfelder ergeben. Durch diese Mittelwertbildung über Felder wird außer einer Verbesserung des Signal-Rauschabstandes auch eine Reduktion der zu verarbeitenden Datenmengen erreicht. Jedem Meßfeld und jedem Weißreferenzfeld ist nach der Mittelwertbildung nur noch ein einziger Grundreferenzdatenwert zugeordnet. Ferner wird im laufenden Betrieb nach der Mittelwertbildung jedem Weißreferenzfeld nur noch ein einziger Korrekturdatenwert zugeordnet.

[0014] Zur Ermittlung der korrigierten Referenzdaten werden die Verläufe sowohl der Grundreferenzdaten, als auch der Korrekturdaten in den zwischen den Weißreferenzfeldern liegenden Bildbereichen jeweils durch Interpolationsfunktionen angenähert. Für diese Bereiche kann dann zu jedem Grundreferenzdatenwert durch Multiplikation mit dem Verhältnis der beiden Interpolationsfunktionen an demjenigen Ort, dem der Grundreferenzdatenwert zugeordnet ist, ein demselben Ort zugeordneter, korrigierter Referenzdatenwert berechnet werden. Dabei muß das Verhältnis der beiden Interpolationsfunktionen so gebildet werden, daß die korrigierten Referenzdatenwerte in den Weißreferenzfeldern jeweils mit den Korrekturdatenwerten übereinstimmen. Durch diese Methode wird eine Korrektur der Grundreferenzdaten in den zwischen den Weißreferenzfeldern liegenden Bildbereichen unter Beibehaltung ihrer dortigen grundlegenden räumlichen Verlaufsform bewirkt. Dies ist besonders vorteilhaft, da eine solche Beibehaltung der grundlegenden räumlichen Verlaufsform auch bei zeitlichen und/oder örtlichen Variationen der Beleuchtung und/oder der Sensorempfindlichkeit zu erwarten ist.

[0015] Obgleich sich das erfindungsgemäße Verfahren prinzipiell auch auf zweidimensionale Anordnungen von Meßfeldern anwenden läßt, ist es im Sinne eines geringen Flächenbedarfes auf dem Druckerzeugnis von Vorteil, wenn sämtliche Felder fortlaufend nebeneinander in Form eines Streifens angeordnet sind, so daß die Grundreferenzdatenwerte und die Referenzdatenwerte jeweils Werte eindimensionaler Funktionen einer Ortsvariablen darstellen.

[0016] Zweckmäßig ist es ferner, wenn die Weißreferenzfelder innerhalb des betrachteten, vorbestimmten Ausschnitts nach einem periodischen Muster, z. B. bei einer linearen Anordnung äquidistant angeordnet sind, weil dann die Genauigkeit der Korrektur über den gesamten Ausschnitt gleich ist und bei der Interpolation alle zu verarbeitenden Datensätze den gleichen Umfang haben. Als Interpolationsfunktionen kommen alle in der numerischen Mathematik für diesen Zweck bekannten Funktionen, in erster Linie aber Polynome bis zur Ordnung drei in Frage.

[0017] Die Überschreitung einer vorbestimmten Abweichung zwischen den Grundreferenzdaten und den Referenzdaten ist ein Anzeichen dafür, daß eine Fehlfunktion, beispielsweise in Form des Totalausfalls eines Bauelements, eingetreten ist, die eine Behebung erfordert. In diesem Fall ist es nützlich, eine Fehlermeldung auszugeben, um das Bedienpersonal auf das Problem aufmerksam zu machen.

[0018] Eine besonders wichtige Art der Auswertung ist die Ermittlung von Dichtewerten der verwendeten Druckfarben, wozu die innerhalb des betrachteten Ausschnitts von den eigentlichen Meßfeldern aufgenommenen Intensitätssignale ins Verhältnis zu Weißreferenzdaten gesetzt werden.

[0019] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben. In diesen zeigt

[0020] Fig. 1 eine schematische dreidimensionale Ansicht einer Meßapparatur, bei deren Betrieb das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar ist,

[0021] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Farbmeßstreifens auf einem Druckerzeugnis, und

[0022] Fig. 3 ein gemessenes und ein erfindungsgemäß korrigiertes Intensitätsprofil der Lichtremission eines unbedruckten Bedruckstoffes.

[0023] Fig. 1 zeigt in vereinfachter Form die wesentlichen optischen Komponenten einer Meßapparatur, bei deren Betrieb das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar ist, nämlich eine elektronische Kamera **1** und eine zugehörige Beleuchtungseinrichtung **2**. Dabei sind mehrere gleichartige Kameras **1**, **101** und **201** sowie mehrere diesen jeweils zugeordnete Beleuchtungseinrichtungen **2**, **102** und **202** modular aneinandergereiht. Die gesamte Apparatur ist in einer Druckmaschine eingebaut und dient zur Überwachung des Druckprozesses.

[0024] Die Kamera **1** ist dazu bestimmt, ein Bild von einem vorbestimmten Ausschnitt eines Druckerzeugnisses, beispielsweise von einem Kontrollstreifen **3** mit einer Vielzahl sich periodisch wiederholender Meßfelder **4** aufzunehmen, während sich dieser

durch einen in diesem Fall ebenfalls streifenförmigen, in **Fig. 1** gestrichelt eingezeichneten Beobachtungsbereich **5** der Kamera **1** bewegt. Die Bewegungsrichtung des Kontrollstreifens **3** ist in **Fig. 1** durch den Pfeil **6** angedeutet.

