



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2016 220 757.1

(51) Int Cl.: **G01N 21/89 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: 21.10.2016

**G01N 21/86 (2006.01)**

(43) Offenlegungstag: 26.04.2018

(71) Anmelder:

**Texmag GmbH Vertriebsgesellschaft, Thalwil, CH**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

AT	406 528	B
US	9 377 329	B2
US	2005 / 0 226 466	A1
US	2011 / 0 141 269	A1
WO	2007/ 088 250	A1

(74) Vertreter:

**Peterreins Schley Patent- und Rechtsanwälte,  
80331 München, DE**

(72) Erfinder:

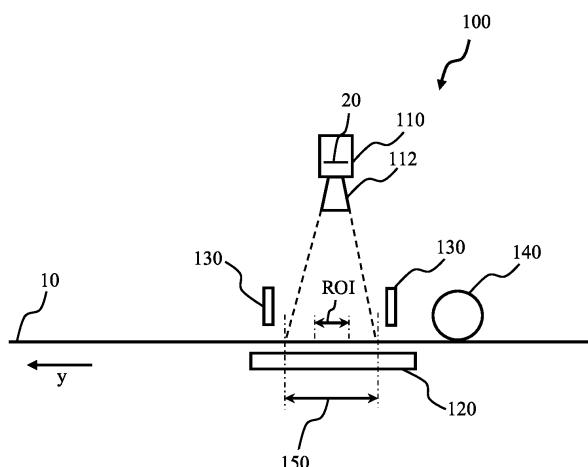
**Herrmann, Markus, 86159 Augsburg, DE; Kröhn,  
Manfred, 86156 Augsburg, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Materialbahnbeobachtung und Materialbahninspektion**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Beobachtung und/oder Inspektion von Materialbahnen, die sich in Richtung einer Materialbahnlänge und/oder einer Materialbahnbreite bewegen. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Erstellen einer ersten Aufnahme eines ersten Abschnitts einer Materialbahn zu einem ersten Zeitpunkt mit einer Kamera, die einen Matrixchip mit Binning-Funktion umfasst, und Erstellen einer zweiten Aufnahme eines zweiten Abschnitts der Materialbahn zu einem zweiten Zeitpunkt mit der Kamera. Dabei wird für die erste Aufnahme eine erste Binning-Stufe verwendet, bei der jeweils eine erste Anzahl an Pixeln des Matrixchips unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird. Für die zweite Aufnahme wird eine zweite Binning-Stufe verwendet, bei der jeweils eine zweite Anzahl an Pixeln des Matrixchips unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird. Die erste Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden ist höher oder niedriger als die zweite Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden, wodurch eine physikalische Zoomfunktion für die zweite Aufnahme erzielt wird.



**Beschreibung****Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Materialbahnbeobachtung und Materialbahninspektion für Maschinen mit kontinuierlich fortbewegten Erzeugnissen, wie zum Beispiel Materialbahnen.

**Hintergrund der Erfindung**

**[0002]** Bei der Produktion von als Materialbahnen hergestellten Erzeugnissen, insbesondere auch Druckerzeugnisse wie beispielsweise Etiketten oder Verpackungen, ist eine Beobachtung und/oder automatisierte Qualitätssicherung nach dem Druck von hoher Bedeutung, um das Druckergebnis zu überprüfen. Dabei kann neben einer automatisierten Überwachung auch eine Unterstützung einer visuellen Überwachung durch einen Bediener vorgesehen sein. Bei dieser Art der Qualitätssicherung werden die Materialbahnen unter Beobachtungs- oder Inspektionssystemen hindurchgeführt, die Bilder der Materialbahnen aufnehmen. Diese Bilder können durch einen Bediener oder automatisch überprüft werden. Um entsprechende Bereiche der Materialbahn genauer beobachten oder inspizieren zu können, werden Zoomfunktionalitäten vorgesehen. Diese werden in bekannten Anwendungen über Zoomobjektive oder Systeme mit mehreren Kameras (sogenannte Dual-view Kamerasysteme) bzw. zusätzlichen verfahrbaren Kameras für Detailaufnahmen (siehe zum Beispiel DE 10 2012 101 310 B3) bereitgestellt.

**[0003]** Nachteilig an derartigen Systemen sind die hohen Kosten sowie die mechanisch und elektrisch aufwändige Umsetzung. Außerdem sind derartige Systeme fehleranfällig und somit wartungsintensiv. Außerdem wird sowohl für die Verwendung von Zoomobjektiven als auch die Verwendung von Systemen mit mehreren Kameras relativ viel Platz benötigt.

**[0004]** Ziel der vorliegenden Erfindung ist es folglich eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, welche eine Zoomfunktion bereitstellen und dabei eine kompakter Bauweise aufweisen sowie weniger anfällig und weniger komplex sind.

**Zusammenfassung der Erfindung**

**[0005]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beobachtung und/oder Inspektion von Materialbahnen und gemäß Anspruch 1 und eine Vorrichtung zur Beobachtung und/oder Inspektion von Materialbahnen gemäß Anspruch 21.

**[0006]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Beobachtung und/oder Inspektion von Materialbahnen, die sich in Richtung einer Materialbahnlänge y und/oder

in Richtung einer Materialbahnbreite x bewegen, umfasst die folgenden Schritte: Erstellen einer ersten Aufnahme eines ersten Abschnitts einer Materialbahn zu einem ersten Zeitpunkt mit einer Kamera, die einen Matrixchip mit Binning-Funktion umfasst, und Erstellen einer zweiten Aufnahme eines zweiten Abschnitts der Materialbahn zu einem zweiten Zeitpunkt mit der Kamera, wobei für die erste Aufnahme eine erste Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine erste Anzahl an Pixeln des Matrixchips unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird und für die zweite Aufnahme eine zweite Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine zweite Anzahl an Pixeln des Matrixchips unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird und, wobei die erste Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden höher oder niedriger ist als die zweite Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden, wodurch eine physikalische Zoomfunktion für die zweite Aufnahme erzielt wird. Vorteilhaft an diesem Verfahren ist insbesondere, dass ohne weitere komplexe Geräte, wie zum Beispiel ein Zoomobjektiv oder zusätzliche Kameras, eine physikalische Zoomfunktion bereitgestellt werden kann.

**[0007]** In Ausgestaltungen können der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt zwei identische oder korrespondierende Materialbahnabschnitte sein oder der zweite Abschnitt ein Teilabschnitt oder ein korrespondierender Teilabschnitt des ersten Abschnitts der Materialbahn sein.

**[0008]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann für die erste Aufnahme ein erster aktiver Bereich des Matrixchips verwendet werden, um einen ersten Sichtbereich abzudecken und für die zweite Aufnahme ein zweiter aktiver Bereich des Matrixchips verwendet werden, um einen zweiten Sichtbereich abzudecken. Insbesondere kann der erste aktive Bereich und entsprechend der erste Sichtbereich gleich groß oder größer sein als der zweite aktive Bereich und entsprechend der zweite Sichtbereich. Der zweite aktive Bereich kann der gleiche aktive Bereich des Matrixchips wie der erste aktive Bereich sein oder ein Teil des ersten aktiven Bereichs sein. Insbesondere kann der zweite aktive Bereich innerhalb des ersten aktiven Bereichs angeordnet sein. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist zum Beispiel das Reduzieren der Datenmengen sowie der benötigten Rechenleistungen durch die Anwendung der Binning-Funktion sowie einer „Region of Interest“ (ROI) Funktion, da nur die jeweils benötigte Auflösung bzw. der jeweils benötigte Sichtbereich aufgenommen und verarbeitet wird. Eine reduzierte Datenlast wiederum lässt auch eine Erhöhung der Bildaufnahmefrequenz (Frames per Second: „FPS“) zu.

**[0009]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann das Verfahren außerdem folgende Schritte umfassen: Darstellen der ersten Aufnahme für einen Benutzer, Erstellen der zweiten Aufnahme in Antwort auf eine Benutzereingabe und Darstellen der zweiten Aufnahme für den Benutzer. Die zweite Binning-Stufe sowie, optional, der zweite Sichtbereich, können in Abhängigkeit von der Benutzereingabe ausgewählt werden.

**[0010]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, können der erste aktive Bereich und der zweite aktive Bereich nicht identisch sein. Insbesondere können der erste Bereich und der zweite Bereich sich überlappen oder auch nicht überlappen. Das Verfahren kann außerdem die folgenden Schritte umfassen: Auswerten der ersten Aufnahme und Bestimmen einer Position mindestens eines Fehlers auf der Materialbahn und Auswählen der zweiten Binning-Stufe und/oder des zweiten aktiven Bereichs basierend auf der Position des Fehlers auf der Materialbahn. Dies ist vorteilhaft, wenn der Sichtbereich in x- und y-Richtung auf die Position des Fehlers eingeschränkt werden kann. Dann ist es z.B. möglich die Binning-Stufe noch weiter zu reduzieren und somit eine höhere Auflösung für die Zoomfunktion zu erreichen, ohne die Datenmenge der zweiten Aufnahme zu erhöhen. Weiterhin kann auch die zweite Aufnahme zu dem zweiten Zeitpunkt basierend auf der Position des Fehlers erstellt werden.

**[0011]** Der zweite aktive Bereich und/oder der zweite Zeitpunkt der zweiten Aufnahmen können außerdem auch in Abhängigkeit von einer Materialbahngeschwindigkeit, mit der sich die Materialbahn bewegt, bestimmt werden. Für den zweiten aktiven Bereich können eine Lage in Richtung der Materialbahnlänge y, eine Lage in Richtung der Materialbahnbreite x und/oder eine Größe basierend auf der Position des Fehlers und der Größe des Fehlers bestimmt werden. Es kann auch die Position einer Mehrzahl an Fehlern bestimmt werden und eine entsprechende Mehrzahl an zweiten Aufnahmen erstellt werden.

**[0012]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann der Matrixchip in erste und zweite Teile aufgeteilt sein, wobei der erste Teil mit der ersten Binning-Stufe arbeitet und für die erste Aufnahme verwendet wird und der zweite Teil mit der zweiten Binning-Stufe arbeitet und für die zweite Aufnahme verwendet wird. Insbesondere kann der zweite Teil in Richtung der Materialbahnbewegung hinter dem ersten Teil liegen. Es kann vorgesehen sein, dass der zweite Teil nur aktiviert wird, wenn in der ersten Aufnahme ein Fehler gefunden wurde. Der erste Teil kann größer sein als der zweite Teil, insbesondere, kann der erste Teil mindestens doppelt so groß, mindes-

tens dreimal so groß, mindestens fünfmal so groß, oder mindestens neunmal so groß wie der zweite Teil sein. Es kann vorgesehen sein, dass kontinuierlich erste Aufnahmen mit dem ersten Teil und zweite Aufnahmen mit dem zweiten Teil gemacht werden. Insbesondere können die zweiten Aufnahmen kontinuierlich in einem Ringspeicher gespeichert werden. Entsprechende zweite Aufnahmen können aus dem Ringspeicher ausgelesen und/oder für einen Benutzer bereitgestellt und/oder zum Beispiel auf einem Monitor dargestellt werden, falls in korrespondierenden ersten Aufnahmen mindestens ein Fehler festgestellt wurde. Sowohl die ersten Aufnahmen als auch die zweiten Aufnahmen können 100% der Materialbahn abdecken.

**[0013]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, können bei der Verwendung von Binning-Stufen der Binning-Funktion die Pixel entlang einer ersten Richtung, insbesondere entlang der Richtung der Materialbahnlänge y, entlang einer zweiten Richtung, insbesondere entlang der Richtung der Materialbahnbreite x oder kombiniert entlang der ersten Richtung und der zweiten Richtung zusammengefasst werden. Bei der Verwendung von Binning-Stufen der Binning-Funktion können die Pixel des Matrixchips zusammengefasst werden, so dass zum Beispiel virtuelle Pixel mit einer Pixelgröße von  $1\times 2$ ,  $1\times 3$ ,  $1\times 4$ ,  $1\times 5$ ,  $1\times 6$ ,  $1\times 7$ ,  $1\times 8$ ,  $1\times 9$ ,  $1\times 10$ ,  $1\times 11$ ,  $2\times 1$ ,  $3\times 1$ ,  $4\times 1$ ,  $5\times 1$ ,  $6\times 1$ ,  $7\times 1$ ,  $8\times 1$ ,  $9\times 1$ ,  $10\times 1$ ,  $11\times 1$ ,  $2\times 2$ ,  $3\times 2$ ,  $2\times 3$ ,  $4\times 2$ ,  $2\times 4$ ,  $5\times 2$ ,  $2\times 5$ ,  $6\times 2$ ,  $2\times 6$ ,  $7\times 2$ ,  $2\times 7$ ,  $8\times 2$ ,  $2\times 8$ ,  $9\times 2$ ,  $2\times 9$ ,  $10\times 2$ ,  $2\times 10$ ,  $11\times 2$ ,  $2\times 11$ ,  $3\times 3$ ,  $4\times 3$ ,  $3\times 4$ ,  $5\times 3$ ,  $3\times 5$ ,  $6\times 3$ ,  $3\times 6$ ,  $7\times 3$ ,  $3\times 7$ ,  $8\times 3$ ,  $3\times 8$ ,  $9\times 3$ ,  $3\times 9$ ,  $10\times 3$ ,  $3\times 10$ ,  $11\times 3$ ,  $3\times 11$ ,  $4\times 4$ ,  $5\times 4$ ,  $4\times 5$ ,  $6\times 4$ ,  $4\times 6$ ,  $7\times 4$ ,  $4\times 7$ ,  $8\times 4$ ,  $4\times 8$ ,  $9\times 4$ ,  $4\times 9$ ,  $10\times 4$ ,  $4\times 10$ ,  $11\times 4$ ,  $4\times 11$ ,  $5\times 5$ ,  $6\times 5$ ,  $5\times 6$ ,  $7\times 5$ ,  $5\times 7$ ,  $8\times 5$ ,  $5\times 8$ ,  $9\times 5$ ,  $5\times 9$ ,  $10\times 5$ ,  $5\times 10$ ,  $11\times 5$ ,  $5\times 11$ ,  $6\times 6$ ,  $7\times 6$ ,  $6\times 7$ ,  $8\times 6$ ,  $6\times 8$ ,  $9\times 6$ ,  $6\times 9$ ,  $10\times 6$ ,  $6\times 10$ ,  $11\times 6$ ,  $6\times 11$ ,  $7\times 7$ ,  $8\times 7$ ,  $7\times 8$ ,  $9\times 7$ ,  $7\times 9$ ,  $10\times 7$ ,  $7\times 10$ ,  $11\times 7$ ,  $7\times 11$ ,  $8\times 8$ ,  $9\times 8$ ,  $8\times 9$ ,  $10\times 8$ ,  $8\times 10$ ,  $11\times 8$ ,  $8\times 11$ ,  $9\times 9$ ,  $10\times 9$ ,  $9\times 10$ ,  $11\times 9$ ,  $9\times 11$ ,  $10\times 10$ ,  $11\times 10$ ,  $10\times 11$  oder  $11\times 11$  Pixel entstehen.

**[0014]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann außerdem ein digitaler Zoom verwendet werden, insbesondere durch Interpolation mehrerer benachbarter physikalischer Pixel bzw. virtueller Pixel, die bei der Verwendung der Binning-Funktion entstanden sind, um Übergangsbereiche bei der Auflösung zwischen entsprechenden Binning-Stufen abzudecken. Dies ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorteilhaft, da durch die Binning-Stufen die physikalische Auflösung immer wieder angepasst wird, so dass eine Verschlechterung durch die Verwendung des digitalen Zooms kaum merklich wahrnehmbar ist. In anderen Worten: schon bevor ein Bild durch zu starken digitalen Zoom und entsprechende Interpolation unscharf oder gepixelt aussieht, kann die nächste Binning-Stufe verwendet werden, welche

wieder eine höhere physikalische Auflösung bereitstellt.

**[0015]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, können die aktiven Bereiche des Matrixchips und die Binning-Stufen, sowie optional die Anwendung eines digitalen Zooms, für die ersten und zweiten Aufnahmen so aufeinander abgestimmt werden, dass eine stufenlose Zoomfunktion bereitgestellt wird.

**[0016]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann das Verfahren außerdem folgenden Schritt umfassen: in Abhängigkeit einer maximalen physikalischen Auflösung des Matrixchips, Bestimmen eines optimalen Verhältnisses aus jeweils aktivem Bereich des Matrixchips und verwendeter Binning-Stufe, sowie insbesondere, Bestimmen der optimalen Eigenschaften für ein optional für die Aufnahmen verwendetes Objektiv.

**[0017]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Materialbahn sich wiederholende Rapporte aufweisen, wobei pro Rapport ein entsprechendes Trigger-Signal bereitgestellt wird, wobei der erste Zeitpunkt der ersten Aufnahme von einem ersten Trigger-Signal bestimmt werden kann und der zweite Zeitpunkt der zweiten Aufnahme von einem zweiten Trigger-Signal bestimmt werden kann, so dass die ersten und zweiten Abschnitte korrespondierende Abschnitte auf der Materialbahn darstellen.

**[0018]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann der Matrixchip eine Auflösung von mindestens 16 Megapixeln, mindestens 32 Megapixeln, mindestens 50 Megapixeln, mindestens 70 Megapixeln oder mindestens 100 Megapixeln aufweist.

**[0019]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann das Verfahren außerdem folgenden Schritt umfassen: Erstellen einer zusätzlichen Aufnahme des ersten Abschnitts zu einem dritten Zeitpunkt unter Verwendung der ersten Binning-Stufe, wobei für die zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips verwendet wird als für die erste Aufnahme des ersten Abschnitts. Der dritte Zeitpunkt kann nach dem ersten Zeitpunkt liegen. Insbesondere liegt der dritte Zeitpunkt vor dem zweiten Zeitpunkt oder nach dem zweiten Zeitpunkt. Für die beiden Aufnahmen des ersten Abschnitts können unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn verwendet werden. Das Verfahren kann außerdem folgenden Schritt umfassen: Erstellen einer zusätzlichen Aufnahme des zweiten Abschnitts zu einem vierten Zeitpunkt unter Verwendung der zweiten Binning-Stufe, wobei für die zu-

sätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips verwendet wird als für die zweite Aufnahme des zweiten Abschnitts. Der vierte Zeitpunkt kann nach dem zweiten oder nach dem dritten Zeitpunkt liegen. Für die zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts kann die gleiche Beleuchtungsart wie für die zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts verwendet werden, insbesondere eine andere Beleuchtungsart als für die zweite Aufnahme des zweiten Abschnitts.

**[0020]** In Ausgestaltungen, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann eine Mehrzahl an Kameras verwendet werden, die jeweils einen Matrixchip mit Binning-Funktion aufweisen, wobei jede der Kameras entsprechende Aufnahmen der vorangehenden Ausführungsformen erstellt. Die Kameras können über die Materialbahnbreite  $x$  verteilt angeordnet sein, so dass die Sichtbereiche der Kameras in Richtung der Materialbahnbreite  $x$  aneinander angrenzen oder überlappen. Von den Aufnahmen der Mehrzahl an Kameras kann eine zusammenhängende Aufnahme bestimmt werden. Außerdem können mechanische Versätze der Kameras in Richtung der Materialbahnlänge  $y$  zueinander durch eine entsprechende Auswahl aktiver Bereiche der Matrixchips ausgeglichen werden.

