

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuermodul, eine Kamera, ein Produktionssystem sowie ein Verfahren zum Erfassen von Bildern mittels einer solchen Kamera.

[0002] In Produktionssystemen werden oftmals auf einem Förderband transportierte Produkte bzw. mit einer Fördereinrichtung beförderte, bandförmige Produkte mittels einer Kamera überwacht. Die Produktionssysteme weisen hierzu einen Triggersignalgenerator auf, der nach dem Zurücklegen eines vorbestimmten Weges einen Triggerpuls erzeugt. Dieser Triggerpuls wird an eine Kamera und eine Beleuchtungsvorrichtung weitergeleitet, wobei die Beleuchtungsvorrichtung nach dem Empfang eines solchen Triggerpulses einen Lichtblitz erzeugt und die Kamera nach dem Empfang eines solchen Triggerpulses das vom zu untersuchenden Objekt reflektierte Licht empfängt und in Bilddaten umwandelt. Solche blitzlichtbetriebenen optischen Überwachungsvorrichtungen haben sich zum Überwachen von sich bewegenden Objekten sehr bewährt, da durch die Blitzlichtbeleuchtung die Bewegung eingefroren wird und ein scharfes Bild des zu untersuchenden Objektes erfasst werden kann.

[0003] Aus der Werbebroschüre Gardasoft, Industrial LED Technology, LED Light Controllers, Technology overview, Stemmer Imaging, B-GARD06/2013 ist eine Treibereinheit für eine Beleuchtungsvorrichtung, welche Leuchtdioden als Leuchtmittel aufweist, bekannt, mit welcher nach Empfang eines Triggerpulses mehrere unterschiedliche Lichtsignale erzeugt werden. Diese unterschiedlichen Signale können von einer oder mehreren Lichtquellen ausgegeben werden. Mit dieser Treibereinheit kann auch ein Triggersignal für eine Kamera erzeugt werden. Die Treibereinheit ist auch zum Empfang eines Triggersignals einer Fördereinrichtung ausgebildet. Grundsätzlich sollen mit dieser Treibereinheit kurze Lichtpulse mit einer minimalen Beleuchtungsdauer von 1µs möglich sein. Diese Treibereinheit erzeugt ein internes Triggersignal, das eine Abfolge von gleichmäßig beabstandeten Triggerpulsen aufweist, wobei bei einem jeden internen Triggerpuls ein vorbestimmter Beleuchtungsvorgang ausgeführt wird.

[0004] Bei schnell laufenden Produktionssystemen treten unterschiedliche Probleme bei der Verwendung einer solchen Treibereinheit zur Ansteuerung einer Beleuchtungsvorrichtung auf.

[0005] Einerseits hat sich gezeigt, dass bei kurzen Lichtpulsen, die mit der Kamera empfangene Helligkeit oftmals stark variiert. Dies macht eine zuverlässige Auswertung der erfassten Bilder schwierig.

[0006] Andererseits müssen insbesondere bei Verwendung unterschiedlicher Beleuchtungszeiten und/oder Belichtungszeiten bei den einzelnen Beleuchtungsvorgängen unterschiedlich große Pausen zwischen den einzelnen Beleuchtungsvorgängen gemacht werden, da der Abstand der internen Triggerpulse so einzustellen ist, dass zwischen zwei aufeinanderfolgenden Triggerpulsen ausreichend Zeit zur Ausführung des längsten Belichtungsvorgangs ist. Hierdurch ist es nicht immer möglich, alle gewünschten Beleuchtungsvorgänge innerhalb zweier aufeinanderfolgender externer Triggerpulse auszuführen.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuermodul für eine Kamera, eine Kamera, ein Produktionssystem sowie ein Verfahren zum Erfassen von Bildern mittels einer solchen Kamera zu schaffen, mit welchem einige oder alle der oben erläuterten Probleme überwunden werden.

[0008] Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, ein Steuermodul für eine Kamera, eine Kamera, ein Produktionssystem und ein Verfahren zum Erfassen von Bildern mittels einer Kamera zu schaffen, mit welchem auch bei kurzen Pulsen Bilder mit einer gewünschten, vorbestimmten Helligkeit erfasst werden können.

[0009] Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Steuermodul, eine Kamera, ein Produktionssystem oder ein Verfahren zum Erfassen von Bildern mittels einer solchen Kamera zu schaffen, mit welchem es möglich ist, eine Belichtungssequenz von unterschiedlichen, vorbestimmten Belichtungsvorgängen sehr schnell auszuführen.