[0025] Die Kamera **1** ist eine Schwarzweiß-Kamera mit einem Flächenbildsensor **7**. Das von diesem erfaßte Bild besteht aus einer rechteckigen Matrix von Bildpunkten, wobei für jeden Bildpunkt ein elektrisches Signal abgegeben wird, das ein Maß für die Intensität des einfallenden Lichtes ist. Zur verkleinern der Abbildung des Beobachtungsbereiches **5** auf den Bildsensor **7** ist ein Objektiv **8** vorgesehen. Vor dem Objektiv **8** kann noch ein Polarisationsfilter **9** angeordnet sein. Wenn der Beobachtungsbereich **5** ein schmaler langgestreckter Streifen ist, dann wird nicht die gesamte aktive Fläche des rechteckigen Bildsensors, dessen Länge/Breite-Verhältnis üblicherweise nicht allzu groß ist, zur Aufnahme des Beobachtungsbereiches **5** benötigt, sondern ebenfalls nur ein relativ schmaler Streifen. In diesem Fall wird nach der Aufnahme eines Bildes auch nur ein solcher Streifen aus dem Bildsensor **7** ausgelesen. Zusätzlich kann auch der Strahlengang durch Teile des in **Fig. 1** nicht dargestellten Gehäuses der Kamera **1** entsprechend verengt sein, so daß nur von dem beabsichtigten Beobachtungsbereich **5** aus Licht zu dem Bildsensor **7** gelangen kann.

[0026] Zur Beleuchtung des Beobachtungsbereiches **5** der Kamera **1** während des dortigen Aufenthalts eines Exemplars des Kontrollstreifens **3** ist eine Beleuchtungseinrichtung **2** vorgesehen. Sie soll im richtigen Augenblick einen kurzen Lichtimpuls abgeben, um eine Momentaufnahme des Kontrollstreifens **3** durch die Kamera **1** zu ermöglichen. Die Beleuchtungseinrichtung **2** weist eine Vielzahl von einzelnen Lichtquellen **10** in Form von Leuchtdioden (LEDs) L_1 bis L_9 auf, die äquidistant und linear nebeneinander angeordnet und auf den Beobachtungsbereich **5** ausgerichtet sind. Dabei verläuft die Längsrichtung der von den Leuchtdioden L_1 bis L_9 gebildeten Zeile parallel zur Längsrichtung des Beobachtungsbereiches **5**.

[0027] Zur Fokussierung des von den Leuchtdioden L_1 bis L_9 emittierten Lichtes auf den Beobachtungsbereich **5** der Kamera **1** ist eine aus zwei Zylinderlinsen **11A** und **11B** bestehende Abbildungsoptik vorgesehen, wobei die Anzahl der im Strahlengang aufeinanderfolgenden Zylinderlinsen bedarfsabhängig variieren kann.

[0028] Zwischen den Leuchtdioden L_1 bis L_9 und der Abbildungsoptik **11A**, **11B** befindet sich eine Filteranordnung **12** zur Anpassung der spektralen Zusammensetzung des auf den Kontrollstreifen **3** eingestrahlt Lichtes an die für die beabsichtigten Messungen gültigen Normen. Die Leuchtdioden L_1 bis

L_9 werden von einer Leiterplatte **13** getragen, auf der auch die zugehörige Ansteuerelektronik untergebracht ist.

[0029] Wie **Fig. 1** zeigt, ist jede der Beleuchtungseinrichtungen **2**, **102** und **202** jeweils einer Kamera **1**, **101** bzw. **201** zugeordnet, so daß jede Kamera **1**, **101** und **201** mit ihrer zugehörigen Beleuchtungseinrichtung **2**, **102** bzw. **202** jeweils ein Bildaufnahme-modul **0**, **100** bzw. **200** bildet. Dabei schließen die Beobachtungsbereiche **5**, **105** und **205** der Kameras **1**, **101** bzw. **201** lückenlos aneinander an oder überlappen sich ein wenig, so daß insgesamt ein zusammenhängender Beobachtungsbereich **5**, **105**, **205** mit etwa der dreifachen Länge jedes einzelnen der einzelnen Beobachtungsbereiche **5**, **105** und **205** entsteht.

[0030] Bei einer Beleuchtungseinrichtung **2** der in **Fig. 1** dargestellten Art, die eine Vielzahl einzelner Lichtquellen **10** umfaßt, kann die Intensität des eingestrahlt Lichtes entlang des Kontrollstreifens **3** nicht völlig homogen sein. Beispielsweise kann der optische Wirkungsgrad der Lichtquellen **10** untereinander schwanken, was lokale Erhöhungen oder Verminderungen der Lichtintensität zur Folge hat. Dies gilt prinzipiell bereits dann, wenn die Lichtquellen **10** alle breitbandiges weißes Licht emittieren, was allerdings für eine Farbmessung an dem Kontrollstreifen **3** einen Farbbildsensor **7** oder eine anders aufgebaute Farbkamera mit mehreren Bildsensoren voraussetzt.

[0031] In verstärktem Maße gilt es aber dann, wenn als Lichtquellen **10** verschiedenfarbige Leuchtdioden L_1 bis L_9 eingesetzt werden und Farbinformation mittels eines Schwarzweiß-Bildsensors **7** durch eine zeitlich periodisch abwechselnde Beleuchtung mit verschiedenfarbigem Licht gewonnen wird. In diesem Fall müssen die Leuchtdioden L_1 bis L_9 ein regelmäßiges Muster von Emissionsfarben bilden, beispielsweise eine periodische Sequenz Rot-Grün-Blau-Rot-Grün-... usw., so daß sich zwischen zwei Leuchtdioden gleicher Farbe stets mehrere von anderer Farbe befinden. Wenn immer nur Leuchtdioden gleicher Farbe gleichzeitig eingeschaltet werden, dann ist der für die Ausleuchtung wirksame Abstand zweier Leuchtdioden ein Vielfaches des Rasterabstandes der Leuchtdioden L_1 bis L_9 , so daß sich lokale Abweichungen der emittierten Lichtintensität zwischen den Leuchtdioden gleicher Farbe wegen der notwendigerweise geringeren Überlappung der Strahlungskegel stärker auswirken.