**[0021]** Die Erfindung umfasst außerdem eine Vorrichtung zur Beobachtung und/oder Inspektion von Materialbahnen, die sich in Richtung einer Materialbahnlänge  $y$  und/oder einer Materialbahnbreite  $x$  bewegen. Die Vorrichtung umfasst eine Kamera, die einen hochauflösenden Matrixchip umfasst, wobei der Matrixchip mit einer Binning-Funktion ausgestattet ist und eine Steuereinheit. Die Steuereinheit ist ausgelegt zu veranlassen, dass eine erste Aufnahme eines ersten Abschnitts der Materialbahn zu einem ersten Zeitpunkt erstellt wird, eine zweite Aufnahme eines zweiten Abschnitts der Materialbahn zu einem zweiten Zeitpunkt erstellt wird, wobei für die erste Aufnahme eine erste Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine erste Anzahl an Pixeln des Matrixchips unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird und für die zweite Aufnahme eine zweite Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine zweite Anzahl an Pixeln des Matrixchips unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird. Die erste Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden ist dabei höher oder niedriger als die zweite Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden, wodurch eine physikalische Zoomfunktion für die zweite Aufnahme erzielt wird.

**[0022]** In Ausgestaltungen kann die Vorrichtung außerdem ein Objektiv mit fester Brennweite umfassen.

**[0023]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, können der erste Abschnitt und der

zweite Abschnitt zwei identische oder korrespondierende Materialbahnabschnitte sein oder der zweite Abschnitt ein Teilabschnitt oder ein korrespondierender Teilabschnitt des ersten Abschnitts der Materialbahn sein.

**[0024]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Steuereinheit ausgelegt sein für die erste Aufnahme einen ersten aktiven Bereich des Matrixchips zu verwenden, um einen ersten Sichtbereich abzudecken und für die zweite Aufnahme einen zweiten aktiven Bereich des Matrixchips zu verwenden, um einen zweiten Sichtbereich abzudecken. Insbesondere kann der erste aktive Bereich und entsprechend der erste Sichtbereich gleich groß oder größer sein als der zweite aktive Bereich und entsprechend der zweite Sichtbereich. Der zweite aktive Bereich kann der gleiche aktive Bereich des Matrixchips wie der erste aktive Bereich sein oder ein Teil des ersten aktiven Bereichs sein. Insbesondere kann der zweite aktive Bereich innerhalb des ersten aktiven Bereichs liegen.

**[0025]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Vorrichtung außerdem eine Anzeige umfassen und die Steuereinheit kann ausgelegt sein zu veranlassen, dass die erste Aufnahme für einen Benutzer auf der Anzeige dargestellt wird, die zweite Aufnahme in Antwort auf eine Benutzereingabe erstellt wird und die zweite Aufnahme für den Benutzer auf der Anzeige dargestellt wird. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein, die zweite Binning-Stufe sowie, optional, den zweiten Sichtbereich, in Abhängigkeit von der Benutzereingabe auszuwählen.

**[0026]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind in denen die aktiven Bereiche nicht identisch sein müssen, können der erste aktive Bereich und der zweite aktive Bereich nicht identisch sein, insbesondere, wobei der erste Bereich und der zweite Bereich sich überlappen oder auch nicht überlappen. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein die erste Aufnahme auszuwerten und eine Position mindestens eines Fehlers auf der Materialbahn zu bestimmen und die zweite Binning-Stufe und/oder den zweiten aktiven Bereich basierend auf der Position des Fehlers auf der Materialbahn zu bestimmen. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein die zweite Aufnahme zu dem zweiten Zeitpunkt basierend auf der Position des Fehlers zu erstellen. Die Steuereinheit kann außerdem ausgelegt sein den zweiten aktiven Bereich und/oder den zweiten Zeitpunkt der zweiten Aufnahme in Abhängigkeit von einer Materialbahngeschwindigkeit, mit der sich die Materialbahn bewegt, zu bestimmen. Außerdem kann die Steuereinheit ausgelegt sein für den zweiten aktiven Bereich eine Lage in Richtung der Materialbahnlänge y, eine Lage in

Richtung der Materialbahnbreite x und/oder eine Größe basierend auf der Position des Fehlers und der Größe des Fehlers zu bestimmen. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein die Position einer Mehrzahl an Fehlern zu bestimmen und zu veranlassen, dass eine entsprechende Mehrzahl an zweiten Aufnahmen erstellt wird.

**[0027]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Vorrichtung außerdem einen Sensor umfassen, der ausgelegt ist, die zurückgelegte Wegstrecke oder die Geschwindigkeit der Materialbahn in Richtung der Materialbahnlänge zu ermitteln und entsprechende Signale bereitzustellen.

**[0028]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann der Matrixchip in erste und zweite Teile aufgeteilt sein, wobei der erste Teil mit der ersten Binning-Stufe arbeitet und für die erste Aufnahme verwendet wird und der zweite Teil mit der zweiten Binning-Stufe arbeitet und für die zweite Aufnahme verwendet wird. Insbesondere kann der zweite Teil in Richtung der Materialbahnbewegung hinter dem ersten Teil angeordnet sein. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein den zweiten Teil nur zu aktivieren, wenn in der ersten Aufnahme ein Fehler gefunden wurde. Der erste Teil kann größer als der zweite Teil sein. Insbesondere kann der erste Teil mindestens doppelt so groß, mindestens dreimal so groß, mindestens fünfmal so groß, oder mindestens neunmal so groß wie der zweite Teil sein. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein zu veranlassen, dass kontinuierlich erste Aufnahmen mit dem ersten Teil und zweite Aufnahmen mit dem zweiten Teil gemacht werden. Insbesondere können die zweiten Aufnahmen kontinuierlich in einem Ringspeicher gespeichert werden. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein zu veranlassen, dass entsprechende zweite Aufnahmen aus dem Ringspeicher ausgelesen und/oder für einen Benutzer bereitgestellt und/oder auf der Anzeige dargestellt werden, falls in korrespondierenden ersten Aufnahmen mindestens ein Fehler festgestellt wurde. Die Vorrichtung kann ausgelegt sein, dass sowohl die ersten Aufnahmen als auch die zweiten Aufnahmen 100% der Materialbahn abdecken.

**[0029]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Steuereinheit ausgelegt sein zu veranlassen, dass bei der Verwendung von Binning-Stufen der Binning-Funktion die Pixel entlang einer ersten Richtung, insbesondere entlang der Richtung der Materialbahnlänge y, entlang einer zweiten Richtung, insbesondere entlang der Richtung der Materialbahnbreite x oder kombiniert entlang der ersten Richtung und der zweiten Richtung zusammengefasst werden. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein zu veranlassen, dass bei der Verwendung von Bin-

ning-Stufen der Binning-Funktion die Pixel des Matrixchips zusammengefasst werden, so dass virtuelle Pixel mit einer Pixelgröße von  $1 \times 2$ ,  $1 \times 3$ ,  $1 \times 4$ ,  $1 \times 5$ ,  $1 \times 6$ ,  $1 \times 7$ ,  $1 \times 8$ ,  $1 \times 9$ ,  $1 \times 10$ ,  $1 \times 11$ ,  $2 \times 1$ ,  $3 \times 1$ ,  $4 \times 1$ ,  $5 \times 1$ ,  $6 \times 1$ ,  $7 \times 1$ ,  $8 \times 1$ ,  $9 \times 1$ ,  $10 \times 1$ ,  $11 \times 1$ ,  $2 \times 2$ ,  $3 \times 2$ ,  $2 \times 3$ ,  $4 \times 2$ ,  $2 \times 4$ ,  $5 \times 2$ ,  $2 \times 5$ ,  $6 \times 2$ ,  $2 \times 6$ ,  $7 \times 2$ ,  $2 \times 7$ ,  $8 \times 2$ ,  $2 \times 8$ ,  $9 \times 2$ ,  $2 \times 9$ ,  $10 \times 2$ ,  $2 \times 10$ ,  $11 \times 2$ ,  $2 \times 11$ ,  $3 \times 3$ ,  $4 \times 3$ ,  $3 \times 4$ ,  $5 \times 3$ ,  $3 \times 5$ ,  $6 \times 3$ ,  $3 \times 6$ ,  $7 \times 3$ ,  $3 \times 7$ ,  $8 \times 3$ ,  $3 \times 8$ ,  $9 \times 3$ ,  $3 \times 9$ ,  $10 \times 3$ ,  $3 \times 10$ ,  $11 \times 3$ ,  $3 \times 11$ ,  $4 \times 4$ ,  $5 \times 4$ ,  $4 \times 5$ ,  $6 \times 4$ ,  $4 \times 6$ ,  $7 \times 4$ ,  $4 \times 7$ ,  $8 \times 4$ ,  $4 \times 8$ ,  $9 \times 4$ ,  $4 \times 9$ ,  $10 \times 4$ ,  $4 \times 10$ ,  $11 \times 4$ ,  $4 \times 11$ ,  $5 \times 5$ ,  $6 \times 5$ ,  $5 \times 6$ ,  $7 \times 5$ ,  $5 \times 7$ ,  $8 \times 5$ ,  $5 \times 8$ ,  $9 \times 5$ ,  $5 \times 9$ ,  $10 \times 5$ ,  $5 \times 10$ ,  $11 \times 5$ ,  $5 \times 11$ ,  $6 \times 6$ ,  $7 \times 6$ ,  $6 \times 7$ ,  $8 \times 6$ ,  $6 \times 8$ ,  $9 \times 6$ ,  $6 \times 9$ ,  $10 \times 6$ ,  $6 \times 10$ ,  $11 \times 6$ ,  $6 \times 11$ ,  $7 \times 7$ ,  $8 \times 7$ ,  $7 \times 8$ ,  $9 \times 7$ ,  $7 \times 9$ ,  $10 \times 7$ ,  $7 \times 10$ ,  $11 \times 7$ ,  $7 \times 11$ ,  $8 \times 8$ ,  $9 \times 8$ ,  $8 \times 9$ ,  $10 \times 8$ ,  $8 \times 10$ ,  $11 \times 8$ ,  $8 \times 11$ ,  $9 \times 9$ ,  $10 \times 9$ ,  $9 \times 10$ ,  $11 \times 9$ ,  $9 \times 11$ ,  $10 \times 10$ ,  $11 \times 10$ ,  $10 \times 11$  oder  $11 \times 11$  Pixel entstehen.

**[0030]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Steuereinheit außerdem ausgelegt sein einen digitalen Zoom zu verwenden, insbesondere durch Interpolation mehrerer benachbarter physikalischer Pixel bzw. virtueller Pixel, die bei der Verwendung der Binning-Funktion entstanden sind, um Übergangsbereiche bei der Auflösung zwischen entsprechenden Binning-Stufen abzudecken.

**[0031]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Steuereinheit ausgelegt sein aktive Bereiche des Matrixchips und die Binning-Stufen, sowie optional die Anwendung eines digitalen Zooms, für die ersten und zweiten Aufnahmen so aufeinander abzustimmen, dass eine stufenlose Zoomfunktion bereitgestellt wird.

**[0032]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Steuereinheit außerdem ausgelegt sein zu veranlassen, dass in Abhängigkeit einer maximalen physikalischen Auflösung des Matrixchips, ein optimales Verhältnis aus jeweils aktivem Bereich des Matrixchips und verwendeter Binning-Stufe bestimmt wird.

**[0033]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Materialbahn sich wiederholende Rapporte aufweisen, wobei die Steuereinheit ausgelegt sein kann entsprechende Trigger-Signale zu verarbeiten, die der Vorrichtung pro Rapport bereitgestellt werden. Insbesondere kann die Steuereinheit ausgelegt sein den ersten Zeitpunkt der ersten Aufnahme basierend auf einem ersten Trigger-Signal zu bestimmen und den zweiten Zeitpunkt der zweiten Aufnahme basierend auf einem zweiten Trigger-Signal zu bestimmen, so dass die ersten und zweiten Abschnitte korrespondierende Abschnitte auf der Materialbahn darstellen. Die Trigger-Signale können von der Steuereinheit bereitgestellt werden, wobei

die Steuereinheit Informationen von dem Sensor erhält. Insbesondere kann die Steuereinheit als externes Gerät vorgesehen sein oder direkt in die Kamera integriert sein.

**[0034]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann der Matrixchip eine Auflösung von mindestens 16 Megapixeln, mindestens 32 Megapixeln, mindestens 50 Megapixeln, mindestens 70 Megapixeln oder mindestens 100 Megapixeln aufweisen.

**[0035]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Steuereinheit ausgelegt sein zu veranlassen, dass eine zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts zu einem dritten Zeitpunkt unter Verwendung der ersten Binning-Stufe erstellt wird, wobei für die zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips verwendet wird als für die erste Aufnahme des ersten Abschnitts. Die Steuereinheit kann außerdem ausgelegt sein zu veranlassen, dass der dritte Zeitpunkt nach dem ersten Zeitpunkt liegt, insbesondere, wobei der dritte Zeitpunkt vor dem zweiten Zeitpunkt liegt oder nach dem zweiten Zeitpunkt liegt. Die Vorrichtung kann erste und zweite Beleuchtungseinrichtungen aufweisen, so dass für die beiden Aufnahmen des ersten Abschnitts unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn verwendet werden können. Die erste und/oder die zweite Beleuchtungseinrichtung können bezogen auf die Richtung der Materialbahnbreite  $x$  traversierend angeordnet sein. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein zu veranlassen, dass eine zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts zu einem vierten Zeitpunkt unter Verwendung der zweiten Binning-Stufe erstellt wird, wobei für die zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips verwendet wird als für die zweite Aufnahme des zweiten Abschnitts. Insbesondere können für die beiden Aufnahmen des zweiten Abschnitts unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn verwendet werden. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein zu veranlassen, dass der vierte Zeitpunkt nach dem zweiten Zeitpunkt oder nach dem dritten Zeitpunkt liegt.

**[0036]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Vorrichtung eine Mehrzahl an Kameras aufweisen, die jeweils einen Matrixchip mit Binning-Funktion umfassen, wobei die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass jede der Kameras entsprechende Aufnahmen der vorangehenden Ausführungsformen erstellt. Die Kameras können über die Materialbahnbreite  $x$  verteilt angeordnet sein, so dass die Sichtbereiche der Kameras in Richtung der Materialbahnbreite  $x$  aneinander angeordnet sind.

zen oder überlappen. Die Steuereinheit kann außerdem ausgelegt sein von den Aufnahmen der Mehrzahl an Kameras eine zusammenhängende Aufnahme zu bestimmen. Die Steuereinheit kann ausgelegt sein mechanische Versätze der Kameras in Richtung der Materialbahnlänge y zueinander durch eine entsprechende Auswahl aktiver Bereiche der Matrixchips auszugleichen.

**[0037]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann die Vorrichtung einen Materialbahn-Positionssensor aufweisen und die Steuereinheit kann ausgelegt sein zu veranlassen, dass basierend auf einem Signal des Materialbahn-Positionssensors die aktiven Bereiche des Matrixsensors bestimmt werden, insbesondere eine Größe und/oder eine Position der aktiven Bereiche in Richtung der Materialbahnbreite x eingestellt wird.

**[0038]** In Ausgestaltungen der Vorrichtung, die mit allen bisher beschriebenen Ausgestaltungen kombinierbar sind, kann mindestens eine Kamera auf einer Vorderseite der Materialbahn und mindestens eine Kamera auf einer Rückseite der Materialbahn vorgesehen sein, wobei die Steuereinheit ausgelegt sein kann zu veranlassen, dass jede der Kameras entsprechende Aufnahmen der vorangehenden Ausführungsformen erstellt.

**[0039]** Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung werden anhand der folgenden Figuren beschrieben.

#### Figurenliste

**Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Beobachtung und/oder Inspektion einer Materialbahn gemäß einem Ausführungsbeispiel;

**Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines Matrixsensors zur Erläuterung der Binning-Funktion;

**Fig. 3A** und **Fig. 3B** zeigen zwei schematische Darstellungen eines Matrixchips mit entsprechend aktivierte Bereichen, beispielsweise bei der Verwendung für eine Bahnbeobachtung;

**Fig. 4A** und **Fig. 4B** zeigen zwei schematische Darstellungen eines Matrixchips mit entsprechend aktivierte Bereichen, beispielsweise bei der Verwendung für eine Inspektion;

**Fig. 5A** und **Fig. 5B** zeigen zwei weitere schematische Darstellungen eines Matrixchips mit entsprechend aktivierte Bereichen, beispielsweise bei der Verwendung für eine Inspektion;

**Fig. 6A** bis **Fig. 6C** zeigen drei weitere schematische Darstellungen eines Matrixchips mit entsprechend aktivierte Bereichen, beispielsweise bei der Verwendung für eine Inspektion.

#### Detaillierte Beschreibung

**[0040]** Der im Folgenden verwendete Begriff Materialbahn ist breit zu verstehen und bezieht sich auf alle Arten von Produkten, die bei der Verarbeitung automatisiert bewegt werden und für die eine Beobachtung oder Inspektion erforderlich ist. Dazu gehören unter anderen bedruckte Papiererzeugnisse, Stoffe und Gewebe, Verpackungen bzw. Verpackungsrohmaterial, Etiketten, usw. Die Materialbahnen müssen dabei nicht endlos fortlaufend ausgestaltet sein sondern können auch die Form von aufeinanderfolgenden Bögen haben. Die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie das erfindungsgemäße Verfahren können für eine Beobachtung und/oder Inspektion für alle diese Produkte eingesetzt werden.

**[0041]** **Fig. 1** zeigt schematisch eine seitliche Ansicht einer Vorrichtung **100** zur Beobachtung und/oder Inspektion einer Materialbahn **10**. Die Vorrichtung **100** kann für alle im Folgenden beschriebenen Verfahren zur Beobachtung und/oder Inspektion einer Materialbahn verwendet werden. Neben der Bahnbeobachtung/Inspektion kann die Vorrichtung ebenfalls zur Farbdictemessung oder spektralen Farbmessung eingesetzt werden. Die Vorrichtung **100** umfasst eine Kamera **110**, die mit einem Matrixchip **20** mit Binning-Funktion und einer „Region of Interest“ (ROI) Funktion ausgestattet ist, zum Beispiel einem CCD oder CMOS Sensor. Die Kamera **110** kann für 1D, 2D und/oder 3D Aufnahmen geeignet sein sowie eine Farb- oder Schwarz-Weiß-Kamera sein. Die Kamera **110** bzw. der Sichtbereich der Kamera **110** (bzw. der Kameras bei Verwendung eines Kamera-Arrays, dazu weiter unten mehr) kann entweder parallel oder traversierend bezogen auf die Richtung der Materialbahnbreite (entsprechend der Richtung x in **Fig. 2** bezogen auf den entsprechend angeordneten Matrixchip **20** dargestellt) angeordnet sein. **Fig. 1** zeigt außerdem unterschiedliche Einrichtungen zur Beleuchtung der Materialbahn **10**. Im gezeigten Beispiel sind eine bzw. zwei Beleuchtungseinrichtung **130** oberhalb der Materialbahn **10** und eine Beleuchtungseinrichtung **120** unterhalb der Materialbahn **10** vorgesehen. Alternative Ausführungen können auch nur eine Beleuchtungseinrichtung oder mehr als zwei Beleuchtungseinrichtungen aufweisen, so dass für sämtliche im Folgenden beschriebenen Aufnahmen bzw. Aufnahmekombinationen unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn **10** verwendet werden können.