[0010] Eine oder mehrere der oben genannten Aufgaben werden durch die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Gegenstände gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0011] Die Erfindung betrifft ein Steuermodul für eine Kamera und zumindest eine mit einem Schaltregler angesteuerte Beleuchtungsvorrichtung. Das Steuermodul ist zum Steuern der Belichtungszeiten und zum Auslesen von Bildpunkten eines digitalen optischen Sensors der Kamera und zum Steuern zumindest der Beleuchtungszeit der zumindest einen Beleuchtungsvorrichtung ausgebildet, wobei das Steuermodul zum wiederholten Ausführen einer Belichtungssequenz mit vorbestimmten unterschiedlichen Belichtungsvorgängen ausgebildet ist. Das Steuermodul weist einen Steuertaktgeber zur Erzeugung eines Steuertaktsignals auf. Die Beleuchtungszeit ist synchron zum Steuertaktsignal und das Steuermodul weist eine Schnittstelle auf, an welcher das Steuertaktsignal zur Weiterleitung an den Schaltregler der Beleuchtungsvorrichtung bereitgestellt wird.

[0012] Mit diesem Steuermodul wird somit die Beleuchtungszeit synchron zum Steuertaktsignal gesteuert und das Steuertaktsignal für den Schaltregler der Beleuchtungsvorrichtung bereitgestellt. Hierdurch kann der Schaltregler mit dem Steuertaktsignal betrieben werden, wodurch ein vom Schaltregler ausgegebener Steuerstrom auch synchron zum Steuertaktsignal ist. Hierdurch können keine Schwebungen zwischen einem Steuersignal, das die Beleuchtungszeit ansteuert, und einem vom Schaltregler erzeugten Steuerstrom auftreten, die zu nicht beabsichtigten Helligkeitsschwankungen führen würden.

[0013] Viele Beleuchtungsvorrichtungen, insbesondere Beleuchtungsvorrichtungen, welche als Leuchtmittel Leuchtdioden aufweisen, werden stromgesteuert betrieben. Aufgrund des durch die Verwendung von Leuchtdioden als Leuchtmittel sehr variablen Endwiderstands ist ein spannungsgesteuerter Betrieb nachteilig, da sich hierdurch der zugeführte Strom erheblich und vor allem unkontrolliert ändern kann. Eine Ansteuerung mittels Schaltregler erlaubt zwar die Steuerung des Stroms, unterliegt jedoch bei kurzen Beleuchtungszeiten der Gefahr von Schwebungen, wie es eingangs erläutert ist. Da das Steuermodul das Steuertaktsignal für den Schaltregler zur Verfügung stellt, kann der Schaltregler einen Steuerstrom synchron zur vorgegebenen Beleuchtungszeit und ohne die Gefahr von Schwebungen erzeugen. Dies wird unten noch näher erläutert.

[0014] Vorzugsweise umfasst ein jeder Belichtungsvorgang die Steuerung der zumindest einen Beleuchtungsvorrichtung für eine bestimmte Beleuchtungszeit und die Steuerung der Belichtung des optischen Sensors für eine bestimmte Belichtungszeit.

[0015] Das erfindungsgemäße Steuermodul steuert somit sowohl die Beleuchtungszeit der Beleuchtungsvorrichtung als auch die Belichtungszeit des optischen Sensors für alle Belichtungsvorgänge der Belichtungssequenz.

[0016] Das Steuermodul kann derart ausgebildet sein, dass auch die Belichtungszeit synchron zum Steuertaktsignal ist.

[0017] Ein Signal ist dann synchron zum Steuertaktsignal, wenn ein entsprechender Puls des jeweiligen Signals jeweils gleichzeitig mit einer Flanke des Steuertaktsignals beginnt bzw. beendet wird. Hierdurch sind die Pulse der Signale entsprechend den Pulsen des Steuertaktsignals gerastert bzw. quantisiert.

[0018] Bei einem Belichtungsvorgang werden vorzugsweise sowohl der Beginn und das Ende der Belichtung als auch der Beginn und das Ende der Beleuchtung mit einem entsprechenden Steuerpulse aufweisenden Steuersignal angesteuert, das wiederum zum Steuertaktsignal synchron ist. Vorzugswei-

se wird dasselbe Steuersignal sowohl zum Ansteuern der Belichtung als auch der Beleuchtung verwendet.