[0032] Es versteht sich, daß eine gewisse Inhomogenität der Lichtintensität entlang des Meßstreifens **3** auch bei Verwendung anderer Arten von Lichtquellen unvermeidbar ist.

[0033] So ist beispielsweise die Intensität der Lichtemission von Gasentladungslampen über die Länge der Entladungsstrecke nie ganz homogen. Auch

ist bei jeder Art von Lichtquellenanordnung eine gewisse Abnahme der Intensität an den Rändern des Ausleuchtungsbereiches zu erwarten. Die Nützlichkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens ist insofern keineswegs auf lineare Anordnungen von Leuchtdioden beschränkt. Im übrigen kann auch eine Inhomogenität der Empfindlichkeit einer Kamera **1** über die Länge ihres Beobachtungsbereiches **5** vorliegen oder die Empfindlichkeiten der einzelnen Kameras **1**, **101** und **201** einer Multikameraanordnung der in **Fig. 1** dargestellten Art können untereinander variieren. Bei einer solchen Multikameraanordnung ist darüber hinaus auch mit einer gewissen Unregelmäßigkeit der Lichtintensität im Grenzbereich zweier aneinander anschließender Beobachtungsbereiche **5** und **105** bzw. **105** und **205** zu rechnen, da der Übergang zweier benachbarter Beleuchtungseinrichtungen **2** und **102** bzw. **102** und **202** nicht perfekt nahtlos gestaltet werden kann.

[0034] Um dennoch eine konstante Systemempfindlichkeit über die Länge des gesamten Beobachtungsbereiches **5**, **105**, **205** zu erzielen, wird erfindungsgemäß zu Beginn des Betriebes der Meßapparatur zunächst ein Bild von einem unbedruckten Bereich des Bedruckstoffes in der Größe des Beobachtungsbereiches **5**, **105**, **205** aufgenommen und in einem Speicher abgelegt. Dieses Bild gibt also pixelweise für einen Bereich von der Größe des Beobachtungsbereiches **5**, **105**, **205** die Lichtremission des unbedruckten Bedruckstoffes wieder, in der systematische Fehler wie eine Variation der Intensität des eingestrahlten Lichtes und Empfindlichkeitsschwankungen der Kameras **1**, **101** und **201** zum Ausdruck kommen. An Stelle der Aufnahme eines unbedruckten Bereiches des Bedruckstoffes kann auch eine andere gleichmäßig helle Fläche, z. B. eine Weißkachel, die kurzzeitig an die Stelle des Bedruckstoffes gebracht wird, verwendet werden.

[0035] Während des Betriebes der Meßapparatur wird dann bei jedem Auftreten eines Exemplars des Kontrollstreifens **3** im Beobachtungsbereich **5**, **105**, **205** der Kameraanordnung **1**, **101**, **201** ein Bild des Kontrollstreifens **3** aufgenommen und ausgewertet. **Fig. 2** zeigt eine beispielhafte schematische Darstellung eines solchen Kontrollstreifens **3**. Dieser verläuft quer zur Transportrichtung **6** des Druckerzeugnisses in der Druckmaschine und enthält in seiner Längsrichtung eine periodische Abfolge einzelner rechteckiger Meßfelder **14**. Die Meßfelder **14** sind mit unterschiedlichen Testmustern bedruckt, die jeweils zur meßtechnischen Ermittlung einer bestimmten Kenngröße ausgelegt sind. Typische Beispiele für solche Testmuster sind Volltondrucke der Grundfarben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz zur Bestimmung der jeweiligen Farbdichten. Ferner können beispielsweise auch Rasterdrucke der Grundfarben zur Ermittlung von Rastertonwerten sowie Farbregistermarken als Testmuster vorgesehen sein. Im einzelnen hängt

die Gestaltung der Meßfelder von der Druckmaschine ab, deren Druckqualität mit Hilfe des Kontrollstreifens **3** optimiert und überwacht werden soll.

[0036] Die Mustersequenz wiederholt sich bei dem gezeigten Beispiel entlang des Kontrollstreifens **3** periodisch, um eine orts aufgelöste Messung über die gesamte Breite des Bedruckstoffes zu ermöglichen, was insbesondere im Hinblick auf die örtliche Verteilung der Farbeinspeisungspunkte über die Breite des Bedruckstoffes im Farbwerk einer Druckmaschine zweckmäßig ist. So sind bei dem in **Fig. 2** gezeigten Beispiel sieben verschiedene bedruckte Felder **14** nebeneinander angeordnet, die sich in regelmäßigen Abständen wiederholen. Die einzelnen Gruppen dieser sieben Felder **14** sind jeweils durch ein unbedrucktes, d. h. weißes Feld **15** getrennt. Dieses weiße Feld **15** dient, wie noch erläutert werden wird, zur Korrektur der Weißreferenz für die Auswertung der an den übrigen sieben Feldern **14** gemessenen Intensitätswerte des remittierten Lichtes.