**[0042]** Außerdem in **Fig. 1** zu sehen ist ein Objektiv **112** für die Kamera **110**, das vorzugsweise eine

feste Brennweite (Fixfokus) aufweist. Zusätzlich kann ein Sensor **140** vorgesehen sein, der z.B. die zurückgelegte Wegstrecke bzw. die aktuelle Geschwindigkeit der Materialbahn misst. Als Sensor können hier zum Beispiel Encoder, Näherungsschalter, Druckmarkensensoren und direkte Geschwindigkeitssensoren zum Einsatz kommen. Es können z.B. Drehgeber (Inkrementaldrehgeber oder Drehimpulsgeber) eingesetzt werden, die meist mit einem Laufrad verwendet werden. Das Laufrad mit bekanntem Abrollumfang sitzt auf der Materialbahn auf und es werden zum Beispiel ein oder mehrere Impulse pro Umdrehung erzeugt. Durch die Anzahl der erfassten Impulse kann der zurückgelegte Weg der Materialbahn in Richtung der Materialbahnlänge  $y$  bestimmt werden. Die Materialbahngeschwindigkeit kann dann zum Beispiel über die Anzahl der erfassten Impulse pro Zeiteinheit und über den zurückgelegten Weg bestimmt, also über die Werte Zeit und Weg ermittelt werden. Die Materialbahn wird vorzugsweise in Richtung einer Materialbahnlänge  $y$  bewegt, kann aber auch in Richtung einer Materialbahnbreite  $x$  bewegt werden. Die Materialbahn **10** kann zum Beispiel mit einer Bahngeschwindigkeit von mindestens 150 m/min, insbesondere mindestens 500 m/min bevorzugt mindestens 900 m/min in Richtung der Materialbahnlänge  $y$  bewegt werden.

**[0043]** Außerdem umfasst die Vorrichtung **100** noch eine (in **Fig. 1** nicht dargestellte) Steuereinheit, die sämtliche Aktivitäten der Vorrichtung steuert und entsprechende Signale, zum Beispiel von dem Sensor **140** oder weiteren externen Sensoren, verarbeitet. Die Steuereinheit kann eine Rechnereinheit umfassen oder Teil einer Rechnereinheit oder einer Prüfungseinheit sein. Zusätzlich können ein oder mehrere Monitore zur visuellen Anzeige der Aufnahmen der Kamera bzw. der erstellten Bildsequenzen vorgesehen sein (in **Fig. 1** nicht dargestellt).

**[0044]** **Fig. 2** zeigt schematisch einen Matrixchip **20** und dient der Erläuterung der Binning-Funktion des Matrixchips **20**. Unter Binning versteht man das Zusammenfassen benachbarter physikalischer Pixel bereits auf dem Matrixchip **20** selbst zu einem virtuellen Pixel. Durch das Zusammenfassen kann einerseits zum Beispiel eine höhere Lichtempfindlichkeit pro virtuellem Bildpunkt erreicht werden (z.B. um den Signal-Rauschabstand zu verbessern). Andererseits wird jedoch die Bildauflösung entsprechend der Anzahl der zusammengefassten Pixel reduziert wodurch die Aufnahme größer wird. Eine geringere Bildauflösung hat allerdings den Vorteil, dass die Bandbreite bei der Übertragung der Daten einer Aufnahme an ein nachfolgendes Verarbeitungssystem reduziert werden kann. Eine geringere Datenmenge pro Aufnahme erlaubt es außerdem die Bildaufnahmefrequenz („frames per second“ - FPS) zu erhöhen.

**[0045]** In **Fig. 2** sind nun fünf verschiedene Binning-Stufen exemplarisch dargestellt (wobei die Gesamtzahl der Pixel des Matrixchips **20** rein schematisch zu verstehen ist): beginnend von links oben nach rechts unten kein Binning beziehungsweise ein  $1 \times 1$  Binning **1**, ein  $2 \times 2$  Binning **2**, ein  $3 \times 3$  Binning **3**, ein  $4 \times 4$  Binning **4** und ein  $5 \times 5$  Binning **5**, wobei entsprechend 1, 4, 9, 16 bzw. 25 physikalische Pixel zu einem virtuellen Pixel zusammengefasst wurden.

**[0046]** Bei der Verwendung von Binning-Stufen der Binning-Funktion können die physikalischen Pixel des Matrixchips **20** entlang einer ersten Richtung, insbesondere entlang der Richtung der Materialbahnlänge  $y$ , entlang einer zweiten Richtung, insbesondere entlang der Richtung der Materialbahnbreite  $x$  oder kombiniert entlang der ersten Richtung und der zweiten Richtung zusammengefasst werden. Das Binning bzw. die Binning-Stufen können frei bestimmt werden, so dass der Matrixsensor **20** zum Beispiel ausgelegt sein kann, dass bei der Verwendung von Binning-Stufen der Binning-Funktion die Pixel des Matrixchips **20** zusammengefasst werden, so dass virtuelle Pixel mit einer Pixelgröße von  $1 \times 2$ ,  $1 \times 3$ ,  $1 \times 4$ ,  $1 \times 5$ ,  $1 \times 6$ ,  $1 \times 7$ ,  $1 \times 8$ ,  $1 \times 9$ ,  $1 \times 10$ ,  $1 \times 11$ ,  $2 \times 1$ ,  $3 \times 1$ ,  $4 \times 1$ ,  $5 \times 1$ ,  $6 \times 1$ ,  $7 \times 1$ ,  $8 \times 1$ ,  $9 \times 1$ ,  $10 \times 1$ ,  $11 \times 1$ ,  $2 \times 2$ ,  $3 \times 2$ ,  $2 \times 3$ ,  $4 \times 2$ ,  $2 \times 4$ ,  $5 \times 2$ ,  $2 \times 5$ ,  $6 \times 2$ ,  $2 \times 6$ ,  $7 \times 2$ ,  $2 \times 7$ ,  $8 \times 2$ ,  $2 \times 8$ ,  $9 \times 2$ ,  $2 \times 9$ ,  $10 \times 2$ ,  $2 \times 10$ ,  $11 \times 2$ ,  $2 \times 11$ ,  $3 \times 3$ ,  $4 \times 3$ ,  $3 \times 4$ ,  $5 \times 3$ ,  $3 \times 5$ ,  $6 \times 3$ ,  $3 \times 6$ ,  $7 \times 3$ ,  $3 \times 7$ ,  $8 \times 3$ ,  $3 \times 8$ ,  $9 \times 3$ ,  $3 \times 9$ ,  $10 \times 3$ ,  $3 \times 10$ ,  $11 \times 3$ ,  $3 \times 11$ ,  $4 \times 4$ ,  $5 \times 4$ ,  $4 \times 5$ ,  $6 \times 4$ ,  $4 \times 6$ ,  $7 \times 4$ ,  $4 \times 7$ ,  $8 \times 4$ ,  $4 \times 8$ ,  $9 \times 4$ ,  $4 \times 9$ ,  $10 \times 4$ ,  $4 \times 10$ ,  $11 \times 4$ ,  $4 \times 11$ ,  $5 \times 5$ ,  $6 \times 5$ ,  $5 \times 6$ ,  $7 \times 5$ ,  $5 \times 7$ ,  $8 \times 5$ ,  $5 \times 8$ ,  $9 \times 5$ ,  $5 \times 9$ ,  $10 \times 5$ ,  $5 \times 10$ ,  $11 \times 5$ ,  $5 \times 11$ ,  $6 \times 6$ ,  $7 \times 6$ ,  $6 \times 7$ ,  $8 \times 6$ ,  $6 \times 8$ ,  $9 \times 6$ ,  $6 \times 9$ ,  $10 \times 6$ ,  $6 \times 10$ ,  $11 \times 6$ ,  $6 \times 11$ ,  $7 \times 7$ ,  $8 \times 7$ ,  $7 \times 8$ ,  $9 \times 7$ ,  $7 \times 9$ ,  $10 \times 7$ ,  $7 \times 10$ ,  $11 \times 7$ ,  $7 \times 11$ ,  $8 \times 8$ ,  $9 \times 8$ ,  $8 \times 9$ ,  $10 \times 8$ ,  $8 \times 10$ ,  $11 \times 8$ ,  $8 \times 11$ ,  $9 \times 9$ ,  $10 \times 9$ ,  $9 \times 10$ ,  $11 \times 9$ ,  $9 \times 11$ ,  $10 \times 10$ ,  $11 \times 10$ ,  $10 \times 11$  oder  $11 \times 11$  Pixel entstehen. Diese Auflistung an Beispielen soll keine Einschränkung darstellen. Letztendlich kann die Verteilung/Anzahl der zusammengefassten Pixel je nach Anwendung und maximaler physikalischer Auflösung des verwendeten Matrixchips **20** frei festgelegt werden und ist rein durch die physikalische Auflösung des verwendeten Matrixchips **20** begrenzt. Dies ist insbesondere in Hinblick auf die schnelle Weiterentwicklung im Bereich der Matrixsensoren sowie der möglichen Datenübertragungsraten zu sehen, so dass die hierin Beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen keineswegs auf die aktuell verfügbaren Matrixsensoren / Datenraten beschränkt zu sehen sind.

**[0047]** Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt die Binning-Funktion des Matrixchips **20** auf eine neue Art und ermöglicht eine physikalische Zoomfunktion ohne weitere komplexe Geräte wie zusätzliche verfahrbare Kameras oder Zoomobjektive. Dies wird durch folgende Vorgehensweise ermöglicht: Erstellen einer ersten Aufnahme eines ersten Abschnitts einer Materialbahn **10** zu einem ersten Zeitpunkt mit

der Kamera **110** (die den Matrixchip **20** mit Binning-Funktion umfasst) und Erstellen einer zweiten Aufnahme eines zweiten Abschnitts der Materialbahn **10** zu einem zweiten Zeitpunkt mit der Kamera **110**. Für die erste Aufnahme wird eine erste Binning-Stufe verwendet, bei der jeweils eine erste Anzahl an Pixeln des Matrixchips **20** unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird und für die zweite Aufnahme wird eine zweite Binning-Stufe verwendet, bei der jeweils eine zweite Anzahl an Pixeln des Matrixchips **20** unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird. Die erste Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden ist höher oder niedriger als die zweite Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden, wodurch eine physikalische Zoomfunktion für die zweite Aufnahme erzielt wird.

**[0048]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann bei unterschiedlichen Anwendungen Verwendung finden. Ein erstes Beispiel ist die Bahnbeobachtung, bei der kontinuierlich Aufnahmen mit möglichst gleich bleibender Auflösung über die Zoomstufen beobachtet werden. Die verwendete Zoomstufe kann zum Beispiel festgelegt oder entsprechend einer Eingabe eines Benutzers erfolgen. Das heißt, ein Benutzer kann die zu wählende Zoomstufe vorgeben, mit der die Aufnahmen gemacht werden. Dies ist beispielhaft in **Fig. 3A** und **Fig. 3B** dargestellt. **Fig. 3A** zeigt einen Zeitpunkt einer Aufnahme, bei dem das komplette Sichtfeld (erster aktiver Bereich **22**) des Matrixchips **20** mit einer ersten Binning-Stufe verwendet wird, zum Beispiel um einen ersten Abschnitt einer Materialbahn aufzunehmen. Wenn nun eine Zoomaufnahme erstellt werden soll, wird ein verkleinerter Sichtbereich aufgenommen (mit einem zweiten, kleineren aktiven Bereich **24** des Matrixchips **20**). Für diesen Sichtbereich wird dann eine geringere Binning-Stufe mit möglichst gleich bleibender Bildauflösung für den verkleinerten Sichtbereich (bezogen auf den ursprünglichen Sichtbereich) gewählt, heißt auch einer größeren Anzahl an Pixeln pro mm für den verkleinerten Sichtbereich. Dies ist schematisch in **Fig. 3B** dargestellt. Dabei müssen nicht unbedingt immer zwei aufeinanderfolgende Aufnahmen eine unterschiedliche Binning-Stufe haben. Es kann vorkommen, dass eine große Anzahl an Aufnahmen mit der ersten Binning-Stufe erstellt wird und der Benutzer nur bei bestimmten Ereignissen, zum Beispiel weil er einen Fehler entdeckt hat, eine zweite Aufnahme mit der zweiten Binning Stufe erstellt wird. Auch kann, nachdem Aufnahmen „eingezoomt“ angefertigt wurden, vom Benutzer wieder „ausgezoomt“ werden, um wieder ein größeres Sichtfeld des Matrixchips **20** und somit einen größeren Abschnitt der Materialbahn beobachten zu können.

**[0049]** Die Materialbahn **10** kann zum Beispiel sich wiederholende Rapporte aufweisen, wobei z.B. bei der Bahnbeobachtung pro Rapport ein entsprechen-

des Trigger-Signal bereitgestellt wird, so dass der erste Zeitpunkt der ersten Aufnahme von einem ersten Trigger-Signal bestimmt werden kann und der zweite Zeitpunkt der zweiten Aufnahme von einem zweiten Trigger-Signal bestimmt werden kann. Dadurch ist es möglich, dass die ersten und zweiten Abschnitte korrespondierende Abschnitte und nicht identische Abschnitte auf der Materialbahn **10** darstellen. Andererseits ist es auch möglich, dass bei der Bahnbeobachtung zu einer Verstellung der X-Y Koordinaten durch den Benutzer erfolgt, so dass die Abschnitte nicht oder nicht komplett korrespondierende Abschnitte der Materialbahn **10** darstellen. Für die Triggerung kann zum Beispiel die oben erwähnte Steuereinheit oder ein Steuergerät eingesetzt werden, das hierfür Informationen von dem Sensor **140** erhält, um ein Triggersignal für die ersten Aufnahmen und die zweiten Aufnahmen an die Kamera **110** zu senden. Die Steuereinheit oder das Steuergerät können als externes Gerät vorgesehen sein. Es ist aber auch möglich, dass ein derartiges Gerät bzw. eine Steuerungslogik direkt in der Kamera **110** verbaut ist. Somit kann zum Beispiel der Sensor **140** direkt an dem Steuergerät oder an der Kamera **110** angeschlossen sein.

**[0050]** Ein zweites Beispiel für die Anwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung und Verfahren ist die Inspektion. Hier werden, zum Beispiel wenn Fehler auf der Materialbahn detektiert wurden, automatisch zweite Aufnahmen mit der zweiten Binning-Stufe erstellt, um den Fehler genauer inspizieren zu können.

**[0051]** Für spezielle Arten dieser Anwendung, zum Beispiel bei der Multiinspektion (einer Inspektion mit mehreren Beleuchtungsarten, mehr dazu weiter unten), können der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt zwei identische Materialbahnabschnitte sein oder der zweite Abschnitt kann ein Teilabschnitt des ersten Abschnitts sein.

**[0052]** Wie in den **Fig. 3A** bis **Fig. 5b** dargestellt, kann für die erste Aufnahme jeweils ein erster aktiver Bereich **22** des Matrixchips **20** verwendet werden, um einen ersten Sichtbereich abzudecken und für die zweite Aufnahme ein zweiter aktiver Bereich **24** des Matrixchips **20** verwendet werden, um einen zweiten Sichtbereich abzudecken. Insbesondere kann der erste aktive Bereich **22** und entsprechend der erste Sichtbereich größer sein als der zweite aktive Bereich **24** und entsprechend der zweite Sichtbereich. Dies ist zum Beispiel in **Fig. 3A**, **Fig. 3B** und **Fig. 5A**, **Fig. 5B** dargestellt. Alternativ kann der zweite aktive Bereich **24** gleich groß wie der erste aktive Bereich **22** sein (siehe **Fig. 4A**, **Fig. 4B**). Insbesondere kann der zweite aktive Bereich **24** ein Teil des ersten aktiven Bereichs **22** sein, insbesondere innerhalb des ersten aktiven Bereichs **22** liegen (siehe **Fig. 3A**, **Fig. 3B**). Ein Vorteil dieses Verfahrens ist zum Beispiel das

Reduzieren der Datenmengen sowie der benötigten Rechenleistungen durch die Anwendung der Binning-Funktion sowie einer „Region of Interest“ (ROI) Funktion, da nur die jeweils benötigte Auflösung bzw. der jeweils benötigte Sichtbereich abgefragt beziehungsweise aufgenommen und verarbeitet wird. Eine reduzierte Datenlast wiederum lässt auch eine Erhöhung der Bildaufnahmefrequenz (FPS) zu.

**[0053]** Die Sichtbereiche der Kamera **110** bzw. des Matrixchips **20** können zum Beispiel eine Länge und eine Breite aufweisen, die entsprechend der Richtung der Materialbahnlänge **y** und der Richtung der Materialbahnbreite **x** angeordnet sind (die Richtungen **x** und **y** sind in den **Fig. 2** bis **Fig. 6C** dargestellt). Bei einer Anpassung des Sichtbereichs werden nun die Länge und/oder die Breite des Sichtbereichs verändert. Wie schon erwähnt wird hier wird das Prinzip der „Region of Interest“ (ROI) angewendet, bei der ausgenutzt wird, dass es möglich ist, bei Matrixchips **20** nur bestimmte Bereiche **22**, **24** des Sensors zu aktivieren: für die erste Aufnahme kann zum Beispiel das gesamte Sichtfeld des Matrixsensors **20** (siehe **Fig. 3A**) oder ein großer Teil des Sichtfelds verwendet werden. Für diesen Teil wird eine erste Binning-Stufe verwendet, die jeweils relativ viele physikalische Pixel zu einem virtuellen Pixel zusammenfasst. Um für die zweite Aufnahme eine Zoomfunktion zu ermöglichen, kann ein entsprechend ausgewählter zweiter Bereich **24** des Matrixchips **20** (siehe **Fig. 3B**) verwendet werden, um einen zweiten (kleineren) Sichtbereich abzudecken (eine ROI wird ausgewählt). Für diesen Teil wird eine zweite Binning-Stufe verwendet, die jeweils relativ wenig physikalische Pixel zu einem virtuellen Pixel zusammenfasst oder das Binning komplett aufgelöst wird ( $1 \times 1$  Binning-Stufe). Alternativ kann das Sichtfeld auch für beide Aufnahmen gleich groß sein (siehe z.B. **Fig. 4A**, **Fig. 4B**). Für die zweite Aufnahme (und in dem entsprechend aktiven Bereich des Matrixsensors **20**) wird eine zweite Binning-Stufe gewählt, bei der im Vergleich zur ersten Binning-Stufe für die erste Aufnahme jeweils nur eine geringere Anzahl an physikalischen Pixeln zusammengefasst wird oder überhaupt kein Binning mehr angewendet wird. Die zweite Aufnahme hätte dadurch eine höhere Bildauflösung (Anzahl Pixel pro mm) bei gleich großem Sichtfeld wodurch die zweite Aufnahme genauer angezeigt werden würde oder z.B. auch eine bessere physikalische Auflösung für eine digitale Zoomfunktion ermöglicht werden könnte.