[0019] Bei herkömmlichen Steuermodulen zur Ausführung einer Belichtungssequenz von mehreren Belichtungsvorgängen werden zwar der Beginn und das Ende der Belichtungszeiten und der Beleuchtungszeiten vom Steuermodul vorgegeben, jedoch werden die Belichtungszeiten und die Beleuchtungszeiten nicht selbst vom Steuermodul, sondern von der jeweiligen Kamera bzw. der jeweiligen Beleuchtungsvorrichtung mit einem Schaltregler geschaltet. Da erfindungsgemäß das Steuermodul die Beleuchtungszeiten und Belichtungszeiten unmittelbar steuert, besteht nicht die Gefahr von Schwebungen. Diese unmittelbare Steuerung der Belichtungszeiten und Beleuchtungszeiten erfolgt durch Vorgabe des Steuertaktsignals, das sowohl zum Steuern der Belichtungszeit als auch der Beleuchtungszeit verwendet werden kann, sodass die Belichtungszeiten und die Beleuchtungszeiten exakt synchron zueinander gesteuert werden. Exakt synchron heißt nicht notwendigerweise, dass die Belichtungszeiten und die Beleuchtungszeiten jeweils zum exakt gleichen Zeitpunkt beginnen und enden, sondern dass der Beginn und das Ende der Belichtungszeiten und Beleuchtungszeiten immer in vorbestimmter Weise zeitlich gleich voneinander beabstandet sind, sodass keine Schwebungen auftreten können. Der zeitliche Abstand zwischen dem Beginn der Belichtungszeit und der Beleuchtungszeit und dem Ende der Belichtungszeit und der Beleuchtungszeit kann „0“ sein, muss jedoch nicht gleich „0“ sein.

[0020] Hiermit ist es möglich, komplexe Belichtungssequenzen mit unterschiedlichen Belichtungsvorgängen durchzuführen, wobei die Dauer der Beleuchtung und die Intervalle der Belichtung immer synchron sind und die mit dem optischen Sensor detektierten Helligkeiten im Wesentlichen nur durch abzutastende Objekte und nicht durch Schwebungen aufgrund der Steuerung beeinflusst werden.

[0021] Mit dem erfindungsgemäßen Steuermodul können auch zuverlässig Belichtungszeiten und Beleuchtungszeiten gesteuert werden, deren Dauer nur einige wenige Steuertakte beträgt.

[0022] Da mit dem Steuermodul die Beleuchtungszeiten sehr exakt eingestellt werden können, ist es möglich, den Steuerstrom, der den Beleuchtungsvorrichtungen zugeführt wird, konstant auf einem bestimmten Wert zu halten, wodurch die Beleuchtungsvorrichtung bei einem optimalen Arbeitspunkt betrieben werden kann. Dies ist besonders von Vorteil, wenn die Beleuchtungsvorrichtung Leuchtdioden als Leuchtmittel aufweist.

[0023] Vorzugsweise weist das Steuertaktsignal eine Frequenz von zumindest 100 kHz und insbesondere von zumindest 500 kHz auf.

[0024] Das Steuermodul kann eine Triggerschnittstelle für ein externes Triggersignal aufweisen, wobei nach dem Empfang eines externen Triggerpulses jeweils eine Belichtungssequenz ausgeführt wird. Ein externer Triggerpuls löst somit eine vollständige Belichtungssequenz aus, die mehrere Belichtungs Vorgänge umfasst. Durch das Synchronisieren der Beleuchtungszeit mit dem Steuertaktsignal ist sichergestellt, dass keine Schwebungen auftreten. Dies geht auch für externe Triggerpulse, die mit variablem Abstand dem Steuermodul zugeführt werden, wie dies der Fall ist, wenn eines oder mehrere abzutastende Objekte mit unterschiedlicher Geschwindigkeit entlang der Beleuchtungsvorrichtung bewegt werden.

[0025] Das Steuermodul weist vorzugsweise einen Triggergenerator zum Erzeugen eines internen Triggersignals auf. Das interne Triggersignal umfasst Sequenzen von mehreren internen Triggerpulsen. Ein jeder interne Triggerpuls löst einen der Belichtungs Vorgänge der Belichtungssequenz aus. Der Triggergenerator ist derart ausgebildet, dass die internen Triggerpulse mit unterschiedlichem Abstand erzeugbar sind.