[0037] Zu **Fig. 2** ist noch anzumerken, daß die dort in den Meßfeldern **14** dargestellten Schraffurmuster keineswegs die tatsächlich gedruckten Testmuster darstellen, sondern lediglich die Unterschiedlichkeit der einzelnen Muster verdeutlichen sollen. Die Längsränder des Beobachtungsbereiches **5** der Kamera **1**, in dem der gezeigte Abschnitt des Kontrollstreifens **3** gerade liegt, sind gestrichelt markiert. Die einzelnen Meßfelder **14** müssen in der Längsrichtung des Meßstreifens **3** nicht unbedingt die gleiche Weite haben, wenn dies auch bevorzugt ist. Prinzipiell muß nicht einmal ein spezieller Druckkontrollstreifen verwendet werden, sondern es könnten jeweils streifenförmige Bereiche des Sujets, d. h. des tatsächlichen Nutzbereiches des Bedruckstoffes, selbst gemessen und darin vorher definierte geeignete Messfelder ausgewertet werden.

[0038] Da innerhalb der einzelnen Meßfelder **14** des Meßstreifens **3** üblicherweise keine Ortsauflösung nötig ist, sondern jedes einzelne Meßfeld **14** nur zur Ermittlung einer oder mehrerer Kenngrößen herangezogen wird, die jeweils dem entsprechenden Meßfeld **14** im ganzen zugeordnet werden, findet bei der Auswertung eines aufgenommenen Bildes im laufenden Meßbetrieb nach der Identifikation der einzelnen Meßfelder **14** innerhalb eines aufgenommenen Bildes zunächst eine Mittelwertbildung über die Intensitätswerte sämtlicher Pixel des Bildes jedes Meßfeldes **14** statt. Durch diese Mittelwertbildung kann der Signal/Rausch-Abstand der Messung wirksam verbessert werden.

[0039] Dementsprechend wird nach der Identifikation der Lage der Meßfelder **14** auch an dem zu Beginn des Meßbetriebes aufgenommenen Bild von einem unbedruckten Bereich des Bedruckstoffes ein Intensitätsmittelwert für jeden einem der Meßfelder

14 örtlich entsprechenden Pixelbereich ein Intensitätsmittelwert berechnet und dem jeweiligen Meßfeld **14** als Grundreferenzdatenwert zugeordnet und gespeichert. Dieser Grundreferenzdatenwert ist die Intensität der Lichtremission, die an dem Ort des jeweiligen Meßfeldes bei Abwesenheit von Druckfarbe aufgrund des zu Beginn des Meßbetriebes aufgenommenen Bildes eines unbedruckten Bereiches zu erwarten wäre.

[0040] Wenn man davon ausgehen könnte, daß die Inhomogenitäten der Beleuchtung und der Kameraempfindlichkeit zeitlich konstant wären, dann könnte man die wie beschrieben ermittelten Grundreferenzdaten unverändert als Weißreferenzen für die einzelnen Meßfelder **14** verwenden und sie beispielsweise zur Berechnung der Farbdichte ins Verhältnis zu den an den farbigen Meßfeldern **14** aufgenommenen und gemittelten Intensitäten setzen.

[0041] Bei zeitlichen Variationen besagter Inhomogenitäten würde dies aber zu beträchtlichen Meßfehlern führen. Solche zeitlichen Variationen treten in der Praxis stets auf, wobei als Ursachen neben den unvermeidbaren zufälligen Schwankungen der Lichtausbeute beim Impulsbetrieb von Lichtquellen beispielsweise Temperaturschwankungen und Temperaturgradienten, denen die gesamte Meßapparatur ausgesetzt sein kann, sowie zufällige Fehler wie übermäßige Drifterscheinungen oder Totalausfälle einzelner Bauelemente und punktuelle Verschmutzungen optischer Systemkomponenten in Frage kommen.

[0042] Aufgrund der genannten Ursachen ist damit zu rechnen, daß von besagten zeitlichen Variationen nicht sämtliche Meßfelder **14** gleichmäßig betroffen sind, sondern daß es zu örtlich unterschiedlichen Veränderungen der Inhomogenitäten kommt, so daß die Remissionsintensität des unbedruckten Bedruckstoffes in nicht vorhersagbarer Weise im Bereich mancher Meßfelder **14** entlang des Kontrollstreifens **3** zunehmen und im Bereich anderer abnehmen kann. Wie es die vorliegende Erfindung ermöglicht, solche örtlich unterschiedlichen zeitlichen Variationen der Weißreferenz zu berücksichtigen und mit hoher Genauigkeit zu korrigieren, wird nachfolgend anhand **Fig. 3** erläutert.

[0043] In **Fig. 3** gibt die obere Kurve **16** ein Beispiel für das Profil der weißen Grundreferenzdaten über dem Ort, d. h. entlang des Beobachtungsbereiches **5** einer Kamera **1** wieder, das zu Beginn des Meßbetriebes an einem unbedruckten Bereich des Bedruckstoffes ermittelt wurde. Die rund markierten Punkte **16A** bis **16D** befinden sich an Orten, an denen bei späteren Bildaufnahmen weiße Meßfelder **15** identifiziert wurden. Diese Orte sind an der Abszisse mit **15A** bis **15D** gekennzeichnet. An der Kurve **16** interessieren nicht die einzelnen Pixeln zugeordneten

Intensitätswerte, sondern es findet – wie zuvor erwähnt – auch in den zwischen den weißen Meßfeldern **15** liegenden Abschnitten eine Mittelwertbildung über jeweils einem Meßfeld **14** entsprechende Bereiche statt. Demnach handelt es sich bei der Kurve **16** um eine Folge von einzelnen Punkten, von denen jeder einem Ort eines Meßfeldes **14** zugeordnet ist, d. h. die Kurve **16** ist eine vereinfachte Darstellung für eine eigentlich örtlich diskrete Funktion. Es sei aber betont, daß das erfindungsgemäße Verfahren im Grundsatz auch auf ein pixelgenaues Intensitätsprofil anwendbar ist.