**[0054]** Außerdem ist es bei Aufnahmen mit unterschiedlich großen Sichtbereichen zum Beispiel möglich, die Anzahl an „gebinnten“ virtuellen Pixeln beziehungsweise physikalischen Pixeln sowohl für die erste Aufnahme mit dem relativ größeren Sichtbereich als auch für die zweite Aufnahme mit dem kleineren Sichtbereich weitestgehend gleich zu halten. Diese Funktionen ermöglichen es ein Zoomobjektiv zu ersetzen und trotzdem über entsprechende gleich auf-

gelöste Zoomstufen zu verfügen. Es wird also versucht die Auflösung der genutzten aktiven Bereiche des Matrixchips **20** über die Binning-Stufen bei geänderten Sichtbereichen konstant zu halten. Die Zoomstufe ändert sich dabei entsprechend des verwendeten Sichtbereichs und/oder der verwendeten Binning-Stufen.

**[0055]** Außerdem kann bei entsprechender Auswahl des Matrixchips **20** und z.B. der zusätzlichen Verwendung einer digitalen Zoomfunktion bei Systemen mit zwei Kameras und zwei Objektiven (z.B. einem Weitwinkelobjektiv und einem Teleobjektiv, sogenannte Dualview Kamerasysteme) eine Kamera und ein Objektiv eingespart werden (ein Beispiel hierzu weiter unten).

**[0056]** Wie in **Fig. 3A** und **Fig. 3B** zu erkennen, die eine Anwendung des Verfahrens für eine Bahnbeobachtung zeigen, wird hier eigentlich im gleichen Verhältnis in X und Y Richtung von außen nach innen (oder von innen nach außen) ein entsprechend kleinerer **24** oder größerer Bereich **22** aktiviert, je nach dem von welcher Zoomstufe auf welche Zoomstufe gewechselt werden soll. Die Zeichnungen der Figuren sind hier rein beispielhaft zu verstehen. Der maximal mögliche aktive Sichtbereich (**150** in y-Richtung, siehe **Fig. 1** bzw. **Fig. 3A** bzgl. der Matrixchipfläche in x- und y-Richtung) des Matrixchips **20** wird bei der Bahnbeobachtung meist voll ausgenutzt und erst beim Hineinzoomen auf einen Bereich **24** begrenzt.

**[0057]** Bezuglich der möglichen Zoomstufen kann man das auch so beschreiben: je mehr physikalische Pixel für die erste Aufnahme zu einem virtuellen Pixel zusammen gefasst wurden, umso mehr physikalische Zoomstufen sind für die zweite Aufnahme verfügbar, bei der dann in einer geringeren Binning-Stufe weniger physikalische Pixel zu einem virtuellen Pixel zusammengefasst werden oder die Binning-Funktion nicht mehr angewendet wird und die maximale physikalische Auflösung des Matrixchips **20** verwendet wird. Folglich gleicht das Ergebnis einem optischen Zoom, da nicht wie zum Beispiel beim digitalen Zoom algorithmisch extrapoliert werden muss, sondern der Informationsgewinn physikalisch erzielt wird. Wenn die Binning-Funktion nicht mehr angewendet wird bzw. die maximale physikalische Auflösung des Matrixchips **20** verwendet wird, kann natürlich noch eine weitere digitale Zoomfunktion erfolgen, jedoch mit den bekannten Nachteilen die sich aus der digitalen Zoomfunktion ergeben.

**[0058]** Weitere Vorteile sind zum Beispiel das Reduzieren der Datenmengen sowie der benötigten Rechenleistungen durch die Anwendung der Binning-Funktion sowie der ROI-Funktion, da nur die jeweils benötigte Auflösung bzw. der jeweils benötigte Sichtbereich abgefragt beziehungsweise aufgenommen und verarbeitet werden. Eine reduzierte Datenlast

wiederum lässt auch eine Erhöhung der Bildaufnahmefrequenz (FPS) zu.

**[0059]** Das auf die Bahnbeobachtung angewandte erfindungsgemäße Prinzip soll im Folgenden an zwei Zahlenbeispielen im Vergleich mit bekannten Verfahren/Vorrichtungen verdeutlicht werden. In einem ersten Beispiel hat eine herkömmliche Vorrichtung zur Bahnbeobachtung mit Zoomobjektiv und einem Matrixsensor zum Beispiel folgende Daten:

Zoomobjektiv (12-fach)

Auflösung des verwendeten Sensors 1024x768

Sichtbereich max. ca. 100 mm × 71 mm

Sichtbereich min. ca. 9 mm × 7 mm

**[0060]** Die Auflösung von 1024x768 Pixel des Sensors bleibt über den optischen Zoom hinweg konstant. Im maximalen Sichtbereich (ca. 100 mm × 71 mm) beträgt die Bildauflösung 0,098 mm/Pixel, im minimalen Sichtbereich (ca. 9 mm × 7 mm) beträgt die Bildauflösung 0,009 mm/Pixel. Durch das Zoomobjektiv erhält man im minimalen Sichtbereich durch die konstante Auflösung von 1024x768 Pixel sogar eine bessere Bildauflösung in mm/Pixel.

**[0061]** Erfindungsgemäß soll das Zoomobjektiv eingespart werden, aber der Anspruch erhalten bleiben, dass die Qualität der Aufnahmen für die jeweiligen Sichtbereiche erhalten bleibt. Dies könnte erfindungsgemäß zum Beispiel mit einem Matrixchip mit 100 Megapixeln (Auflösung zum Beispiel 11548x8661) erreicht werden. Bei einer Binning-Stufe mit einem 11x11 Binning und einem entsprechenden maximalen Sichtbereich von ca. 100 mm × 71 mm bekommt man eine Bildauflösung von ca. 0,095 mm/virtuellem Pixel. Wenn nun eine Aufnahme entsprechend der Zoomstufe **12** des 12-fach Zoomobjektivs erstellt werden soll, kann die Binning-Funktion aufgelöst werden (entspricht der 1×1 Binning-Stufe) und das Sichtfeld auf ca. 9 mm × 7 mm beschränkt werden. Für diesen Bereich ergibt sich dann hier eine Bildauflösung von ca. 0,009 mm/Pixel. Wie man sieht kann mit einem 100 Megapixel Sensor eine mögliche physikalische Auflösung von Zoomstufe **1** bis zur Zoomstufe **12** der oben genannten beispielhaften Vorrichtung mit einem 12-fach Zoomobjektiv bezüglich der Auflösungswerte aufrechterhalten werden. Das Ergebnis gleicht also einem optischen Zoom, da nicht wie beim digitalen Zoom algorithmisch extrapoliert werden muss, sondern der Informationsgewinn physikalisch erzielt wird.

**[0062]** Bei einem zweiten Beispiel hat eine Vorrichtung mit zwei Kameras und zwei Objektiven (sogenanntes Dualview Kamerasystem) zum Beispiel die folgenden Daten:

Fixobjektive (Digitalzoom mit Weitwinkel- und Teleobjektiv)

Auflösung 2596×1944 (2× Matrixsensor)

Sichtbereich max. ca. 120 mm × 90 mm (Weitwinkelobjektiv)

Sichtbereich max. ca. 32 mm × 24 mm (Teleobjektiv)

Sichtbereich min. ca. 4 mm × 3 mm (Teleobjektiv)

**[0063]** Im Sichtbereich des Weitwinkelobjektivs von ca. 120 mm × 90 mm bis ca. 32 mm × 24 mm beträgt die Bildauflösung ca. 0,046 mm/Pixel. Die Bildauflösung ergibt sich allerdings nur für den Sichtbereich durch den Sensor mit Weitwinkelobjektiv (erste Kamera). Hier wird digital gezoomt, bis zu einem Sichtbereich von z.B. 32 mm × 24 mm. Dann wird auf den Sensor mit Teleobjektiv umgeschaltet (zweite Kamera). Hier ergibt sich für den Sichtbereich des Teleobjektivs von ca. 32 mm × 24 mm bis ca. 4 mm × 3 mm eine Bildauflösung von 0,012 mm/Pixel. Bis zum Sichtbereich von ca. min 4 mm × 3 mm wird dann wieder digital gezoomt. Das heißt, die Auflösung zum jeweiligen Sichtbereich wird nicht konstant gehalten, wie bei einem Bahnbeobachtungssystem mit Zoomobjektiv.

**[0064]** Durch Anwendung des Erfindungsprinzips soll hier eine Kamera und ein Objektiv eingespart werden, aber wieder der Anspruch erhalten bleiben, dass die Qualität der Aufnahmen für die jeweiligen Sichtbereiche erhalten bleibt. Dies könnte erfindungsgemäß zum Beispiel mit einem Matrixchip mit 70 Megapixeln (Auflösung zum Beispiel 9735×7920) erreicht werden. Der Matrixchips wird für den maximalen Sichtbereich von 120 mm × 90 mm mit Binning-Stufe 4×4 gebinnt, so dass eine physikalische Auflösung bzw. virtuelle Auflösung (durch das Zusammenfassen physikalischer Pixel in der Binning-Stufe 4×4) von ca. 2434x1823 Pixel entsteht, was ca. 0,049 mm/virtuellem Pixel entspricht. Ab hier könnte theoretisch bis zum Sichtbereich von 32 mm × 24 mm digital gezoomt werden. Ab diesen Sichtbereich würde die Binning-Stufe auf 1×1 gesetzt bzw. das Binning komplett aufgelöst werden. Für diesen Bereich hat der Matrixchip dann eine gleichwertige Auflösung von 2596 × 1944 Pixel wie der Sensor der zweiten Kamera mit Teleobjektiv des bekannten Systems, was ca. 0,012 mm/Pixel entspricht. Ab hier würde dann wieder digital gezoomt werden, bis zum Sichtbereich von min. 4 mm × 3 mm. Die Bildauflösung mm/Pixel wäre dann im Sichtbereich 120 mm × 90 mm bis 32 mm × 24 mm auch immer bei 0,049 mm/Pixel und ab 32 × 24 mm bis 4 mm × 3 mm auch immer bei 0,012 mm/Pixel, da bei kleiner werdendem Sichtbereich auch die Auflösung kleiner wird. Zusätzlich könnten die nicht genutzten Binning-Stufen 3×3 und 2×2 ab einem gewissen Sichtbereich noch angewen-

det werden, um schon früher wieder bessere physikalische Auflösungswerte zu bekommen.

**[0065]** Bei der Bahnbeobachtung kann außerdem vorgesehen sein, dass die erste Aufnahme für einen Benutzer zum Beispiel auf einem Monitor dargestellt wird und die zweite Aufnahme in Antwort auf eine Benutzereingabe erstellt wird, die dann zum Beispiel für den Benutzer ebenfalls auf dem Monitor dargestellt wird. Die zweite Binning-Stufe sowie, optional, der zweite Sichtbereich, können dabei in Abhängigkeit von der Benutzereingabe ausgewählt werden. Falls ein digitaler Zoom verwendet wird, kann dieser ebenfalls in Abhängigkeit von der Benutzereingabe ausgewählt werden. Das heißt, die Anzahl der Pixel, die in der zweiten Binning-Stufe zusammengefasst werden (mehr oder weniger als in der ersten Binning-Stufe für die erste Aufnahme) sowie die Position und die Größe des Sichtbereichs (ROI) können benutzergesteuert sein.

**[0066]** Wenn das Verfahren oder die Vorrichtung **100** für eine Inspektion der Materialbahn **10** verwendet wird, sind der erste aktive Bereich **22** und der zweite aktive Bereich **24** des Matrixchips **20** nicht identisch bzw. können sich überlappen oder auch nicht überlappen. Außerdem werden pro Rapport mehrere Triggersignale ausgegeben, da eine 100% Inspektion der Materialbahn **10** erfolgt. Das Verfahren umfasst dann das Auswerten der ersten Aufnahme und Bestimmen einer Position mindestens eines Fehlers **26** auf der Materialbahn **10**. Anschließend können die zweite Binning-Stufe und/oder der zweite aktive Bereich **24** basierend auf der Position des Fehlers **26** bestimmt werden. **Fig. 4A** und **Fig. 4B** zeigen ein Beispiel, mit einem ersten aktiven Bereich **22** in dem der Fehler **26** erkannt wurde (siehe **Fig. 4A**). **Fig. 4B** stellt den Matrixchip **20** für die zweite Aufnahme zum zweiten Zeitpunkt dar, bei der die Materialbahn in y-Richtung ein Stück weiter gelaufen ist. Hier wird nun der zweite aktive Bereich **24** in einer kleineren Binning-Stufe und somit mit größerer Auflösung verwendet, um den Fehler **26** genauer aufnehmen bzw. darstellen und inspizieren zu können. Das Verfahren ist bei der Inspektion insbesondere von Vorteil, wenn nicht nur die Binning-Stufe für den zweiten aktiven Bereich **24** geändert wird, so wie in **Fig. 4A** und **Fig. 4B** dargestellt, sondern auch der Sichtbereich in x- und y-Richtung auf die Position des Fehlers eingeschränkt werden kann. Dies ist in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** schematisch gezeigt. Dann ist z.B. es möglich die Binning-Stufe noch weiter zu reduzieren und somit eine höhere Auflösung für die Zoomfunktion zu erreichen, ohne die Datenmenge der Aufnahme zu erhöhen. In anderen Worten, die Binning-Funktion wird zumindest für einen Bereich des Matrixchips **20** aufgelöst oder die Binning-Stufe reduziert und optional die ROI durch Auswahl des zweiten aktiven Bereichs **24** so ausgewählt, dass sich ein Sichtbereich der Kamera für die zweite Aufnahme ergibt, der eine nach-

trägliche zweite Aufnahme des Fehlers **26** oder (mehrere Aufnahmen der Fehler **26a**, **26b**, siehe **Fig. 6A** bis **Fig. 6C**) mit höherer Auflösung ermöglicht, welche dann zum Beispiel für einen Benutzer abgelegt oder angezeigt werden kann. Dies soll anhand eines Zahlenbeispiels für das Binning bei der Inspektion einer Materialbahn nochmals verdeutlicht werden: Bei der Verwendung eines z.B. 16 Megapixel-Sensors (**4920** × **3264**), einer Sichtweite von 330 mm und einem 3x3 Binning, erreicht man eine Bildauflösung in Richtung der Sichtweite für die „gebinnte“ 100% Inspektion von  $(330/4920) * 3 = 0,2012$  mm/virtuellem Pixel. Mit der Zoomfunktion für die zweite Aufnahme bei aufgelöstem Binning, welche partiell oder über den gesamten Matrixchips angewendet werden kann, erzielt man dann die dreifache Bildauflösung, sprich 0,067 mm/Pixel.

**[0067]** Zusätzlich kann auch der die zweite Aufnahme zu dem zweiten Zeitpunkt basierend auf der Position des Fehlers **26** erstellt werden. Die Position des Fehlers **26** kann zum Beispiel in Koordinaten bezogen auf die Richtung der Materialbahnlänge y und die Richtung der Materialbahnbreite x bestimmt werden. Basierend auf diesen Koordinaten und der Bahngeschwindigkeit der Materialbahn **10** (zum Beispiel gemessen von dem Sensor **140**) kann dann der zweite Zeitpunkt für die zweite Aufnahme bestimmt werden. Ebenso kann der zweite aktive Bereich **24** in Abhängigkeit von einer Materialbahngeschwindigkeit bestimmt werden. Für den zweiten aktiven Bereich **24** kann dessen Lage in Richtung der Materialbahnlänge y, in Richtung der Materialbahnbreite x und/oder eine Größe basierend auf der Position des Fehlers **26** und der Größe des Fehlers **26** bestimmt werden. Dies ist von Vorteil, da sich die zweite Aufnahme speziell auf den Fehlerbereich konzentriert. Dadurch kann die Datenlast weiter reduziert werden und die Auflösung erhöht werden, da nur ein kleiner Bereich des Matrixchips **20** mit reduzierter oder aufgelöster Binning-Funktion aktiviert werden muss. Das heißt, der erste und der zweite aktive Bereich **24** sowie die Anpassung der Binning-Stufe (bzw. das komplette Auflösen des Binnings) können variabel angepasst werden. Neben der Bildaufnahme für die 100% Inspektion und der Bildaufnahme eines Fehlers zur visuellen Anzeige kann auch zusätzlich eine Bildaufnahme für eine Bahnbeobachtung erfolgen.

**[0068]** Das erfindungsgemäße Prinzip kann zum Beispiel auch für eine variable Fehlerklassifikation genutzt werden, bei der es auch möglich ist, die zu erkennende Fehlergröße im laufenden Betrieb auch noch nach unten (bzw. auch nach oben) einzustellen. Dabei geht es darum, dass für Inspektionssysteme eigentlich vorgeben ist, bis zu welcher ungefähren Fehlergröße sie Fehler überhaupt inspizieren bzw. erkennen können. Wenn nun noch kleinere Fehler erkannt werden sollen, dann könnte die Auflösung für den ersten aktiven Bereich **22** erhöht werden (sofern

dies die Hardware hergibt), damit noch kleinere Fehler erkannt werden können, die dann in dem zweiten aktiven Bereich **24** mittels der zweiten Aufnahme mit noch höherer Auflösung aufgenommen werden. In die andere Richtung ist dies natürlich auch möglich: wenn gewisse Fehlergrößen tolerierbar sind, dann kann die Auflösung für den ersten aktiven Bereich **22** auch erniedrigt werden. Es kann also über die verwendete Auflösung für den ersten aktiven Bereich **22** direkt eingestellt werden, ab welcher Fehlergröße die Fehler erkennbar sind. Falls ein Fehler erkannt wird, wird dieser im zweiten aktiven Bereich **24** mittels der zweiten Aufnahme dann mit einer höheren Auflösung aufgenommen.

**[0069]** Die Vorrichtung kann außerdem einen Materialbahn-Positionssensor umfassen, der zum Beispiel eine Position bzw. eine Breite der Materialbahn (in x-Richtung) bestimmt. Die Signale des Positionssensors können der Steuereinheit bereitgestellt werden, so dass darauf basierend die aktiven Bereiche **22**, **24** des Matrixsensors bestimmt werden, insbesondere eine Größe und/oder eine Position der aktiven Bereiche **22**, **24** in Richtung der Materialbahnbreite x eingestellt werden.

**[0070]** Mit dem hierin beschriebenen Verfahren sowie der hierin beschriebenen Vorrichtung **100** kann selbstredend auch die Position einer Mehrzahl an Fehlern **26a**, **26b** bestimmt werden und eine entsprechende Mehrzahl an zweiten Aufnahmen erstellt werden. Wenn die zwei oder mehr Fehler **26a**, **26b** die gleiche Position in Richtung der Materialbahnänge y haben, so können diese zwei oder mehr Fehler **26a**, **26b** auch gleichzeitig in einer zweiten Aufnahme mit der entsprechend höheren Auflösung aufgenommen werden.

**[0071]** In dem in den **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** dargestellten Beispiel ist der Matrixchip **20** in erste und zweite Teile **20a**, **20b** aufgeteilt, wobei der erste Teil **20a** mit der ersten Binning-Stufe arbeitet und für die erste Aufnahme verwendet wird und der zweite Teil **20b** mit der zweiten Binning-Stufe arbeitet und für die zweite Aufnahme verwendet wird. Der zweite Teil **20b** liegt dabei in Richtung der Materialbahnbewegung hinter dem ersten Teil **20a**. Es kann dann zum Beispiel vorgesehen sein, dass der zweite Teil **20b** nur aktiviert wird, wenn in der ersten Aufnahme ein Fehler **26a**, **26b** gefunden wurde. Der erste Teil **20a** kann größer sein als der zweite Teil **20b**. Der erste Teil **20a** kann zum Beispiel mindestens doppelt so groß, mindestens dreimal so groß, mindestens fünfmal so groß, oder mindestens neunmal so groß wie der zweite Teil **20b** sein. Der erste Teil **20a** kann zum Beispiel ungefähr 90% des Matrixchips **20** einnehmen und der zweite Teil **20b** ungefähr 10% des Matrixchips **20** einnehmen. Es kann außerdem vorteilhaft sein, für den zweiten Teil **20b** den Kameraparameter „Gain“ zu erhöhen, um eine schlechtere Lichtausbeute in diesem

weniger gebinnten Zustand zu kompensieren bzw. das Bildrauschen zu reduzieren. Dies gilt natürlich auch für alle weiteren hierin beschriebenen Anwendungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens. Der Kameraparameter „Gain“ kann erhöht bzw. an eine gewisse Binning-Stufe angepasst werden, um eine eventuell schlechtere Lichtausbeute zu kompensieren.