[0026] Würde man bei herkömmlichen Steuermodulen, deren Beleuchtungszeiten nicht mit dem Steuersignal synchronisiert sind, Triggerpulse mit unterschiedlichem Abstand erzeugen, dann würde dies zu zusätzlichen Schwebungen, insbesondere bei Verwendung von Zeilenkameras führen. Da die Beleuchtungszeiten mit dem Steuertaktsignal synchronisiert sind, mit dem der Schaltregler zum Ansteuern der Beleuchtungsvorrichtung betrieben wird, ist es möglich, die Triggerpulse derart zeitlich anzuordnen, dass die einzelnen Beleuchtungsvorgänge mit minimalem zeitlichem Abstand aufeinander ausgeführt werden. Dies erlaubt eine schnelle Wiederholung von Belichtungssequenzen mit mehreren unterschiedlichen Belichtungs Vorgängen und/oder eine entsprechend hohe Anzahl von Belichtungs Vorgängen innerhalb einer Belichtungssequenz. Herkömmliche Systeme sind einerseits in der Wiederholungsrate der Belichtungssequenzen und andererseits in der Anzahl der Belichtungs Vorgänge innerhalb einer Belichtungssequenz beschränkt. Bei herkömmlichen Steuermodulen zum Ansteuern einer Belichtungssequenz sind die einzelnen Triggerpulse gleich beabstandet. Der Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Triggerpulsen entspricht zumindest dem am längsten dauernden Belichtungs Vorgang. Hierdurch dauert die gesamte Belichtungssequenz lange, was es schwierig macht, ein Objekt mit eng aufeinanderfolgenden Zeilen abzutasten und gleichzeitig das Objekt mit hoher Geschwindigkeit entlang der Beleuchtungsvorrichtung zu bewegen.

[0027] Vorzugsweise ist das Steuermodul Bestandteil der Kamera und weist die Schnittstelle zur Übermittlung des Steuertaktsignals an die Beleuchtungsvorrichtung auf. Grundsätzlich wäre es auch möglich, dass das Steuertaktsignal entweder in der Kamera oder in der Beleuchtungsvorrichtung erzeugt wird an die entsprechend andere Vorrichtung übermittelt wird, um die Beleuchtungszeit bzw. das entsprechende Steuersignal mit dem Steuersignal zu synchronisieren.

[0028] Vorzugsweise sind auch die Belichtungszeiten mit dem Steuertaktsignal synchronisiert. Das Steuertaktsignal wird hierzu von einem einzigen Signalgenerator erzeugt und der Beleuchtungsvorrichtung und der Kamera entsprechend zur Verfügung gestellt. Zum Steuern der Belichtungszeiten und der Beleuchtungszeiten kann das Steuertaktsignal auch von zwei Signalgeneratoren erzeugt werden, wobei einer zum Steuern der Belichtungszeiten und der andere zum Steuern der Beleuchtungszeiten vorgesehen sind, sofern die beiden Signalgeneratoren zueinander synchronisiert sind. Grundsätzlich ist es jedoch einfacher, lediglich einen einzigen Signalgenerator zu verwenden.

[0029] Eine Kamera weist in der Regel einen internen Taktgeber auf. Das Steuertaktsignal muss jedoch nicht identisch zu dem Taktsignal des internen Taktgebers sein. Da das Steuertaktsignal auch zum Steuern der Beleuchtungszeit verwendet wird, kann es zweckmäßig sein, als Steuertaktsignal ein Taktsignal zu verwenden, das eine geringere Frequenz als ein internes Taktsignal einer Kamera aufweist, da eine geringere Frequenz oftmals leichter handhabbar ist und einfacher an eine andere Vorrichtung, wie z. B. die Beleuchtungsvorrichtung, übertragen werden kann.

[0030] Vorzugsweise ist der digitale optische Sensor als Zeilensensor ausgebildet.

[0031] Ein Produktionssystem mit einer Fördereinrichtung, mit welcher ein bandförmiges Produkt oder eine Vielzahl von Produkten auf der Fördereinrichtung befördert werden, ist mit einem oben erläuterten Steuermodul, einer Kamera und einer Beleuchtungsvorrichtung versehen. Die Fördereinrichtung weist einen Triggersignalgenerator auf, mit welchem ein externes Triggersignal erzeugt wird. Das externe Triggersignal weist jeweils einen Triggerpuls auf, wenn die Fördereinrichtung einen vorbestimmten Weg zurückgelegt hat.

[0032] Durch Verwendung dieses Steuermoduls kann die Fördereinrichtung mit hoher Geschwindigkeit betrieben werden und es können dennoch komplexe Belichtungssequenzen beim Auftreten eines jeden externen Triggerpulses ausgeführt werden. Dieses Steuermodul erlaubt auch, dass die Förderein-

richtung mit sehr unterschiedlichen Geschwindigkeiten bewegt werden kann, ohne dass bei Veränderung der Geschwindigkeit Schwebungen bei der Beleuchtung auftreten. Bei hohen Fördergeschwindigkeiten wird aufgrund der kurzen Dauer der Belichtungssequenz eine enge Abtastung des Objekts sichergestellt.

[0033] Die Beleuchtungsvorrichtung weist vorzugsweise Leuchtdioden als Leuchtmittel auf.