[0044] Die an der unteren Kurve **17** quadratisch markierten Punkte **17A** bis **17C** sind Intensitätsmittelwerte, die bei einer Bilderfassung im laufenden Meßbetrieb anhand der weißen Meßfelder **15** ermittelt wurden. Wie aus **Fig. 3** zu ersehen ist, stimmen die Punkte **16A** und **17A** noch überein, während die Punkte **16B** bis **16D** und die jeweils zugeordneten Punkte **17B** bis **17D** unterschiedlich weit auseinander liegen. Dies bedeutet, daß sich die Inhomogenität der Beleuchtung und/oder der Kameraempfindlichkeit seit dem Beginn des Meßbetriebes verändert hat, und zwar entlang des Beobachtungsbereiches **5** nicht gleichmäßig, sondern örtlich unterschiedlich. Diese Veränderungen sind nun zwar für die Orte der weißen Meßfelder **15** genau bekannt, zur Auswertung benötigt werden sie aber für die Orte der dazwischen liegenden, farbig bedruckten Meßfelder **14**, d. h. gesucht ist eine Kurve **17**, welche den neuen Verlauf der Referenzdaten, d. h. der Weißremission, im Bereich der Meßfelder **14** möglichst genau beschreibt.

[0045] Um die Grundreferenzdaten **16** zwischen den Orten der weißen Meßfelder **15** zu korrigieren und zu neuen Referenzdaten **17** zu gelangen, wird der Verlauf beider Kurven bzw. Datensätze **16** und **17** unter Verwendung der bekannten Punkte **16A** bis **16D** bzw. **17A** bis **17D** durch geeignete Interpolationsfunktionen approximiert. Hierfür kann auf das diesbezügliche Instrumentarium der numerischen Mathematik zurückgegriffen werden, wobei insbesondere Polynome niedrigen Grades als Interpolationsfunktionen in Betracht kommen. Die einfachste Möglichkeit, die in der jeweiligen Approximation beider Kurven **16** und **17** durch einen Zug von Geradenabschnitten besteht, wird nachfolgend erläutert.

[0046] In **Fig. 3** ist ein Abschnitt einer ersten Geraden **18** eingezeichnet, welche durch die Punkte **16C** und **16D** verläuft. Ebenso ist ein Abschnitt einer zweiten Geraden **19** eingezeichnet, welche durch die Punkte **17C** und **17D** verläuft. Anhand der Punkte **16C** und **16D** bzw. **17C** und **17D** werden zunächst die beschreibenden Gleichungen dieser beiden Geraden **18** und **19** berechnet. Um nun an einem beliebigen Ort **X** zwischen den Orten **15C** und **15D** die zu Beginn ermittelten Grundreferenzdaten **16** in aktuell gültige Referenzdaten **17** zu korrigieren, wird für

jeden interessierenden Ort X das dortige Verhältnis der Funktionswerte der beiden Geraden **19** und **18**, d. h. das Verhältnis der den Punkten **19X** und **18X** zugeordneten Intensitätswerte berechnet, und zwar so, da die Intensität am Punkt **19X** durch diejenige am Punkt **18X** dividiert wird. Der Referenzdatenwert am Punkt **17X** wird dann durch Multiplikation des Grundreferenzdatenwertes am Punkt **16X** mit diesem Verhältnis berechnet.

[0047] Die Verhältnisberechnung der Interpolationsfunktionen **18** und **19** sowie die Multiplikation der Grundreferenzdatenwerte **16** mit diesen Verhältniswerten wird für sämtliche zwischen den Orten **15C** und **15D** liegenden Orte X, denen jeweils ein Meßfeld **14** zugeordnet ist, durchgeführt, um für alle diese Orte Referenzdatenwerte **17** zu erhalten, die anschließend zur Auswertung der an den Meßfeldern **14** erfaßten Intensitätswerte benötigt werden.

[0048] Dieser Methode liegt die Annahme zugrunde, daß trotz lokal unterschiedlicher Veränderungen der Inhomogenitäten der Meßapparatur die grundlegende Form ihres örtlichen Verlaufes zwischen den Stützstellen **15C** und **15D** zumindest annähernd erhalten geblieben ist. Daher ergibt sich für die Kurve **17** durch die Anwendung dieser Methode im Vergleich zu der Kurve **16** zwischen den Punkten **15C** und **15D** eine sehr ähnliche Form, wie es in **Fig. 3** deutlich zum Ausdruck kommt. Die erfindungsgemäß weiterhin vorgesehene Anwendung der Methode auf sämtliche zwischen benachbarten Paaren von Stützstellen liegenden Bildabschnitte, d. h. bei dem Beispiel von **Fig. 3** auch auf die Abschnitte zwischen den Orten **15A** und **15B**, sowie zwischen den Orten **15B** und **15C**, führt logischerweise auch insgesamt zu einer Kurvenform der berechneten Referenzdaten **17**, die derjenigen der Grundreferenzdaten **16** ähnelt. So wird sich beispielsweise ein Intensitätsabfall der Grundreferenzdaten **16**, wie er bei einer Beleuchtungseinrichtung **2** der zuvor anhand **Fig. 1** erläuterten Art an den beiden Enden zu erwarten ist, stets auch in den aktuellen Referenzdaten **17** niederschlagen.