**[0072]** Bei dieser Aufteilung des Matrixchips **20** können kontinuierlich erste Aufnahmen mit dem ersten Teil **20a** und zweite Aufnahmen mit dem zweiten Teil **20b** gemacht werden. Insbesondere können die zweiten Aufnahmen kontinuierlich in einem Ringspeicher gespeichert werden. Entsprechende zweite Aufnahmen können aus dem Ringspeicher ausgelesen und/oder für einen Benutzer bereitgestellt und/oder zum Beispiel auf einem Monitor dargestellt werden, falls in korrespondierenden ersten Aufnahmen mindestens ein Fehler **26a**, **26b** festgestellt wurde. Sowohl die ersten Aufnahmen als auch die zweiten Aufnahmen können 100% der Materialbahn **10** abdecken. Um 100% der Materialbahn **10** abzudecken muss die Anzahl der zweiten Aufnahmen entsprechend der Größenverhältnisse der ersten und zweiten Teile **20a**, **20b** angepasst werden. Wenn der erste Teil **20a** wie oben beschrieben zum Beispiel 90% des Matrixchips **20** einnimmt und der zweite Teil **20b** 10% des Matrixchips **20** einnimmt, dann müssen für jede erste Aufnahme mit dem ersten Teil **20a** insgesamt neun zweite Aufnahmen mit dem zweiten Teil **20b** erstellt werden. In anderen Worten, der zweite Teil **20b** muss neunmal für neun Aufnahmen getriggert werden während der erste Teil **20a** nur einmal getriggert werden muss. Somit kann durch das mehrmalige triggern des zweiten Teils **20b** eine Bildsequenz mit einer niedrigeren Binning-Stufe bzw. ohne Verwendung von Binning (was gleichzusetzen ist mit einer höheren physikalischen Auflösung) angefertigt werden, die ebenfalls 100% der Materialbahn **10** abdeckt. Wenn zum Beispiel der erste Teil **20a** eine Binning-Stufe von 9×9 aufweist und der zweite Teil **20b** eine Binning-Stufe von 1×1 hat (also quasi kein Binning angewendet wird) ist diese Vorgehensweise vorteilhaft, da die einzelnen Datenpakete (der ersten und zweiten Aufnahmen) immer eine gleichwertige Datengröße beinhalten, die auf eine verfügbare Bandbreite abgestimmt werden kann. Die verfügbare Bandbreite wird dann zu keinem Zeitpunkt überschritten. Für die Auslegung muss nur darauf geachtet werden, dass ein geeignetes Verhältnis der Parameter (Größenverhältnis erster Teil **20a** zu zweitem Teil **20b** des Matrixchips **20** und verwendete Binning-Stufe der jeweiligen Teile) gefunden wird und dieses mit der verfügbaren Bandbreite abgestimmt wird. In dem in **Fig. 6A** bis **Fig. 6B** gezeigten Beispiel ist in **Fig. 6A** eine Aufnahme des ersten Teils **20a** gezeigt, bei dem zwei Fehler **26a**, **26b** erkannt wurden. **Fig. 6B** zeigt eine Aufnahme mit dem zweiten Teil **20b** zu einem Zeitpunkt zu dem sich der erste Fehler **26a** im Sichtbe-

reich des zweiten Teils **20b** befindet. **Fig. 6C** zeigt eine weitere Aufnahme mit dem zweiten Teil **20b** zu einem späteren Zeitpunkt zu dem sich der zweite Fehler **26b** im Sichtbereich des zweiten Teils **20b** befindet.

**[0073]** Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens bzw. dieser Vorrichtung **100** ist es also, dass auch die Möglichkeit besteht einmalige Fehler hochauflöst anzuzeigen, es müssen nicht unbedingt Wiederholungsfehler sein. In andern Worten: bei der Inspektion einer Materialbahn ist es möglich, dass nach dem Erfassen und Erkennen eines Fehlers die ROI (in y-Richtung und optional auch in x-Richtung) und die Binning-Stufe angepasst werden und der gleiche Fehler hochauflöst nochmal erfasst wird.

**[0074]** In Ausgestaltungen des Verfahrens und der Vorrichtung **100** kann außerdem vorgesehen sein zusätzlich eine digitale Zoomfunktion zu verwenden, insbesondere zum Beispiel durch Interpolation mehrerer benachbarter physikalischer Pixel bzw. virtueller Pixel, die bei der Verwendung der Binning-Funktion entstanden sind. Durch die digitale Zoomfunktion können zum Beispiel Übergangsbereiche bei der Auflösung zwischen entsprechenden Binning-Stufen abgedeckt werden. Dies ist bei dem hierin beschriebenen Verfahren vorteilhaft, da durch die Binning-Stufen die physikalische Auflösung immer wieder angepasst werden kann, so dass eine Verschlechterung durch die Verwendung des digitalen Zooms kaum merklich wahrnehmbar ist. In anderen Worten: schon bevor ein Bild durch zu starken digitalen Zoom und entsprechende Interpolation unscharf oder gepixelt aussieht (z.B. bei der Darstellung auf einem Monitor), kann die nächste Binning-Stufe verwendet werden, welche wieder eine höhere physikalische Auflösung bereitstellt. Wie weiter oben bereits erwähnt, kann die digitale Zoomfunktion ebenfalls noch verwendet werden, nachdem die Binning-Stufen komplett aufgelöst wurden, also die physikalische Zoomfunktion erschöpft ist.

**[0075]** Wie schon beschrieben, sind die Auswahl der Binning-Stufen sowie der zu aktivierenden Bereiche (z.B. gemäß einer ROI) relativ frei bestimbar. Dadurch ist es neben einer Stufen-Zoomfunktion möglich, dass die aktiven Bereiche **22, 24** des Matrixchips **20** und die Binning-Stufen, sowie optional die Anwendung eines digitalen Zooms, für die ersten und zweiten Aufnahmen so aufeinander abgestimmt werden, dass eine stufenlose Zoomfunktion bereitgestellt wird. Andererseits ist es bei der Verwendung des Verfahrens mit Stufen-Zoomfunktion möglich, dass die ausgewählten Sichtbereiche und die Binning-Stufen so aneinander angepasst werden, dass für jeden Sichtbereich z.B. die gleiche Auflösung (bezogen auf die Gesamtzahl der (virtuellen) Pixel pro Sichtbereich) gegeben ist. Dadurch bleibt die Größe der pro Aufnahme verschickten Datenpakete jeweils gleich.

Entsprechend können die Binning-Stufen auch so angepasst werden, dass die Auflösung in einem gleich bleibenden Sichtbereich reduziert wird, um zum Beispiel die Bildaufnahmefrequenz (FPS) zu erhöhen. Wenn zum Beispiel eine Auflösung von  $2048 \times 1024$  verwendet wird dann können über ein Single Gigabit Ethernet Interface **56** FPS an die Steuereinheit gesendet werden. Wird stattdessen die Auflösung von  $2048 \times 512$  verwendet (zum Beispiel durch 1x2 Binning oder durch Einschränkung des Sichtbereichs), dann können über das Single Gigabit Ethernet Interface **112** FPS an die Steuereinheit gesendet werden. Die FPS und der Sichtbereich bestimmen dann letztlich wieder die maximal mögliche Bahngeschwindigkeit für eine 100% Inspektion der Materialbahn **10**.

**[0076]** Entsprechend der Anwendung können also die jeweils aktiven Bereiche **22, 24** und dadurch der jeweilige Sichtbereich sowie die zu verwendende Binning-Stufe in Abhängigkeit einer maximalen physikalischen Auflösung des Matrixchips **20**, der Bahngeschwindigkeit sowie der Eigenschaften eines optional für die Aufnahmen verwendeten Objektivs **112** optimal aufeinander abgestimmt werden. Es können natürlich auch die Eigenschaften des optional verwendeten Objektivs in Abhängigkeit der maximalen physikalischen Auflösung des Matrixchips **20** angepasst werden. Der Matrixchip **20** kann zum Beispiel eine Auflösung von mindestens 16 Megapixeln, mindestens 32 Megapixeln, mindestens 50 Megapixeln, mindestens 70 Megapixeln oder mindestens 100 Megapixeln aufweisen. Hierin ist insbesondere aufgrund der schnellen Weiterentwicklung in diesem Bereich keine Grenze nach oben zu sehen.

**[0077]** Wie weiter oben schon erwähnt, können die hierin beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen auch für eine Multiinspektion der Materialbahn **10** verwendet werden. Dabei wird eine zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts zu einem dritten Zeitpunkt unter Verwendung der ersten Binning-Stufe erstellt, wobei für die zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips **20** verwendet wird als für die erste Aufnahme des ersten Abschnitts. Der dritte Zeitpunkt liegt nach dem ersten Zeitpunkt. Insbesondere liegt der dritte Zeitpunkt vor dem zweiten Zeitpunkt oder nach dem zweiten Zeitpunkt, je nach Anwendung. Für die beiden Aufnahmen des ersten Abschnitts werden unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn **10** verwendet, so dass man zwei unterschiedliche Bildsequenzen (mit zwei unterschiedlichen Beleuchtungsarten) der kompletten Materialbahn **10** erstellen kann. Es kann zum Beispiel einmal mit Beleuchtungseinrichtung **120** beleuchtet werden und einmal mit Beleuchtungseinrichtung **130** beleuchtet werden. Außerdem wird dann eine zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts zu einem vierten Zeitpunkt unter Verwendung der zweiten Binning-Stufe erstellt, wobei für die zusätzliche Aufnahme

des zweiten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips **20** verwendet wird als für die erste Aufnahme des zweiten Abschnitts. Der vierte Zeitpunkt liegt nach dem zweiten oder nach dem dritten Zeitpunkt. Für die zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts kann die gleiche Beleuchtungsart wie für die zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts verwendet werden, insbesondere eine andere Beleuchtungsart als für die zweite Aufnahme des zweiten Abschnitts. Dies würde dann in Summe zum Beispiel bedeuten: kontinuierlich jeweils eine Aufnahme mit erster Beleuchtung und kleiner Auflösung, erster Beleuchtung und großer Auflösung, zweiter Beleuchtung und kleiner Auflösung und zweiter Beleuchtung großer Auflösung. Für die Aufnahmen des ersten Abschnitts und des zweiten Abschnitts sowie für die zusätzlichen Aufnahmen des ersten Abschnitts und des zweiten Abschnitts können somit unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn **10** verwendet werden.

**[0078]** Die Multiinspektion ist nicht auf jeweils zwei Aufnahmen pro Abschnitt mit zwei Beleuchtungsarten beschränkt. Neben einer Multiinspektion mit zwei Bildsequenzen kann die Vorrichtung auch für eine Multiinspektion mit drei oder mehr Bildsequenzen verwendet werden. Dafür werden dann weitere Aufnahmen der entsprechenden Abschnitte zu entsprechenden weiteren Zeitpunkten unter Verwendung entsprechender weiterer aktiver Bereiche des Matrixchips **20** erstellt. Für diese weiteren Aufnahmen können weitere Beleuchtungsarten zur Beleuchtung der Materialbahn **10** verwendet werden. Selbstverständlich können neben den gezeigten Beleuchtungseinrichtungen **120**, **130** weitere Beleuchtungseinrichtungen vorgesehen sein. Die Beleuchtungsarten können zum Beispiel ausgewählt werden aus der Gruppe bestehend aus Auflichtbeleuchtungen, Hintergrundbeleuchtungen und Durchlichtbeleuchtungen. Dabei können ein Reihe an Beleuchtungseigenschaften realisiert werden: homogene oder inhomogene Beleuchtung, direkte, diffuse, fokussierte oder kolmierte Beleuchtung, koaxiale, transmissive und/oder polarisierte Beleuchtung, unterschiedliche Beleuchtungswinkel und Hellfeld- oder Dunkelfeldbeleuchtung, Lichtwellenlängen im UV, sichtbaren oder IR Bereich (um z.B. auch Sicherheitsmerkmale inspizieren zu können), einfarbige (monochrom), mehrfarbige (polychrom) oder farblich abstimmbare bzw. steuerbare (RGB-) Beleuchtung, Flächenbeleuchtung oder Zeilenbeleuchtung, konstante oder geblitzte Beleuchtung, bei Auflicht- und Durchlichtbeleuchtung können diese alternierend oder gleichzeitig zum Einsatz kommen. Die Beleuchtungseinrichtungen können als Tunnelbeleuchtungssystem, Tube-Beleuchtungssystem oder Dome-Beleuchtungssystem ausgestaltet sein, sowie modular bzw. an die Materialbahnbreite angepasst sein. Als Leuchtmittel können dabei zum Beispiel Glühlampen, Gasentladungslampen, LED-Beleuchtung, OLED-Beleuchtung oder La-

ser-Beleuchtung zum Einsatz kommen. Die jeweiligen Beleuchtungsarten und Eigenschaften können zum Beispiel für die folgende Multiinspektion eingesetzt werden: Druckbildinspektion mit sichtbarem Auflicht, Etiketteninspektion mit sichtbarem Durchlicht und Inspektion von UV Sicherheitsmerkmalen mit UV Auflicht.

**[0079]** Zusammengefasst bieten das hierin beschriebene Verfahren sowie die Vorrichtung **100** die folgenden Funktionalitäten:

- Bildaufnahme für 100% Inspektion mit erster Beleuchtung
- Bildaufnahme für 100% Inspektion mit zweiter Beleuchtung
- Bildaufnahme Fehler in hoher Auflösung zur visuellen Anzeige (sporadisch) mit erster Beleuchtung
- Bildaufnahme Fehler in hoher Auflösung zur visuellen Anzeige (sporadisch) mit zweiter Beleuchtung
- Bildaufnahme für Bahnbeobachtung mit erster Beleuchtung
- Bildaufnahme für Bahnbeobachtung mit zweiter Beleuchtung

**[0080]** Die Bildaufnahme für die Bahnbeobachtung kann dabei zum Beispiel schon mit der Bildsequenz der 100% Inspektion erfolgen bzw. das Bild der 100% Inspektion kann als Bild für die Bahnbeobachtung ausgegeben werden. Das ausgegebene Bild entspricht dann der Auflösung welche für die Inspektion hergenommen wurde. Wenn eine extra Bildaufnahme der Bahnbeobachtung mit der ersten und/oder zweiten Beleuchtung gemacht wird, können wieder der Sichtbereich und die Bildauflösung entsprechend angepasst werden und somit physikalisch gezoomt werden.

**[0081]** Die Vorrichtung kann auch eine Mehrzahl an Kameras **110** aufweisen, die jeweils einen Matrixchip mit Binning-Funktion und ROI-Funktion haben, wobei jede der Kameras entsprechende Aufnahmen für die vorangehend beschriebenen Verfahren der Bahnbeobachtung und/oder Inspektion erstellt. Die Kameras können über die Materialbahnbreite x verteilt angeordnet sein, so dass die Sichtbereiche der Kameras in Richtung der Materialbahnbreite x aneinander angrenzen oder überlappen. Von den Aufnahmen der Mehrzahl an Kameras **110** kann eine zusammenhängende Aufnahme bestimmt werden. Außerdem können mechanische Versätze der Kameras in Richtung der Materialbahnlänge y zueinander durch eine entsprechende Auswahl aktiver Bereiche der Matrixchips **20** ausgeglichen werden. Somit kann das Kamera-Array einen in Richtung der Materialbahnlänge

y gleich positionierten durchgehenden Materialbahnabschnitt erfassen.

**[0082]** Neben einer oder mehrerer Kameras auf der Vorderseite der Materialbahn **10** können auch mindestens eine Kamera **110** auf der Vorderseite der Materialbahn **10** und mindestens eine Kamera auf einer Rückseite der Materialbahn **10** vorgesehen sein, wobei wieder jede der Kameras entsprechende Aufnahmen für die vorangehend beschriebenen Verfahren der Bahnbeobachtung und/oder Inspektion erstellen kann. Dies ermöglicht die Beobachtung bzw. Inspektion beider Materialbahnseiten.

**[0083]** Je nach verwendeter Brennweite des Objektivs **112** und in Abhängigkeit der verwendeten ROIs auf dem Matrixchips **20** ist es möglich, dass es zu unterschiedlichen geometrischen Verzeichnungen bezüglich der Bildaufnahme und somit zu Ungenauigkeiten kommt. Diese können zum Beispiel über eine Verzeichnungskalibrierung kompensiert werden. Es kann auch eine Verzeichnungskorrektur vorgesehen sein, die dynamisch an eine jeweilige ROI angepasst wird.

**[0084]** Obwohl die vorliegende Erfindung oben beschrieben wurde und in den beigefügten Ansprüchen definiert ist, sollte verstanden werden, dass die Erfindung alternativ auch entsprechend der folgenden Ausführungsformen definiert werden kann:

1. Verfahren zur Beobachtung und/oder Inspektion von Materialbahnen, die sich in Richtung einer Materialbahnänge (y) und/oder einer Materialbahnbreite (x) bewegen, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Erstellen einer ersten Aufnahme eines ersten Abschnitts einer Materialbahn (**10**) zu einem ersten Zeitpunkt mit einer Kamera (**110**), die einen Matrixchip (**20**) mit Binning-Funktion umfasst; und

Erstellen einer zweiten Aufnahme eines zweiten Abschnitts der Materialbahn (**10**) zu einem zweiten Zeitpunkt mit der Kamera (**110**); dadurch gekennzeichnet, dass

für die erste Aufnahme eine erste Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine erste Anzahl an Pixeln des Matrixchips (**20**) unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird und für die zweite Aufnahme eine zweite Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine zweite Anzahl an Pixeln des Matrixchips (**20**) unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird, und dadurch, dass die erste Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden höher oder niedriger ist als

die zweite Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden, wodurch eine physikalische Zoomfunktion für die zweite Aufnahme erzielt wird.

2. Verfahren gemäß Ausführungsform **1**, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt zwei identische oder korrespondierende Materialbahnabschnitte sind oder der zweite Abschnitt ein Teilabschnitt oder ein korrespondierender Teilabschnitt des ersten Abschnitts der Materialbahn (**10**) ist.

3. Verfahren gemäß Ausführungsform **1** oder Ausführungsform **2**, dadurch gekennzeichnet, dass für die erste Aufnahme ein erster aktiver Bereich (**22**) des Matrixchips (**20**) verwendet wird, um einen ersten Sichtbereich abzudecken und für die zweite Aufnahme ein zweiter aktiver Bereich (**24**) des Matrixchips (**20**) verwendet wird, um einen zweiten Sichtbereich abzudecken, insbesondere wobei der erste aktive Bereich (**22**) und entsprechend der erste Sichtbereich gleich groß oder größer ist als der zweite aktive Bereich (**24**) und entsprechend der zweite Sichtbereich.