[0034] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Erfassen von Bildern mittels einer Kamera mit einem oben erläuterten Steuermodul werden wiederholt mehrere Belichtungssequenzen mit jeweils vorbestimmten, unterschiedlichen Belichtungsvorgängen ausgeführt, wobei bei einem jeden Belichtungsvorgang mit dem Steuermodul sowohl eine Beleuchtungsvorrichtung zum Beleuchten eines Objekts für eine bestimmte Beleuchtungszeit als auch ein optischer Sensor zum Empfangen von einem Objekt reflektierten Lichts für eine bestimmte Belichtungszeit gesteuert werden.

[0035] Die Beleuchtungszeit und die Belichtungszeit werden vorzugsweise synchron zu einem gemeinsamen Steuertaktsignal ausgeführt.

[0036] Vorzugsweise ist die Belichtungszeit und/oder die Beleuchtungszeit zumindest einer der Belichtungsvorgänge nicht länger als das 20-fache eines einzelnen Taktes des Steuersignals.

[0037] Beim Empfangen eines externen Triggerpulses kann jeweils eine Belichtungssequenz automatisch ausgeführt werden.

[0038] Die Belichtungssequenzen werden vorzugsweise mit jeweils vorbestimmten, unterschiedlich langen Belichtungsvorgängen ausgeführt, wobei die einzelnen Belichtungsvorgänge einer Belichtungssequenz zu unregelmäßig angeordneten Zeitpunkten beginnen können, also nicht gleich voneinander beabstandet sein müssen.

[0039] Das Verfahren ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass während eines Belichtungsvorgangs sowohl die Beleuchtungszeit als auch die Belichtungszeit vom Steuermodul gesteuert werden und insbesondere beide mit dem Steuertaktsignal synchronisiert sind und im darauffolgenden Belichtungsvorgang der Sensor ausgelesen wird. Die minimale Zeitdauer eines Belichtungsvorgangs ist durch die notwendige Auslesezeit des Sensors festgelegt, die immer gleich lang ist. Die Belichtungszeit und die Beleuchtungszeit können hingegen frei gewählt werden. Vorzugsweise sind die Belichtungszeit und die Beleuchtungszeit jeweils gleich und werden mit demselben Steuersignal angesteuert.

[0040] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in:

[0041] Fig. 1 schematisch einen Ausschnitt eines Produktionssystems mit einer Fördereinrichtung, einer Lichtquelle und einer Kamera zum Überwachen eines bandförmigen Produktes in einem Blockschaltbild,

[0042] Fig. 2a ein Steuersignal, ein Steuertaktsignal und Schaltsignal gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0043] Fig. 2b ein Steuersignal, ein Steuertaktsignal und ein Schaltsignal gemäß dem Stand der Technik,

[0044] Fig. 3a schematisch die Abfolge von Belichtungsvorgängen einer Belichtungssequenz gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0045] Fig. 3b schematisch die Abfolge von Belichtungsvorgängen einer Belichtungssequenz nach dem Stand der Technik, und

[0046] Fig. 4 schematisch eine Überwachungseinrichtung mit einer erfindungsgemäßen Kamera in einem Blockschaltbild,

[0047] Fig. 5a ein Beispiel einer Belichtungssequenz schematisch in einem Zeitablaufdiagramm, und

[0048] Fig. 5b ein weiteres Beispiel einer Belichtungssequenz schematisch in einem Zeitablaufdiagramm.

[0049] Fig. 1 zeigt schematisch in einem Blockschaltbild einen Ausschnitt eines Produktionssystems **1** mit einem bandförmigen Produkt **2**, das während der Produktion in Förderrichtung **3** bewegt wird. Das Produkt **2** ist beispielsweise eine bedruckte Papierbahn eines Druckgerätes.

[0050] An das bahnförmige Produkt ist ein Encoder **4** mit einer Rolle gekoppelt, der bei Bewegung des bahnförmigen Produktes **2** um einen vorbestimmten Weg einen Triggerpuls erzeugt. Die Triggerpulse des Encoders **4** werden im Folgenden als externe Triggerpulse bezeichnet.

[0051] Das Produktionssystem **1** weist eine Kamera **5** auf. Die Kamera **5** besitzt einen Zeilensensor **6**, um vom Produkt **2** reflektiertes Licht **7** zu detektieren.

[0052] Die Kamera weist ein Steuermodul **8** auf, mit welchem die Belichtungszeit der Kamera, während der der Zeilensensor **6** lichtempfindlich geschaltet ist, gesteuert wird und die mit dem Zeilensensor **6** detektierten Bildpunktwerte ausgelesen werden.