[0049] Durch die Wahl von Polynomen höherer Ordnung als Approximationsfunktionen, beispielsweise kubischer Splines, läßt sich die Genauigkeit gegenüber der vorausgehend beschriebenen linearen Approximation noch steigern. Dabei ist ein nennenswerter Gewinn an Genauigkeit durch eine Approximation höherer Ordnung im wesentlichen dann zu erwarten, wenn eine große lokale Variation auftritt, die bei einer linearen Approximation zu großen Unterschieden in der Steigung der Geraden zwischen benachbarten Interpolationsabschnitten führt. Zumeist liefert aber eine lineare Approximation bereits befriedigende Ergebnisse.

[0050] Eine große lokale Variation ergibt sich insbesondere dann, wenn eine Lichtquelle **10** total ausgefallen ist. Durch die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist selbst ein solcher Totalausfall noch verkräftbar, solange gewährleistet bleibt, daß sich die Lichtkegel der einzelnen Lichtquellen **10** soweit überlappen, daß auch in diesem Fall noch bei jeder Bildaufnahme jeder Punkt des gesamten Beobachtungsbereiches **5**, **105**, **205** direkt von mindestens einer der Lichtquellen **10** beleuchtet wird. Allerdings sollte in diesem Fall, d. h. bei Feststellung einer lokalen Variation, die ein vorbestimmtes Ausmaß übersteigt, dem Bedienpersonal der Druckmaschine signalisiert werden, daß eine größere Fehlfunktion aufgetreten ist, die baldmöglichst behoben werden muß. Es ist dann nämlich mit einer geringeren Genauigkeit sowohl der Referenzdaten **17**, als auch der an den farbigen Meßfeldern **14** aufgenommenen Intensitäten und somit auch der durch Verknüpfung beider ermittelten Nutzdaten, beispielsweise Farbdichten der Druckfarben, zu rechnen.

[0051] Wenn eine Meßapparatur der hier zugrunde gelegten Art zu einer Inline-Farbdichtemessung im Rahmen einer Regelung der Farbzufuhr im Farbwerk einer Druckmaschine eingesetzt werden soll, dann droht bei einer Funktionsstörung mit anhaltender erheblicher Veränderung des Weißreferenzprofils ein potentiell kostspieliger vorzeitiger Abbruch des Druckprozesses. Dank der vorliegenden Erfindung kann dies in vielen Fällen aber noch vermieden und ein Notbetrieb aufrechterhalten werden. Bei vorübergehenden geringfügigen Veränderungen sichert die Erfindung eine hohe Genauigkeit des Weißreferenzprofils und damit der unter dessen Verwendung ermittelten Nutzdaten.

[0052] Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, daß die Erfindung im Grundsatz ebensogut auf ein zweidimensionales Testmuster anwendbar ist wie auf einen langgestreckten schmalen Kontrollstreifen mit einer eindimensionalen Abfolge von Meßfeldern, wie er für das vorausgehend beschriebene Ausführungsbeispiel angenommen wurde. In diesem Fall wäre eine zweidimensionale Interpolation mit entsprechend komplexeren Approximationsfunktionen notwendig. Die Darstellung des Ausführungsbeispiels ist insofern nicht als Einschränkung der Tragweite der Erfindung auf den eindimensionalen Fall zu verstehen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung eines Bildes von einem vorbestimmten Ausschnitt eines Druckerzeugnisses, bei dem
 - ein Bild von einem vorbestimmten Ausschnitt des Druckerzeugnisses von einer Kamera mit einem elektronischen Flächenbildsensor aufgenommen wird,

– ein von dem Flächenbildsensor erfasstes Bild von einer elektronischen Auswertungseinheit ausgelesen und verarbeitet wird, wobei

– von ersten vorbestimmten Feldern innerhalb des Ausschnitts aufgenommene Intensitätssignale rechnerisch mit Referenzdaten verknüpft werden, welche ein Maß für die Intensität der Lichtremission von unbedruckten Bereichen des Druckerzeugnisses darstellen,

dadurch gekennzeichnet,

– dass zu Beginn des Betriebes der Messapparatur ein Bild von einer Weissreferenz aufgenommen wird und von den Intensitätssignalen dieses Bildes Grundreferenzdaten (16) für den gesamten Ausschnitt (3) abgeleitet werden, wobei die Grundreferenzdaten (16) Intensitätsmittelwerte sind und für jedes der ersten vorbestimmten Felder (14) sowie für jedes von zweiten vorbestimmten Feldern (15) jeweils ein solcher Intensitätsmittelwert berechnet und diesem als Grundreferenzdatenwert (16) zugeordnet wird,

– dass während des Betriebes der Messapparatur bei jeder Auswertung eines Bildes des vorbestimmten Ausschnitts (3) aus von den zweiten vorbestimmten Feldern (15) innerhalb des Ausschnitts (3) aufgenommenen Intensitätssignalen Korrekturdaten (17A bis 17D) abgeleitet werden, wobei die Korrekturdaten (17A bis 17D) Intensitätsmittelwerte sind und für jedes der zweiten vorbestimmten Felder (15A bis 15D) jeweils ein solcher Intensitätsmittelwert berechnet und diesem als Korrekturdatenwert (17A bis 17D) zugeordnet wird,