4. Verfahren gemäß Ausführungsform **3**, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite aktive Bereich (**24**) der gleiche aktive Bereich des Matrixchips (**20**) wie der erste aktive Bereich (**22**) ist oder ein Teil des ersten aktiven Bereichs (**22**) ist und optional, wobei der zweite aktive Bereich (**24**) innerhalb des ersten aktiven Bereichs (**22**) angeordnet ist.

5. Verfahren gemäß irgendeiner der vorangehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren außerdem folgende Schritte umfasst:

Darstellen der ersten Aufnahme für einen Benutzer; und Erstellen der zweiten Aufnahme in Antwort auf eine Benutzereingabe; und Darstellen der zweiten Aufnahme für den Benutzer.

6. Verfahren gemäß Ausführungsform **5**, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Binning-Stufe sowie, optional, der zweite Sichtbereich, in Abhängigkeit von der Benutzereingabe ausgewählt wird.

7. Verfahren gemäß Ausführungsform **3**, dadurch gekennzeichnet, dass der erste aktive Bereich (**22**) und der zweite aktive Bereich (**24**) nicht identisch sind, insbesondere, wobei der erste Bereich und der zweite Bereich sich überlappen oder nicht überlappen.

8. Verfahren gemäß Ausführungsform **7**, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren außerdem die folgenden Schritte umfasst:

Auswerten der ersten Aufnahme und Bestimmen einer Position mindestens eines Fehlers (**26**) auf der Materialbahn (**10**); und

Auswählen der zweiten Binning-Stufe und/oder des zweiten aktiven Bereichs basierend auf der Position des Fehlers (**26**) auf der Materialbahn (**10**).

9. Verfahren gemäß Ausführungsform **8**, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Aufnahme zu dem zweiten Zeitpunkt basierend auf der Position des Fehlers (**26**) erstellt wird.

10. Verfahren gemäß Ausführungsform **9**, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite aktive Bereich (**24**) und/oder der zweite Zeitpunkt der zweiten Aufnahmen außerdem in Abhängigkeit von einer Materialbahngeschwindigkeit, mit der sich die Materialbahn (**10**) bewegt, bestimmt werden.

11. Verfahren gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **8** bis **10**, dadurch gekennzeichnet, dass für den zweiten aktiven Bereich (**24**) eine Lage in Richtung der Materialbahnlänge (y), eine Lage in Richtung der Materialbahnbreite (x) und/oder eine Größe basierend auf der Position des Fehlers (**26**) und der Größe des Fehlers (**26**) bestimmt wird.

12. Verfahren gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **8** bis **11**, dadurch gekennzeichnet, dass die Position einer Mehrzahl an Fehlern (**26a**, **26b**) bestimmt wird und eine entsprechende Mehrzahl an zweiten Aufnahmen erstellt wird.

13. Verfahren gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **3** bis **12**, dadurch gekennzeichnet, dass der Matrixchip (**20**) in erste und zweite Teile (**20a**, **20b**) aufgeteilt ist, wobei der erste Teil (**20a**) mit der ersten Binning-Stufe arbeitet und für die erste Aufnahme verwendet wird und der zweite Teil (**20b**) mit der zweiten Binning-Stufe arbeitet und für die zweite Aufnahme verwendet wird, insbesondere wobei der zweite Teil (**20b**) in Richtung der Materialbahnbewegung hinter dem ersten Teil (**20a**) liegt.

14. Verfahren gemäß Ausführungsform **13**, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teil (**20b**) nur aktiviert wird, wenn in der ersten Aufnahme ein Fehler (**26**, **26a**, **26b**) gefunden wurde.

15. Verfahren gemäß Ausführungsform **13** oder Ausführungsform **14**, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teil (**20a**) größer ist als der zweite Teil (**20b**), insbesondere, wobei der erste Teil (**20a**) mindestens doppelt so groß, mindestens dreimal so groß, mindestens fünfmal so groß, oder mindestens neunmal so groß wie der zweite Teil (**20b**) ist.

16. Verfahren gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **13** bis **15**, dadurch gekennzeichnet, dass kontinuierlich erste Aufnahmen mit dem ersten Teil (**20a**) und zweite Aufnahmen mit dem zweiten Teil (**20b**) gemacht werden, insbesondere wobei die zweiten Aufnahmen kontinuierlich in einem Ringspeicher gespeichert werden.

17. Verfahren gemäß Ausführungsform **16**, dadurch gekennzeichnet, dass entsprechende zweite Aufnahmen aus dem Ringspeicher ausgelesen und/oder für einen Benutzer bereitgestellt und/oder dargestellt werden, falls in korrespondierenden ersten Aufnahmen mindestens ein Fehler (**26**, **26a**, **26b**) festgestellt wurde.

18. Verfahren gemäß Ausführungsform **16** oder Ausführungsform **17**, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die ersten Aufnahmen als auch die zweiten Aufnahmen 100% der Materialbahn (**10**) abdecken.

19. Verfahren gemäß irgendeiner der vorangehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Verwendung von Binning-Stufen der Binning-Funktion die Pixel entlang einer ersten Richtung, insbesondere entlang der Richtung der Materialbahnlänge (y), entlang einer zweiten Richtung, insbesondere entlang der Richtung der Materialbahnbreite (x) oder kombiniert entlang der ersten Richtung und der zweiten Richtung zusammengefasst werden.

20. Verfahren gemäß Ausführungsform **19**, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Verwendung von Binning-Stufen der Binning-Funktion die Pixel des Matrixchips (**20**) zusammengefasst werden, so dass virtuelle Pixel mit einer Pixelgröße von  $1 \times 2$ ,  $1 \times 3$ ,  $1 \times 4$ ,  $1 \times 5$ ,  $1 \times 6$ ,  $1 \times 7$ ,  $1 \times 8$ ,  $1 \times 9$ ,  $1 \times 10$ ,  $1 \times 11$ ,  $2 \times 1$ ,  $3 \times 1$ ,  $4 \times 1$ ,  $5 \times 1$ ,  $6 \times 1$ ,  $7 \times 1$ ,  $8 \times 1$ ,  $9 \times 1$ ,  $10 \times 1$ ,  $11 \times 1$ ,  $2 \times 2$ ,  $3 \times 2$ ,  $2 \times 3$ ,  $4 \times 2$ ,  $2 \times 4$ ,  $5 \times 2$ ,  $2 \times 5$ ,  $6 \times 2$ ,  $2 \times 6$ ,  $7 \times 2$ ,  $2 \times 7$ ,  $8 \times 2$ ,  $2 \times 8$ ,  $9 \times 2$ ,  $2 \times 9$ ,  $10 \times 2$ ,  $2 \times 10$ ,  $11 \times 2$ ,  $2 \times 11$ ,  $3 \times 3$ ,  $4 \times 3$ ,  $3 \times 4$ ,  $5 \times 3$ ,  $3 \times 5$ ,  $6 \times 3$ ,  $3 \times 6$ ,  $7 \times 3$ ,  $3 \times 7$ ,  $8 \times 3$ ,  $3 \times 8$ ,  $9 \times 3$ ,  $3 \times 9$ ,  $10 \times 3$ ,  $3 \times 10$ ,  $11 \times 3$ ,  $3 \times 11$ ,  $4 \times 4$ ,  $5 \times 4$ ,  $4 \times 5$ ,  $6 \times 4$ ,  $4 \times 6$ ,  $7 \times 4$ ,  $4 \times 7$ ,  $8 \times 4$ ,  $4 \times 8$ ,  $9 \times 4$ ,  $4 \times 9$ ,  $10 \times 4$ ,  $4 \times 10$ ,  $11 \times 4$ ,  $4 \times 11$ ,  $5 \times 5$ ,  $6 \times 5$ ,  $5 \times 6$ ,  $7 \times 5$ ,  $5 \times 7$ ,  $8 \times 5$ ,  $5 \times 8$ ,  $9 \times 5$ ,  $5 \times 9$ ,  $10 \times 5$ ,  $5 \times 10$ ,  $11 \times 5$ ,  $5 \times 11$ ,  $6 \times 6$ ,  $7 \times 6$ ,  $6 \times 7$ ,  $8 \times 6$ ,  $6 \times 8$ ,  $9 \times 6$ ,  $6 \times 9$ ,  $10 \times 6$ ,  $6 \times 10$ ,  $11 \times 6$ ,  $6 \times 11$ ,  $7 \times 7$ ,  $8 \times 7$ ,  $7 \times 8$ ,  $9 \times 7$ ,  $79$ ,  $10 \times 7$ ,  $7 \times 10$ ,  $11 \times 7$ ,  $7 \times 11$ ,  $8 \times 8$ ,  $9 \times 8$ ,  $8 \times 9$ ,  $10 \times 8$ ,  $8 \times 10$ ,  $11 \times 8$ ,  $8 \times 11$ ,  $9 \times 9$ ,  $10 \times 9$ ,  $9 \times 10$ ,  $11 \times 9$ ,  $9 \times 11$ ,  $10 \times 10$ ,  $11 \times 10$ ,  $10 \times 11$  oder  $11 \times 11$  Pixel entstehen.

21. Verfahren gemäß irgendeiner der vorangehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass außerdem ein digitaler Zoom verwendet wird, insbesondere durch Interpolation mehrerer benachbarter physikalischer Pixel bzw. virtueller Pixel, die bei der Verwendung der Binning-Funktion entstanden sind, um Über-

gangsbereiche bei der Auflösung zwischen entsprechenden Binning-Stufen abzudecken.

22. Verfahren gemäß irgendeiner der vorangehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass aktive Bereiche des Matrixchips (20) und die Binning-Stufen, sowie optional die Anwendung eines digitalen Zooms, für die ersten und zweiten Aufnahmen so aufeinander abgestimmt werden, dass eine stufenlose Zoomfunktion bereitgestellt wird.

23. Verfahren gemäß irgendeiner der vorangehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren außerdem folgenden Schritt umfasst:

in Abhängigkeit einer maximalen physikalischen Auflösung des Matrixchips (20), Bestimmen eines optimalen Verhältnisses aus jeweils aktivem Bereich des Matrixchips (20) und verwendeter Binning-Stufe,

sowie insbesondere, Bestimmen der optimalen Eigenschaften für ein optional für die Aufnahmen verwendetes Objektiv (112).

24. Verfahren gemäß irgendeiner der vorangehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialbahn (10) sich wiederholende Rapporte aufweist, und dadurch, dass pro Rapport ein entsprechendes Trigger-Signal bereitgestellt wird, wobei der erste Zeitpunkt der ersten Aufnahme von einem ersten Trigger-Signal bestimmt wird und der zweite Zeitpunkt der zweiten Aufnahme von einem zweiten Trigger-Signal bestimmt wird, so dass die ersten und zweiten Abschnitte korrespondierende Abschnitte auf der Materialbahn (10) darstellen.

25. Verfahren gemäß irgendeiner der vorangehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass der Matrixchip (20) eine Auflösung von mindestens 16 Megapixeln, mindestens 32 Megapixeln, mindestens 50 Megapixeln, mindestens 70 Megapixeln oder mindestens 100 Megapixeln aufweist.

26. Verfahren gemäß irgendeiner der vorangehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren außerdem folgenden Schritt umfasst:

Erstellen einer zusätzlichen Aufnahme des ersten Abschnitts zu einem dritten Zeitpunkt unter Verwendung der ersten Binning-Stufe, wobei für die zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips (20) verwendet wird als für die erste Aufnahme des ersten Abschnitts.

27. Verfahren gemäß Ausführungsform 26, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Zeit-

punkt nach dem ersten Zeitpunkt liegt, insbesondere, wobei der dritte Zeitpunkt vor dem zweiten Zeitpunkt liegt oder nach dem zweiten Zeitpunkt liegt.

28. Verfahren gemäß Ausführungsform 26 oder Ausführungsform 27, dadurch gekennzeichnet, dass für die beiden Aufnahmen des ersten Abschnitts unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn (10) verwendet werden.

29. Verfahren gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren außerdem folgenden Schritt umfasst:

Erstellen einer zusätzlichen Aufnahme des zweiten Abschnitts zu einem vierten Zeitpunkt unter Verwendung der zweiten Binning-Stufe, wobei für die zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips (20) verwendet wird als für die zweite Aufnahme des zweiten Abschnitts, insbesondere, wobei für die beiden Aufnahmen des zweiten Abschnitts unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn (10) verwendet werden.

30. Verfahren gemäß Ausführungsform 29, dadurch gekennzeichnet, dass der vierte Zeitpunkt nach dem zweiten oder nach dem dritten Zeitpunkt liegt.

31. Verfahren gemäß irgendeiner der vorangehenden Ausführungsformen, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl an Kameras (110) verwendet wird, die jeweils einen Matrixchip mit Binning-Funktion aufweisen, wobei jede der Kameras entsprechende Aufnahmen der vorangehenden Ausführungsformen erstellt.

32. Verfahren gemäß Ausführungsform 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Kameras über die Materialbahnbreite (x) verteilt angeordnet sind, so dass die Sichtbereiche der Kameras in Richtung der Materialbahnbreite (x) aneinander angrenzen oder überlappen.

33. Verfahren gemäß Ausführungsform 31 oder Ausführungsform 32, dadurch gekennzeichnet, dass von den Aufnahmen der Mehrzahl an Kameras (110) eine zusammenhängende Aufnahme bestimmt wird.

34. Verfahren gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 31 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass mechanische Versätze der Kameras in Richtung der Materialbahnänge (y) zueinander durch eine entsprechende Auswahl aktiver Bereiche der Matrixchips (20) ausgeglichen werden.

35. Vorrichtung (100) zur Beobachtung und/oder Inspektion von Materialbahnen, die sich in Rich-

tung einer Materialbahnlänge (y) und/oder einer Materialbahnbreite (x) bewegen, umfassend:

eine Kamera (110), die einen hochauflösenden Matrixchip (20) umfasst, wobei der Matrixchip (20) mit einer Binning-Funktion ausgestattet ist; und

eine Steuereinheit;

dadurch gekennzeichnet dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass

eine erste Aufnahme eines ersten Abschnitts der Materialbahn (10) zu einem ersten Zeitpunkt erstellt wird;

eine zweite Aufnahme eines zweiten Abschnitts der Materialbahn (10) zu einem zweiten Zeitpunkt erstellt wird;

wobei für die erste Aufnahme eine erste Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine erste Anzahl an Pixeln des Matrixchips (20) unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird und für die zweite Aufnahme eine zweite Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine zweite Anzahl an Pixeln des Matrixchips (20) unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird, und dadurch, dass die erste Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden höher oder niedriger ist als die zweite Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden, wodurch eine physikalische Zoomfunktion für die zweite Aufnahme erzielt wird.

36. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung außerdem ein Objektiv (112) mit fester Brennweite umfasst.

37. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 35 oder Ausführungsform 36, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt zwei identische oder korrespondierende Materialbahnabschnitte sind oder der zweite Abschnitt ein Teilabschnitt oder ein korrespondierender Teilabschnitt des ersten Abschnitts der Materialbahn (10) ist.

38. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 35 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist für die erste Aufnahme einen ersten aktiven Bereich (22) des Matrixchips (20) zu verwenden, um einen ersten Sichtbereich abzudecken und für die zweite Aufnahme einen zweiten aktiven Bereich (24) des Matrixchips (20) zu verwenden, um einen zweiten Sichtbereich abzudecken, insbesondere wobei der erste aktive Bereich (22) und entsprechend der erste Sichtbereich gleich groß oder größer ist als der zweite aktive Bereich (24) und entsprechend der zweite Sichtbereich.

39. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 38, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite aktive Bereich (24) der gleiche aktive Bereich des Matrixchips (20) wie der erste aktive Bereich (22) ist oder ein Teil des ersten aktiven Bereichs ist und optional, wobei der zweite aktive Bereich (24) innerhalb des ersten aktiven Bereichs (22) liegt.

40. Vorrichtung gemäß irgendeiner der vorangehenden Ausführungsformen 35 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100) außerdem eine Anzeige umfasst und die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass die erste Aufnahme für einen Benutzer auf der Anzeige dargestellt wird, die zweite Aufnahme in Antwort auf eine Benutzereingabe erstellt wird und die zweite Aufnahme für den Benutzer auf der Anzeige dargestellt wird.

41. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist, die zweite Binning-Stufe sowie, optional, den zweiten Sichtbereich, in Abhängigkeit von der Benutzereingabe auszuwählen.

42. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 38, dadurch gekennzeichnet, dass der erste aktive Bereich (22) und der zweite aktive Bereich (24) nicht identisch sind, insbesondere, wobei der erste Bereich (22) und der zweite Bereich (24) sich überlappen oder nicht überlappen.

43. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 42, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist die erste Aufnahme auszuwerten und eine Position mindestens eines Fehlers (26) auf der Materialbahn (10) zu bestimmen; und die zweite Binning-Stufe und/oder den zweiten aktiven Bereich (24) basierend auf der Position des Fehlers (26) auf der Materialbahn (10) zu bestimmen.

44. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 43, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist die zweite Aufnahme zu dem zweiten Zeitpunkt basierend auf der Position des Fehlers (26) zu erstellen.

45. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 44, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist den zweiten aktiven Bereich (24) und/oder den zweiten Zeitpunkt der zweiten Aufnahme außerdem in Abhängigkeit von einer Materialbahngeschwindigkeit, mit der sich die Materialbahn (10) bewegt, zu bestimmen.

46. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 43 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist für den zweiten aktiven Bereich (24) eine Lage in Richtung der Materialbahnlänge (y), eine Lage in Richtung der Materialbahnbreite (x) und/oder eine Größe basierend auf der Position des Fehlers

(26) und der Größe des Fehlers (26) zu bestimmen.

47. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 43 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist die Position einer Mehrzahl an Fehlern (26a, 26b) zu bestimmen und zu veranlassen, dass eine entsprechende Mehrzahl an zweiten Aufnahmen erstellt wird.

48. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 35 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100) außerdem einen Sensor (140) umfasst, der ausgelegt ist, die zurückgelegte Wegstrecke oder die Geschwindigkeit der Materialbahn (10) in Richtung der Materialbahnlänge (y) zu ermitteln und entsprechende Signale bereitzustellen.

49. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 38 bis 48, dadurch gekennzeichnet, dass der Matrixchip (20) in erste und zweite Teile (20a, 20b) aufgeteilt ist, wobei der erste Teil (20a) mit der ersten Binning-Stufe arbeitet und für die erste Aufnahme verwendet wird und der zweite Teil (20b) mit der zweiten Binning-Stufe arbeitet und für die zweite Aufnahme verwendet wird, insbesondere wobei der zweite Teil (20b) in Richtung der Materialbahnbewegung hinter dem ersten Teil (20a) angeordnet ist.

50. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 49, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist den zweiten Teil (20b) nur zu aktivieren, wenn in der ersten Aufnahme ein Fehler (26, 26a, 26b) gefunden wurde.

51. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 49 oder Ausführungsform 50, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teil (20a) größer ist als der zweite Teil (20b), insbesondere, wobei der erste Teil (20a) mindestens doppelt so groß, mindestens dreimal so groß, mindestens fünfmal so groß, oder mindestens neunmal so groß wie der zweite Teil (20b) ist.

52. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 49 bis 51, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass kontinuierlich erste Aufnahmen mit dem ersten Teil (20a) und zweite Aufnahmen mit dem zweiten Teil (20b) gemacht werden, insbesondere wobei die zweiten Aufnahmen kontinuierlich in einem Ringspeicher gespeichert werden.

53. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 52, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass entsprechende zweite Aufnahmen aus dem Ringspeicher ausgelesen und/oder für einen Benutzer bereitgestellt und/oder auf der Anzeige dargestellt werden, falls in korrespondierenden ersten Auf-

nahmen mindestens ein Fehler (26, 26a, 26b) festgestellt wurde.

54. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 52 oder Ausführungsform 53, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung ausgelegt ist, dass sowohl die ersten Aufnahmen als auch die zweiten Aufnahmen 100% der Materialbahn (10) abdecken.

55. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 35 bis 54, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass bei der Verwendung von Binning-Stufen der Binning-Funktion die Pixel entlang einer ersten Richtung, insbesondere entlang der Richtung der Materialbahnlänge (y), entlang einer zweiten Richtung, insbesondere entlang der Richtung der Materialbahnbreite (x) oder kombiniert entlang der ersten Richtung und der zweiten Richtung zusammengefasst werden.

56. Vorrichtung gemäß Ausführungsform 55, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass bei der Verwendung von Binning-Stufen der Binning-Funktion die Pixel des Matrixchips (20) zusammengefasst werden, so dass virtuelle Pixel mit einer Pixelgröße von 1×2, 1×3, 1×4, 1×5, 1×6, 1×7, 1×8, 1×9, 1×10, 1×11, 2×1, 3×1, 4×1, 5×1, 6×1, 7×1, 8×1, 9×1, 10×1, 11×1, 2×2, 3×2, 2×3, 4×2, 2×4, 5×2, 2×5, 6×2, 2×6, 7×2, 2×7, 8×2, 2×8, 9×2, 2×9, 10×2, 2×10, 11×2, 2×11, 3×3, 4×3, 3×4, 5×3, 3×5, 6×3, 3×6, 7×3, 3×7, 8×3, 3×8, 9×3, 3×9, 10×3, 3×10, 11×3, 3×11, 4×4, 5×4, 4×5, 6×4, 4×6, 7×4, 4×7, 8×4, 4×8, 9×4, 4×9, 10×4, 4×10, 11×4, 4×11, 5×5, 6×5, 5×6, 7×5, 5×7, 8×5, 5×8, 9×5, 5×9, 10×5, 5×10, 11×5, 5×11, 6×6, 7×6, 6×7, 8×6, 6×8, 9×6, 6×9, 10×6, 6×10, 11×6, 6×11, 7×7, 8×7, 7×8, 9×7, 7×9, 10×7, 7×10, 11×7, 7×11, 8×8, 9×8, 8×9, 10×8, 8×10, 11×8, 8×11, 9×9, 10×9, 9×10, 11×9, 9×11, 10×10, 11×10, 10×11 oder 11×11 Pixel entstehen.

57. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 35 bis 56, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem ausgelegt ist einen digitalen Zoom zu verwenden, insbesondere durch Interpolation mehrerer benachbarter physikalischer Pixel bzw. virtueller Pixel, die bei der Verwendung der Binning-Funktion entstanden sind, um Übergangsbereiche bei der Auflösung zwischen entsprechenden Binning-Stufen abzudecken.

58. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen 35 bis 57, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist aktive Bereiche des Matrixchips (20) und die Binning-Stufen, sowie optional die Anwendung eines digitalen Zooms, für die ersten und zweiten Auf-

nahmen so aufeinander abzustimmen, dass eine stufenlose Zoomfunktion bereitgestellt wird.

59. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **35** bis **58**, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit außerdem ausgelegt ist zu veranlassen, dass in Abhängigkeit einer maximalen physikalischen Auflösung des Matrixchips (**20**), ein optimales Verhältnis aus jeweils aktivem Bereich des Matrixchips (**20**) und verwendeter Binning-Stufe bestimmt wird.

60. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **35** bis **59**, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialbahn (**10**) sich wiederholende Rapporte aufweist, und dadurch, dass die Steuereinheit ausgelegt ist entsprechende Trigger-Signale zu verarbeiten, die der Vorrichtung pro Rapport bereitgestellt werden, insbesondere wobei die Steuereinheit ausgelegt ist den ersten Zeitpunkt der erstem Aufnahme basierend auf einem ersten Trigger-Signal zu bestimmen und den zweiten Zeitpunkt der zweiten Aufnahme basierend auf einem zweiten Trigger-Signal zu bestimmen, so dass die ersten und zweiten Abschnitte korrespondierende Abschnitte auf der Materialbahn (**10**) darstellen.

61. Vorrichtung gemäß Ausführungsform **60**, dadurch gekennzeichnet, dass die Trigger-Signale von der Steuereinheit bereitgestellt werden, wobei die Steuereinheit Informationen von dem Sensor (**140**) erhält, insbesondere wobei die Steuereinheit als externes Gerät vorgesehen ist oder wobei die Steuereinheit direkt in die Kamera (**110**) integriert ist.

62. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **35** bis **61**, dadurch gekennzeichnet, dass der Matrixchip (**20**) eine Auflösung von mindestens 16 Megapixeln, mindestens 32 Megapixeln, mindestens 50 Megapixeln, mindestens 70 Megapixeln oder mindestens 100 Megapixeln aufweist.

63. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **35** bis **62**, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass eine zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts zu einem dritten Zeitpunkt unter Verwendung der ersten Binning-Stufe erstellt wird, wobei für die zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips (**20**) verwendet wird als für die erste Aufnahme des ersten Abschnitts.

64. Vorrichtung gemäß Ausführungsform **63**, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass der dritte Zeitpunkt nach dem ersten Zeitpunkt liegt, insbesondere, wobei der dritte Zeitpunkt vor dem zweiten Zeitpunkt liegt oder nach dem zweiten Zeitpunkt liegt.

65. Vorrichtung gemäß Ausführungsform **63** oder Ausführungsform **64**, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (**100**) erste und zweite Beleuchtungseinrichtungen (**120**, **130**) aufweist, so dass für die beiden Aufnahmen des ersten Abschnitts unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn (**10**) verwendet werden.

66. Vorrichtung gemäß Ausführungsform **65**, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Beleuchtungseinrichtung (**120**, **130**) bezogen auf die Richtung der Materialbahnbreite (x) traversierend angeordnet sind.

67. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **63** bis **66**, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass eine zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts zu einem vierten Zeitpunkt unter Verwendung der zweiten Binning-Stufe erstellt wird, wobei für die zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips (**20**) verwendet wird als für die zweite Aufnahme des zweiten Abschnitts, insbesondere, wobei für die beiden Aufnahmen des zweiten Abschnitts unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn (**10**) verwendet werden.

68. Vorrichtung gemäß Ausführungsform **67**, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass der vierte Zeitpunkt nach dem zweiten Zeitpunkt oder nach dem dritten Zeitpunkt liegt.

69. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **35** bis **68**, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (**100**) eine Mehrzahl an Kameras aufweist, die jeweils einen Matrixchip mit Binning-Funktion umfassen, wobei die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass jede der Kameras entsprechende Aufnahmen der vorangehenden Ausführungsformen **35** bis **68** erstellt.

70. Vorrichtung gemäß Ausführungsform **69**, dadurch gekennzeichnet, dass die Kameras über die Materialbahnbreite (x) verteilt angeordnet sind, so dass die Sichtbereiche der Kameras in Richtung der Materialbahnbreite (x) aneinander angrenzen oder überlappen.

71. Vorrichtung gemäß Ausführungsform **69** oder Ausführungsform **70**, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist von den Aufnahmen der Mehrzahl an Kameras (**110**) eine zusammenhängende Aufnahme zu bestimmen.

72. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **69** bis **71**, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist mechanische Versätze der Kameras in Richtung

der Materialbahnlänge (y) zueinander durch eine entsprechende Auswahl aktiver Bereiche der Matrixchips (**20**) auszugleichen.

73. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **38** bis **72**, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (**100**) einen Materialbahn-Positionssensor aufweist und, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass basierend auf einem Signal des Materialbahn-Positionssensors die aktiven Bereiche des Matrixsensors (**20**) bestimmt werden, insbesondere eine Größe und/oder eine Position der aktiven Bereiche in Richtung der Materialbahnbreite (x) eingestellt wird.

74. Vorrichtung gemäß irgendeiner der Ausführungsformen **35** bis **73**, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kamera (**110**) auf einer Vorderseite der Materialbahn (**10**) und mindestens eine Kamera auf einer Rückseite der Materialbahn (**10**) vorgesehen ist, wobei die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass jede der Kameras entsprechende Aufnahmen der vorangehenden Ausführungsformen **35** bis **73** erstellt.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102012101310 B3 [0002]

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Beobachtung und/oder Inspektion von Materialbahnen, die sich in Richtung einer Materialbahnlänge (y) und/oder einer Materialbahnbreite (x) bewegen, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Erstellen einer ersten Aufnahme eines ersten Abschnitts einer Materialbahn (10) zu einem ersten Zeitpunkt mit einer Kamera (110), die einen Matrixchip (20) mit Binning-Funktion umfasst; und

Erstellen einer zweiten Aufnahme eines zweiten Abschnitts der Materialbahn (10) zu einem zweiten Zeitpunkt mit der Kamera (110); **dadurch gekennzeichnet**, dass für die erste Aufnahme eine erste Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine erste Anzahl an Pixeln des Matrixchips (20) unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird und für die zweite Aufnahme eine zweite Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine zweite Anzahl an Pixeln des Matrixchips (20) unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird, und dadurch, dass die erste Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden höher oder niedriger ist als die zweite Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden, wodurch eine physikalische Zoomfunktion für die zweite Aufnahme erzielt wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt zwei identische oder korrespondierende Materialbahnabschnitte sind oder der zweite Abschnitt ein Teilabschnitt oder ein korrespondierender Teilabschnitt des ersten Abschnitts der Materialbahn (10) ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die erste Aufnahme ein erster aktiver Bereich (22) des Matrixchips (20) verwendet wird, um einen ersten Sichtbereich abzudecken und für die zweite Aufnahme ein zweiter aktiver Bereich (24) des Matrixchips (20) verwendet wird, um einen zweiten Sichtbereich abzudecken, insbesondere wobei der erste aktive Bereich (22) und entsprechend der erste Sichtbereich gleich groß oder größer ist als der zweite aktive Bereich (24) und entsprechend der zweite Sichtbereich.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite aktive Bereich (24) der gleiche aktive Bereich des Matrixchips (20) wie der erste aktive Bereich (22) ist oder ein Teil des ersten aktiven Bereichs (22) ist und optional, wobei der zweite aktive Bereich (24) innerhalb des ersten aktiven Bereichs (22) angeordnet ist.

5. Verfahren gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren außerdem folgende Schritte umfasst: Darstellen der ersten Aufnahme für einen Benutzer;

Erstellen der zweiten Aufnahme in Antwort auf eine Benutzereingabe, und

Darstellen der zweiten Aufnahme für den Benutzer; insbesondere wobei die zweite Binning-Stufe sowie, optional, der zweite Sichtbereich, in Abhängigkeit von der Benutzereingabe ausgewählt wird.

6. Verfahren gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste aktive Bereich (22) und der zweite aktive Bereich (24) nicht identisch sind, insbesondere, wobei der erste Bereich und der zweite Bereich sich überlappen oder nicht überlappen, und wobei das Verfahren außerdem die folgenden Schritte umfasst:

Auswerten der ersten Aufnahme und Bestimmen einer Position mindestens eines Fehlers (26) auf der Materialbahn (10); und

Auswählen der zweiten Binning-Stufe und/oder des zweiten aktiven Bereichs basierend auf der Position des Fehlers (26) auf der Materialbahn (10).

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Aufnahme zu dem zweiten Zeitpunkt basierend auf der Position des Fehlers (26) erstellt wird.

8. Verfahren gemäß Anspruch 6 oder Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position einer Mehrzahl an Fehlern (26a, 26b) bestimmt wird und eine entsprechende Mehrzahl an zweiten Aufnahmen erstellt wird.

9. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Matrixchip (20) in erste und zweite Teile (20a, 20b) aufgeteilt ist, wobei der erste Teil (20a) mit der ersten Binning-Stufe arbeitet und für die erste Aufnahme verwendet wird und der zweite Teil (20b) mit der zweiten Binning-Stufe arbeitet und für die zweite Aufnahme verwendet wird, insbesondere wobei der zweite Teil (20b) in Richtung der Materialbahnbewegung hinter dem ersten Teil (20a) liegt.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Teil (20b) nur aktiviert wird, wenn in der ersten Aufnahme ein Fehler (26, 26a, 26b) gefunden wurde.

11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass kontinuierlich erste Aufnahmen mit dem ersten Teil (20a) und zweite Aufnahmen mit dem zweiten Teil (20b) gemacht werden, insbesondere wobei die zweiten Aufnahmen kontinuierlich in einem Ringspeicher gespeichert werden, und optional, wobei entsprechende zweite Aufnahmen aus dem Ringspeicher ausgelesen und/oder für einen Benutzer bereitgestellt und/oder dargestellt werden, falls in korrespondierenden ersten Aufnahmen mindestens ein Fehler (26, 26a, 26b) festgestellt wurde.

12. Verfahren gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass außerdem ein digitaler Zoom verwendet wird, insbesondere durch Interpolation mehrerer benachbarter physikalischer Pixel bzw. virtueller Pixel, die bei der Verwendung der Binning-Funktion entstanden sind, um Übergangsbereiche bei der Auflösung zwischen entsprechenden Binning-Stufen abzudecken.

13. Verfahren gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass aktive Bereiche des Matrixchips (20) und die Binning-Stufen, sowie optional die Anwendung eines digitalen Zooms, für die ersten und zweiten Aufnahmen so aufeinander abgestimmt werden, dass eine stufenlose Zoomfunktion bereitgestellt wird.

14. Verfahren gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren außerdem folgenden Schritt umfasst: in Abhängigkeit einer maximalen physikalischen Auflösung des Matrixchips (20), Bestimmen eines optimalen Verhältnisses aus jeweils aktivem Bereich des Matrixchips (20) und verwandter Binning-Stufe, sowie insbesondere, Bestimmen der optimalen Eigenschaften für ein optional für die Aufnahmen verwendetes Objektiv (112).

15. Verfahren gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren außerdem folgenden Schritt umfasst: Erstellen einer zusätzlichen Aufnahme des ersten Abschnitts zu einem dritten Zeitpunkt unter Verwendung der ersten Binning-Stufe, wobei für die zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips (20) verwendet wird als für die erste Aufnahme des ersten Abschnitts.

16. Verfahren gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Zeitpunkt nach dem ersten Zeitpunkt liegt, insbesondere, wobei der dritte Zeitpunkt vor dem zweiten Zeitpunkt liegt oder nach dem zweiten Zeitpunkt liegt.

17. Verfahren gemäß Anspruch 15 oder Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die beiden Aufnahmen des ersten Abschnitts unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn (10) verwendet werden.

18. Verfahren gemäß irgendeinem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren außerdem folgenden Schritt umfasst: Erstellen einer zusätzlichen Aufnahme des zweiten Abschnitts zu einem vierten Zeitpunkt unter Verwendung der zweiten Binning-Stufe, wobei für die zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips (20) verwendet wird als für die zweite Aufnahme des zweiten Abschnitts, insbesondere, wobei für die beiden Aufnahmen des

zweiten Abschnitts unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn (10) verwendet werden.

19. Verfahren gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der vierte Zeitpunkt nach dem zweiten oder nach dem dritten Zeitpunkt liegt.

20. Verfahren gemäß irgendeinem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Mehrzahl an Kameras (110) verwendet wird, die jeweils einen Matrixchip mit Binning-Funktion aufweisen, wobei jede der Kameras entsprechende Aufnahmen der vorangehenden Ansprüche erstellt.

21. Vorrichtung (100) zur Beobachtung und/oder Inspektion von Materialbahnen, die sich in Richtung einer Materialbahnlänge (y) und/oder einer Materialbahnbreite (x) bewegen, umfassend:  
eine Kamera (110), die einen hochauflösenden Matrixchip (20) umfasst, wobei der Matrixchip (20) mit einer Binning-Funktion ausgestattet ist; und  
eine Steuereinheit; **dadurch gekennzeichnet** dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass eine erste Aufnahme eines ersten Abschnitts der Materialbahn (10) zu einem ersten Zeitpunkt erstellt wird; eine zweite Aufnahme eines zweiten Abschnitts der Materialbahn (10) zu einem zweiten Zeitpunkt erstellt wird;  
wobei für die erste Aufnahme eine erste Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine erste Anzahl an Pixeln des Matrixchips (20) unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird und für die zweite Aufnahme eine zweite Binning-Stufe verwendet wird, bei der jeweils eine zweite Anzahl an Pixeln des Matrixchips (20) unter Verwendung der Binning-Funktion zusammengefasst wird, und dadurch, dass die erste Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden höher oder niedriger ist als die zweite Anzahl an Pixeln die jeweils zusammengefasst werden, wodurch eine physikalische Zoomfunktion für die zweite Aufnahme erzielt wird.

22. Vorrichtung gemäß Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt zwei identische oder korrespondierende Materialbahnabschnitte sind oder der zweite Abschnitt ein Teilabschnitt oder ein korrespondierender Teilabschnitt des ersten Abschnitts der Materialbahn (10) ist.

23. Vorrichtung gemäß Anspruch 21 oder Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit ausgelegt ist für die erste Aufnahme einen ersten aktiven Bereich (22) des Matrixchips (20) zu verwenden, um einen ersten Sichtbereich abzudecken und für die zweite Aufnahme einen zweiten aktiven Bereich (24) des Matrixchips (20) zu verwenden, um einen zweiten Sichtbereich abzudecken, insbesondere wobei der erste aktive Bereich (22) und

entsprechend der erste Sichtbereich gleich groß oder größer ist als der zweite aktive Bereich (24) und entsprechend der zweite Sichtbereich.

24. Vorrichtung gemäß Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste aktive Bereich (22) und der zweite aktive Bereich (24) nicht identisch sind, insbesondere, wobei der erste Bereich (22) und der zweite Bereich (24) sich überlappen oder nicht überlappen, und wobei die Steuereinheit ausgelegt ist die erste Aufnahme auszuwerten und eine Position mindestens eines Fehlers (26) auf der Materialbahn (10) zu bestimmen; und die zweite Binning-Stufe und/oder den zweiten aktiven Bereich (24) basierend auf der Position des Fehlers (26) auf der Materialbahn (10) zu bestimmen.

25. Vorrichtung gemäß Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit ausgelegt ist die zweite Aufnahme zu dem zweiten Zeitpunkt basierend auf der Position des Fehlers (26) zu erstellen.

26. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 21 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (100) außerdem einen Sensor (140) umfasst, der ausgelegt ist, die zurückgelegte Wegstrecke oder die Geschwindigkeit der Materialbahn (10) in Richtung der Materialbahnlänge (y) zu ermitteln und entsprechende Signale bereitzustellen.

27. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 21 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Matrixchip (20) in erste und zweite Teile (20a, 20b) aufgeteilt ist, wobei der erste Teil (20a) mit der ersten Binning-Stufe arbeitet und für die erste Aufnahme verwendet wird und der zweite Teil (20b) mit der zweiten Binning-Stufe arbeitet und für die zweite Aufnahme verwendet wird, insbesondere wobei der zweite Teil (20b) in Richtung der Materialbahnbewegung hinter dem ersten Teil (20a) angeordnet ist.