[0053] Das Steuermodul **8** weist einen internen Triggergenerator **9** auf, der mit einer Schnittstelle **10** der Kamera **5** verbunden ist, an welcher der Encoder **4** über eine Datenleitung angeschlossen ist, so dass der interne Triggergenerator **9** die externen Triggerpulse des Encoders **4** empfängt.

[0054] Der interne Triggergenerator **9** ist derart ausgebildet, dass auf den Empfang eines externen Triggerpulses eine Reihe von internen Triggerpulsen erzeugt wird. Die internen Triggerpulse können mit unterschiedlichen zeitlichen Abständen ausgebildet sein.

[0055] Der interne Triggergenerator **9** ist mit einem Steuerpuls-Kontroller **11** verbunden. Der Steuerpuls-Kontroller **11** erzeugt ein Steuersignal **14** (Fig. 2a). Das Steuersignal **14** weist Steuerpulse auf, wobei ein jeder Steuerpuls jeweils einem Triggerpuls zugeordnet ist. Ein jeder Steuerpuls des Steuersignals **14** entspricht einer Beleuchtungszeit. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel entspricht ein Steuerpuls auch einer Belichtungszeit, das heißt, mit einem jeden Steuerpuls werden jeweils der Beginn und das Ende der Beleuchtungszeit und der Belichtungszeit gesteuert.

[0056] Der Steuerpuls-Kontroller **11** ist mit einem Taktgenerator **13** verbunden. Der Taktgenerator **13** erzeugt Taktsignale **15**, die dem Steuerpuls-Kontroller **11** zugeführt werden. Die Steuerpulse des Steuersignals **14** sind mit dem Steuertaktsignal **15** bzw. den darin enthaltenen Pulsen synchronisiert, das heißt, eine Flanke eines Steuerpuls des Steuersignals **14** stimmt mit einer Flanke eines Pulses des Steuertaktsignals **15** überein. Die Steuerpulse des Steuersignals **14** sind somit entsprechend den Flanken des Taktsignals **15** gerastert.

[0057] Der Steuerpuls-Kontroller **11** ist mit einer Schalteinrichtung **12** verbunden. Die Schalteinrichtung **12** erhält vom Taktgenerator **13** auch die Steuertaktsignale **15**. Die Schalteinrichtung **12** ist ein Taktgeber, der nach Maßgabe des Steuersignals **14** und entsprechend der Taktsignale **15** des Taktgenerators **13** die Belichtungsseinheit am Zeilensensor **6** zuschaltet (Fig. 2a).

[0058] Das Produktionssystem **1** weist drei Lichtquellen **17**, **18**, **19** auf. Die drei Lichtquellen **17**, **18**, **19** sind mit einer Lichtquellensteuereinrichtung **20** verbunden. Die Lichtquellensteuereinrichtung **20** weist eine Lichtquellenschalteinrichtung **21** und eine erste und zweite Schnittstelle **22**, **23** auf. An der Kamera **5** ist eine korrespondierende erste Schnittstelle **24** und zweite Schnittstelle **25** vorgesehen. An die erste Schnittstelle **24** der Kamera **5** ist der Taktgenerator **13** gekoppelt. Die erste Schnittstelle **24** der Kamera **5** ist mit der ersten Schnittstelle **22** der Lichtquellensteuereinrichtung **20** verbunden, so dass das Taktsignal vom Taktgenerator **13** an die Lichtquellen-

schalteinrichtung **21** übermittelt wird. Über die zweiten Schnittstellen **23**, **25** wird das Steuersignal **14** des Steuerpuls-Kontrollers **11** an die Lichtquellenschalteinrichtung **21** übermittelt, wobei vom Steuerpuls-Kontroller **11** zur Lichtquellenschalteinrichtung **21** für eine jede Lichtquelle **17–19** eine separate Leitung führt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind es drei Lichtquellen **17–19** und somit drei parallele Leitungen. Eine jede dieser Leitungen ist einer der Lichtquellen **17–19** zugeordnet. In der Lichtquellenschalteinrichtung **21** werden die Eingänge der Steuerpulse in gleicher Weise wie in der Schalteinrichtung **12** der Kamera **5** mittels des parallel übertragenen Taktsignals **15** geschaltet, wobei jeweils zumindest eine der Lichtquellen **17–19** eingeschaltet wird.