– dass während des Betriebes der Messapparatur vor der rechnerischen Verknüpfung der von den ersten vorbestimmten Feldern (14) innerhalb des vorbestimmten Ausschnitts (3) aufgenommenen Intensitätssignale mit den Referenzdaten (17) letztere durch eine rechnerische Verknüpfung der Grundreferenzdaten (16) mit den Korrekturdaten (17A bis 17D) ermittelt werden, wozu für diese beiden Arten von Daten (16; 17A bis 17D) in den zwischen den zweiten vorbestimmten Feldern (15A bis 15D) liegenden Bildbereichen, in denen die ersten vorbestimmten Felder (14) liegen, jeweils Interpolationsfunktionen (18; 19) berechnet werden,

– und dass für diese Bildbereiche zu jedem Grundreferenzdatenwert (16X) durch Multiplikation mit dem Verhältnis der beiden Interpolationsfunktionen (18; 19) an demjenigen Ort (X), dem der Grundreferenzdatenwert (16X) zugeordnet ist, ein demselben Ort (X) zugeordneter Referenzdatenwert (17X) berechnet wird, wobei das Verhältnis der beiden Interpolationsfunktionen (18; 19) so gebildet wird, dass die Referenzdaten (17) in den zweiten Feldern (15C; 15D) jeweils mit den Korrekturdaten (17C; 17D) übereinstimmen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass als Weissreferenz ein unbedruckter Bereich des Druckerzeugnisses verwendet oder ein Objekt mit einer weissen Oberfläche vorübergehend

in den Beobachtungsbereich (5) der Kamera (1) eingebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass die ersten und zweiten Felder (14; 15) fortlaufend nebeneinander in Form eines Streifens (3) angeordnet sind, so dass die Grundreferenzdaten (16) und die Referenzdaten (17) jeweils Werte eindimensionaler Funktionen einer Ortsvariablen darstellen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass die zweiten Felder (15) innerhalb des vorbestimmten Ausschnitts (3) nach einem regelmässigen Muster angeordnet sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass als Interpolationsfunktionen (18; 19) lineare Funktionen oder Polynome bis maximal dritter Ordnung verwendet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass bei Überschreitung einer vorbestimmten Abweichung zwischen den Grundreferenzdaten (16) und den Referenzdaten (17) eine Fehlermeldung ausgegeben wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** dass bei der Auswertung Farbdichtewerte für die ersten Felder (14) berechnet werden, wozu die rechnerische Verknüpfung der von den ersten vorbestimmten Feldern (14) innerhalb des Ausschnitts (3) aufgenommenen Intensitätssignale mit den Referenzdaten (17) in einer Verhältnissbildung besteht.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