28. Vorrichtung gemäß Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass kontinuierlich erste Aufnahmen mit dem ersten Teil (20a) und zweite Aufnahmen mit dem zweiten Teil (20b) gemacht werden, insbesondere wobei die zweiten Aufnahmen kontinuierlich in einem Ringspeicher gespeichert werden, und optional, wobei die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass entsprechende zweite Aufnahmen aus dem Ringspeicher ausgelesen und/oder für einen Benutzer bereitgestellt und/oder auf der Anzeige dargestellt werden, falls in korrespondierenden ersten Aufnahmen mindestens ein Fehler (26, 26a, 26b) festgestellt wurde.

29. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 21 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit außerdem ausgelegt ist zu veranlassen, dass in Abhängigkeit einer maximalen physika-

lischen Auflösung des Matrixchips (20), ein optimales Verhältnis aus jeweils aktivem Bereich des Matrixchips (20) und verwendeter Binning-Stufe bestimmt wird.

30. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 21 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Materialbahn (10) sich wiederholende Rapporte aufweist, und dadurch, dass die Steuereinheit ausgelegt ist entsprechende Trigger-Signale zu verarbeiten, die der Vorrichtung pro Rapport bereitgestellt werden, insbesondere wobei die Steuereinheit ausgelegt ist den ersten Zeitpunkt basierend auf einem ersten Trigger-Signal zu bestimmen und den zweiten Zeitpunkt basierend auf einem zweiten Trigger-Signal zu bestimmen, so dass die ersten und zweiten Abschnitte korrespondierende Abschnitte auf der Materialbahn (10) darstellen.

31. Vorrichtung gemäß Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Trigger-Signale von der Steuereinheit bereitgestellt werden, wobei die Steuereinheit Informationen von dem Sensor (140) erhält, insbesondere wobei die Steuereinheit als externes Gerät vorgesehen ist oder wobei die Steuereinheit direkt in die Kamera (110) integriert ist.

32. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 21 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass eine zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts zu einem dritten Zeitpunkt unter Verwendung der ersten Binning-Stufe erstellt wird, wobei für die zusätzliche Aufnahme des ersten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips (20) verwendet wird als für die erste Aufnahme des ersten Abschnitts.

33. Vorrichtung gemäß Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass der dritte Zeitpunkt nach dem ersten Zeitpunkt liegt, insbesondere, wobei der dritte Zeitpunkt vor dem zweiten Zeitpunkt liegt oder nach dem zweiten Zeitpunkt liegt.

34. Vorrichtung gemäß Anspruch 32 oder Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (100) erste und zweite Beleuchtungseinrichtungen (120, 130) aufweist, so dass für die beiden Aufnahmen des ersten Abschnitts unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn (10) verwendet werden.

35. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 32 bis 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass eine zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts zu einem vierten Zeitpunkt unter Verwendung der zweiten Binning-Stufe erstellt wird, wobei für die zusätzliche Aufnahme des zweiten Abschnitts ein anderer aktiver Bereich des Matrixchips (20) verwendet wird

als für die zweite Aufnahme des zweiten Abschnitts, insbesondere, wobei für die beiden Aufnahmen des zweiten Abschnitts unterschiedliche Beleuchtungsarten zum Beleuchten der Materialbahn (10) verwendet werden.

36. Vorrichtung gemäß Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass der vierte Zeitpunkt nach dem zweiten Zeitpunkt oder nach dem dritten Zeitpunkt liegt.

37. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 21 bis 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (100) eine Mehrzahl an Kameras aufweist, die jeweils einen Matrixchip mit Binning-Funktion umfassen, wobei die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass jede der Kameras entsprechende Aufnahmen der vorangehenden Ansprüche 21 bis 36 erstellt.

38. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 21 bis 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Kamera (110) auf einer Vorderseite der Materialbahn (10) und mindestens eine Kamera auf einer Rückseite der Materialbahn (10) vorgesehen ist, wobei die Steuereinheit ausgelegt ist zu veranlassen, dass jede der Kameras entsprechende Aufnahmen der vorangehenden Ansprüche 21 bis 37 erstellt.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

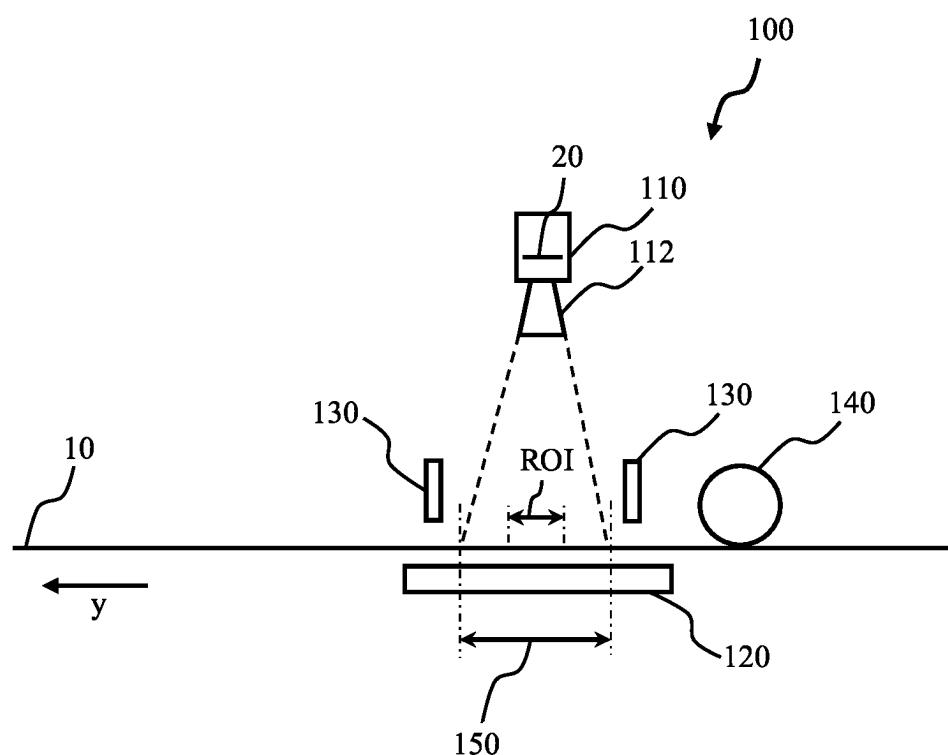


Fig. 1

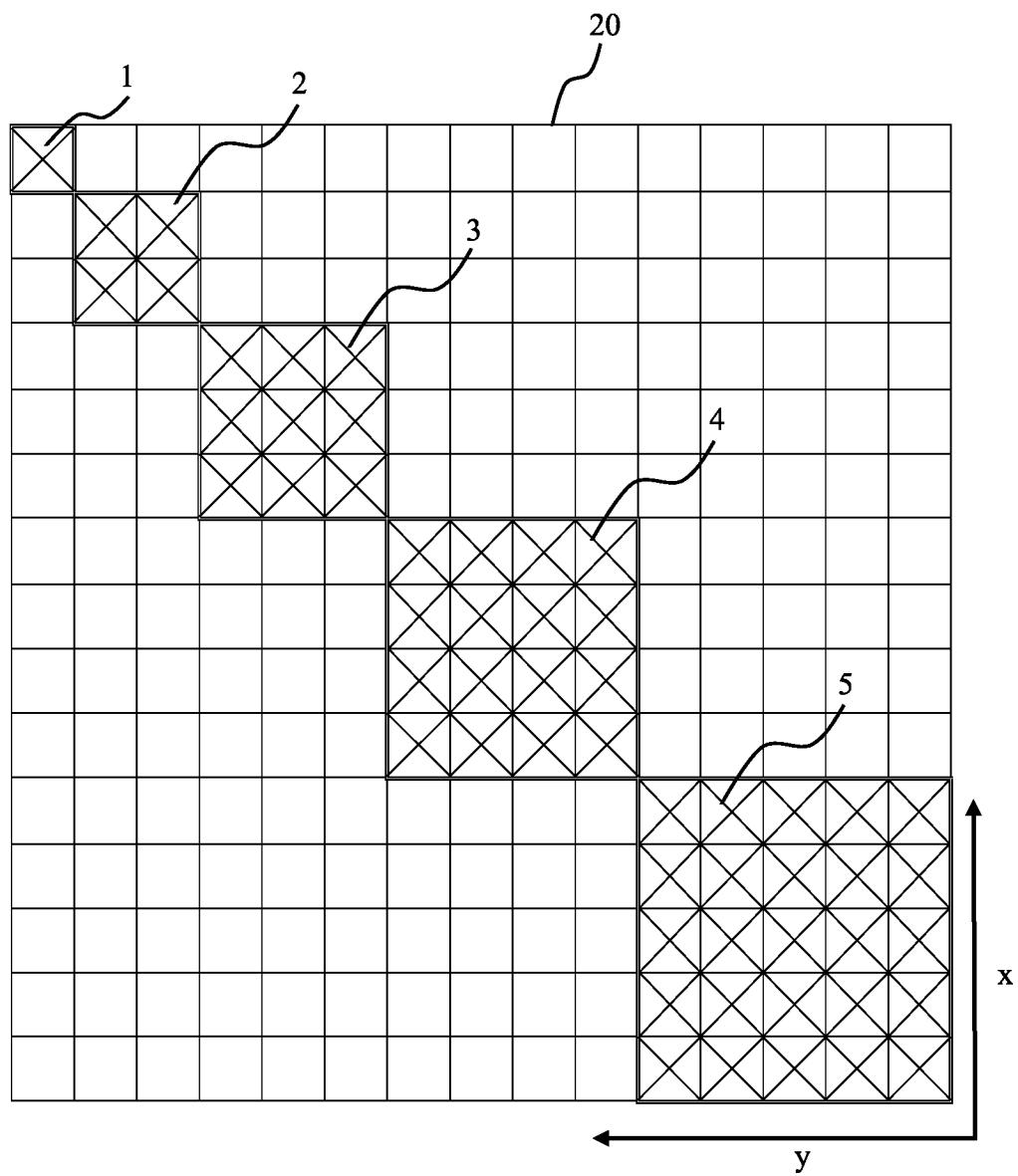


Fig. 2

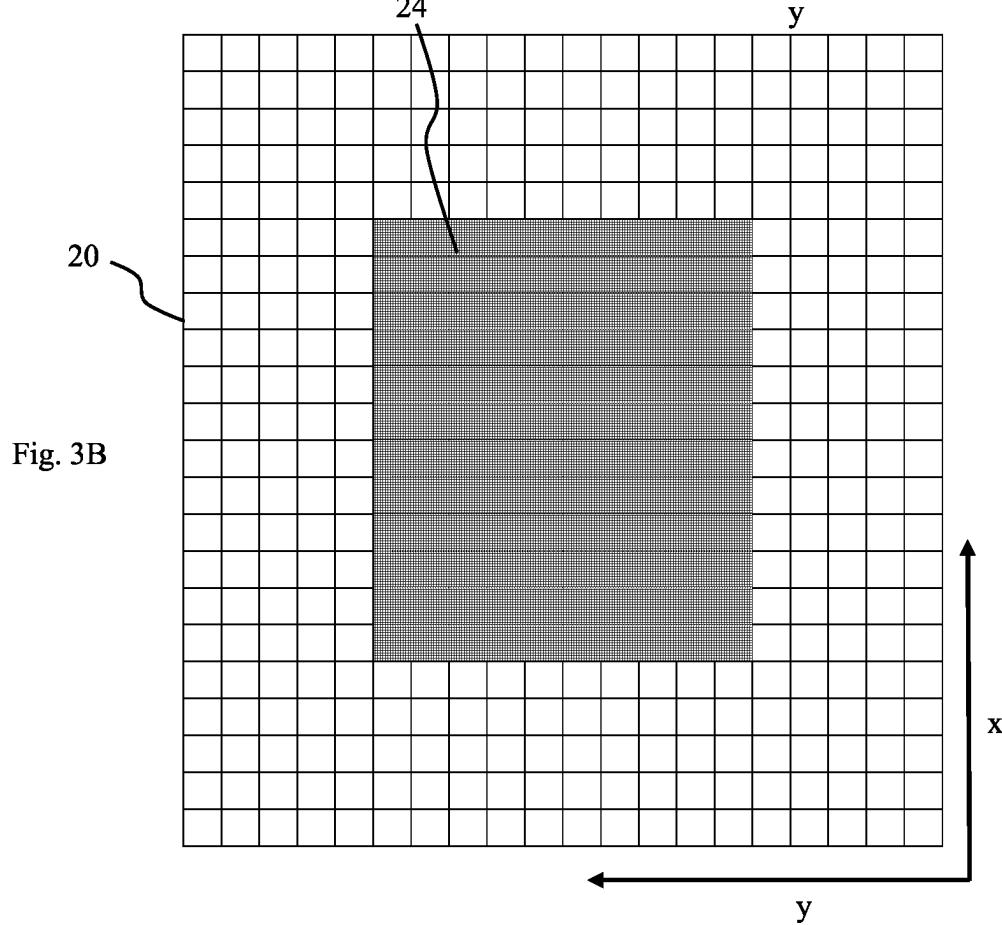
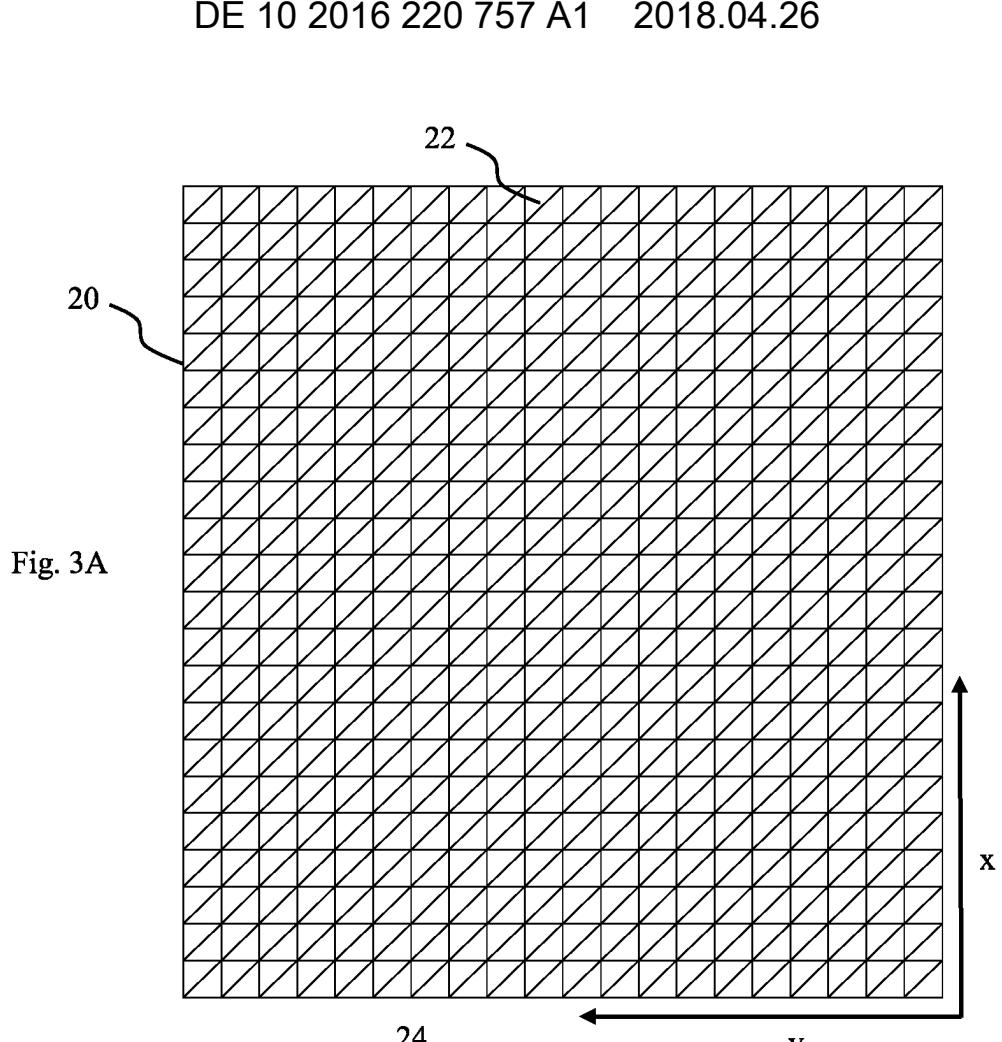


Fig. 4A

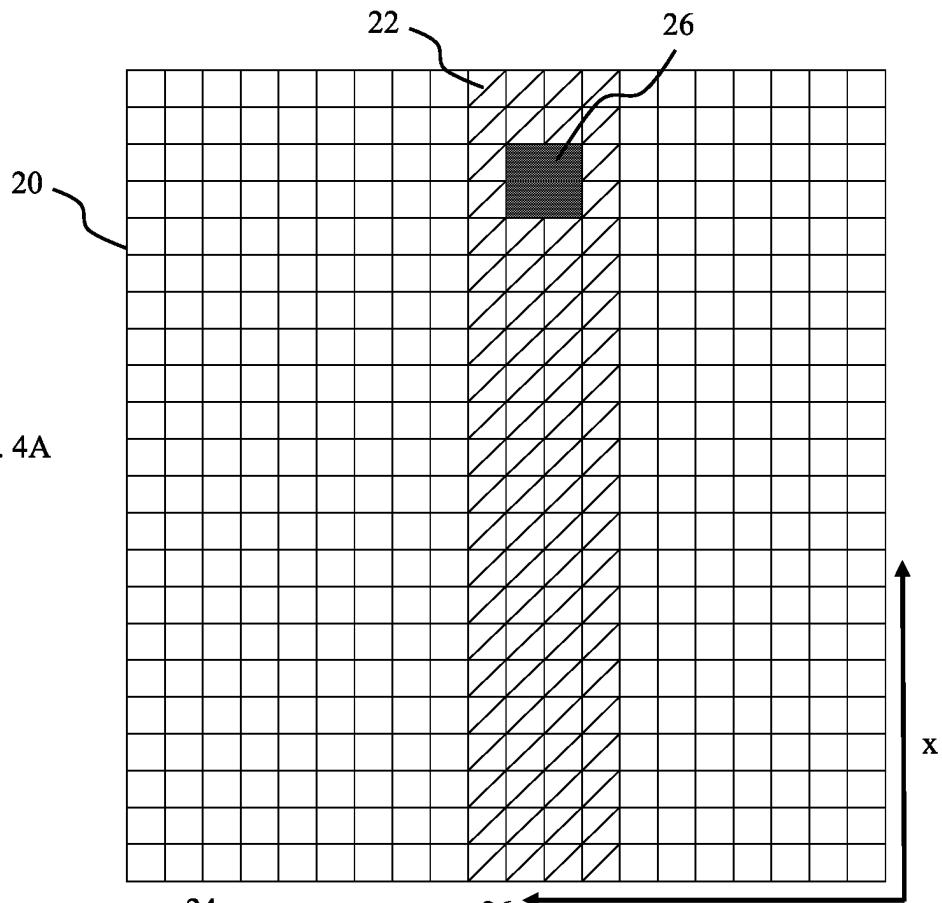


Fig. 4B