[0059] Ein Ein- oder Ausschaltvorgang eines Schaltsignals **16** zum Ansteuern einer der Lichtquellen **17**, **18**, **19** wird jeweils ausgeführt, wenn sich der Zustand des Steuersignals **14** vom Zustand des Schaltsignals **16** unterscheidet und gleichzeitig eine ansteigende Pulsflanke des Steuertaktsignals **15** vorliegt. Mit anderen Worten heißt dies, wenn das Steuersignal **14** an und das Schaltsignal **16** aus ist, dann wird bei der nächsten aufsteigenden Flanke des Steuertaktsignals **15** das Schaltsignal **16** angeschaltet. Ist das Steuersignal **14** aus und das Schaltsignal **16** an, dann wird bei der nächsten aufsteigenden Flanke des Steuertaktsignals **15** das Schaltsignal ausgeschaltet. Das Schaltsignal folgt somit jeweils dem Steuersignal bei der nächsten aufsteigenden Flanke des Steuertaktsignals **15**. Es gibt jeweils eine zeitliche Verzögerung zwischen den Flanken des Steuersignals **14** und den Flanken des Schaltsignals, die in Fig. 2a mit T_{on} bzw. T_{off} bezeichnet sind.

[0060] Die Dauer der Pulse des Schaltsignals **16** ist mit den Takten des Steuertaktsignals **15** getaktet, d. h., die Pulse des Schaltsignals **16** sind entsprechend den Takten des Steuertaktsignals **15** quantisiert.

[0061] Das Schaltsignal **16** wird mittels der als Schaltregler ausgebildeten Schalteinrichtung **12** auf einen bestimmten Stromwert geregelt. Hierdurch werden die Lichtquellen **17–19** mit einem bestimmten Strom betrieben, der vorzugsweise so eingestellt ist, dass die Lichtquellen in ihrem optimalen Arbeitspunkt angesteuert werden.

[0062] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das vom Steuerpuls-Kontroller **11** erzeugte Steuersignal **14** für die Belichtungszeit des Zeilensensors **6** sowie für die Beleuchtungszeit der Lichtquellen **17–19** identisch. Der Steuerpuls-Kontroller **11** kann einen Steuerpuls gleichzeitig auf eine oder mehrere der drei zur Lichtquellensteuereinrichtung **20** führenden Leitungen legen, so dass eine oder mehrere der Lichtquellen **17–19** gleichzeitig eingeschaltet werden. Will man beispielsweise Fluoreszenzeffekte betrachten, dann kann es Sinn machen, unterschiedliche Steuer-

signale für den Zeilensensor **6** und die Lichtquellen **17–19** vorzusehen, so dass der Zeilensensor **6** noch aktiv geschaltet ist, wenn bereits alle Lichtquellen abgeschaltet und damit dunkel sind.

[0063] Grundsätzlich ist es auch möglich, in der Kamera **5** und in der Lichtquellensteuerung **20** jeweils einen separaten Steuerpuls-Kontroller **11** vorzusehen, wobei dann die internen Triggerpulse des internen Triggergenerators **9** beide Steuerpuls-Kontroller zuzuführen sind.

[0064] Meistens wird mit einem jeden internen Triggerpuls eine Belichtungszeit, währenddessen der Zeilensensor **6** aktiv geschaltet ist, und eine Beleuchtungszeit, währenddessen zumindest eine der Lichtquellen **17–19** an ist, ausgelöst. Bei der Erfassung von Fluoreszenzeffekten kann mit einem Triggerpuls nur eine Beleuchtungszeit und mit einem darauffolgenden Triggerpuls nur eine Belichtungszeit ausgelöst werden.

[0065] Die vom Zeilensensor **6** erfassten Lichtsignale werden vom Zeilensensor **6** in elektrische Signale gewandelt, wobei Bildpunkte des Zeilensensors einzeln ausgelesen und die entsprechenden Bildpunktwerte in einer Speichereinrichtung **26** abgespeichert werden. Die Speichereinrichtung **26** weist in der Regel nur eine geringe Speicherkapazität für einige oder einige wenige Zeilenbilder auf. Der Inhalt der Speichereinrichtung wird in der Regel unverzüglich an eine Auswertevorrichtung weiter übermittelt, die in der Regel ein Computer ist.

[0066] Das Auslesen der Bildpunkte des Zeilensensors erfolgt nachdem die Belichtungszeit beendet worden ist, womit sich das Auslesen in der Regel zumindest teilweise zeitlich mit der Belichtungszeit des darauffolgenden Belichtungsvorgangs überlappt.