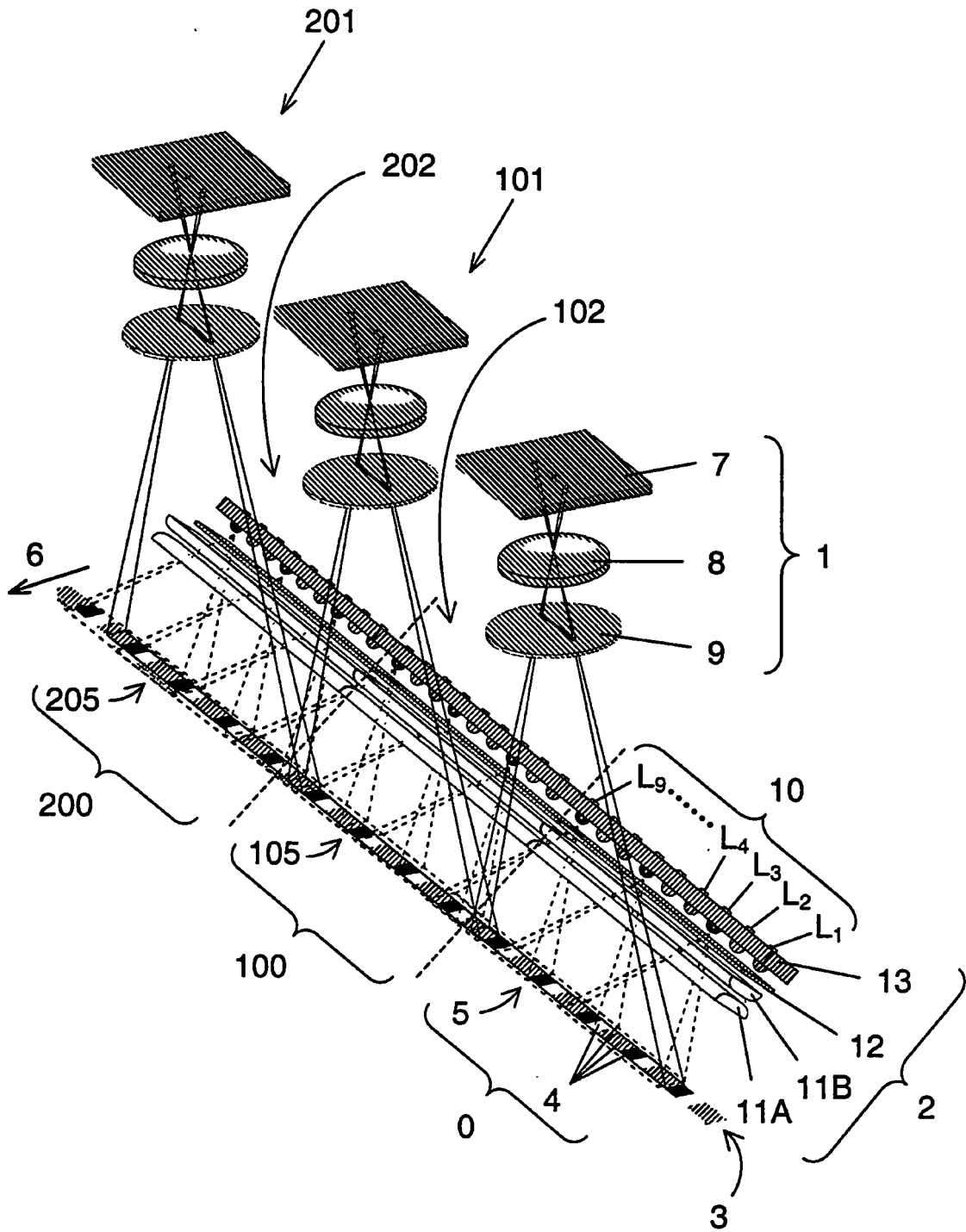


Fig. 1

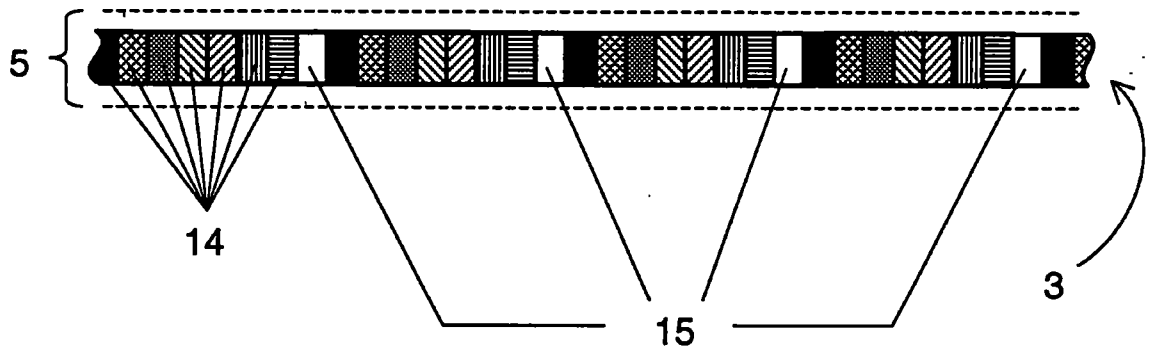


Fig. 2

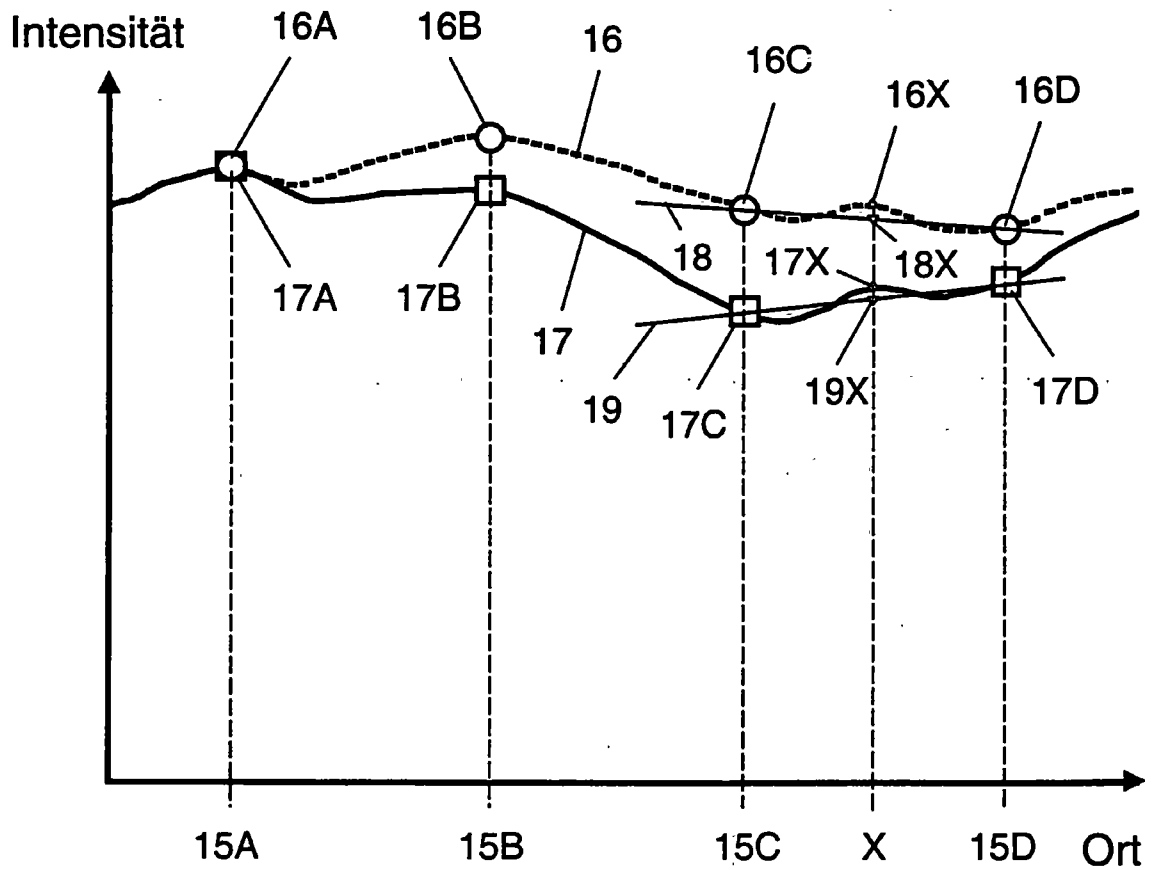


Fig. 3