[0067] Dadurch, dass zum Ansteuern des Zeilensensors **6** und der Lichtquellen **17–19** das gleiche Taktsignal **15** verwendet wird, sind die Beleuchtungszeiten und die Belichtungszeiten immer synchron. Bei herkömmlichen Belichtungsvorrichtungen weist die Lichtquellensteuerung einen eigenen internen Taktgenerator auf, der unabhängig vom Taktgenerator der Kamera ist. In **Fig. 2b** ist ein Steuersignal **14** mit aufeinanderfolgenden gleich langen Steuerpulsen dargestellt, wobei beim ersten Steuerpuls die Lichtquelle sechs Takte lang und bei darauf folgenden Steuerpulsen die Lichtquelle lediglich fünf Takte angeschaltet ist. Hierdurch werden Helligkeitsunterschiede erzeugt. Diese Helligkeitsunterschiede werden alleine durch Schwebungen zwischen dem Steuersignal **14** und dem Schaltsignal **16** verursacht.

[0068] Zusätzlich können bei herkömmlichen Steuervorrichtungen noch Schwebungen zwischen der Beleuchtungszeit und der Belichtungszeit auftreten,

wenn nichtsynchronisierte Taktsignale zum Ansteuern der Lichtquellen und des Sensors verwendet werden. Da im vorliegenden Ausführungsbeispiel das gleiche Steuertaktsignal **15** sowohl in der Kamera **5** als auch in der Lichtquellensteuereinrichtung **20** verwendet wird, werden somit solche Unterschiede in den Belichtungszeiten und Beleuchtungszeiten vermieden.

[0069] Bei herkömmlichen Beleuchtungsvorrichtungen, mit welchen eine Belichtungssequenz mit mehreren aufeinanderfolgenden unterschiedlichen Belichtungsvorgängen ausgeführt werden soll, werden die einzelnen Belichtungsvorgänge jeweils nach Ablauf eines Zeitintervalls gestartet, der zumindest der maximalen Beleuchtungszeit während der Belichtungssequenz entspricht (**Fig. 3b**). Die gesamte für die Belichtungssequenz erforderliche Zeit $T_{\text{Sequenz, konventionell}}$ entspricht somit der Anzahl der Belichtungsvorgänge multipliziert mit der Zeitdauer der maximalen Beleuchtungszeit.

[0070] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel können die einzelnen Belichtungsvorgänge in einer unregelmäßigen Folge gestartet werden, wobei sie unmittelbar aufeinanderfolgend ausgeführt werden können. Die gesamte Dauer einer Belichtungssequenz $T_{\text{Sequenz, optimiert}}$ beträgt somit die Summe der Zeitdauern der einzelnen Beleuchtungszeiten und ist damit wesentlich kürzer. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass ein Belichtungsvorgang zumindest so lange dauert, wie die Mindestauslesezeit beträgt, selbst wenn die Beleuchtungszeit des jeweiligen Belichtungsvorgangs kürzer ist, da vor Beendigung eines Auslesevorgangs kein weiterer Belichtungsvorgang gestartet werden kann.

[0071] Bei herkömmlichen Beleuchtungsvorrichtungen verursacht ein unregelmäßiges Starten der Beleuchtungszeiten die Gefahr von zusätzlichen Schwebungen. Da im vorliegenden Ausführungsbeispiel die Steuerpulse **14** und die Taktsignale sowohl der Kamera **5** als auch der Lichtquellensteuereinrichtung **20** synchron zueinander sind, besteht keine Gefahr von Schwebungen. Hierdurch wird eine wesentliche Beschleunigung der Abtastung eines bandförmigen Produktes mit einer komplexen Belichtungssequenz erzielt, wobei die Qualität gegenüber herkömmlichen Verfahren sogar gesteigert wird, da keine Helligkeitsunterschiede aufgrund von Schwebungen erzeugt werden. Da die Gesamtzeit einer Belichtungssequenz erheblich reduziert werden kann, kann die Bahngeschwindigkeit, mit welcher das Produkt **2** in Förderrichtung **3** bewegt wird oder die Auflösung, mit welcher das Objekt dargestellt wird, im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren erhöht werden.

[0072] **Fig. 4** zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem eine Masterkamera **5/1** und eine Slave-Kamera **5/2** vorgesehen sind. Eine jede der beiden Kameras **5/1**

und 5/2 weist einen separaten Zeilensensor auf. Die Masterkamera 5/1 weist ein Steuermodul auf, das dem Steuermodul 8 aus Fig. 1 entspricht. Die Slave-Kamera 5/2 weist zumindest eine Schalteinrichtung auf, welche von der Masterkamera sowohl das Taktsignal als auch die Steuerpulse erhält. Die beiden Kameras 5/1 und 5/2 sind mit einem Computer 27 verbunden, der die mit den beiden Kameras aufgenommenen Bildsignale aufnimmt.

[0073] Die Kameras 5/1 und 5/2 sind an ein gemeinsames Netzteil 28 angeschlossen.

[0074] Die Masterkamera 5/1 ist mit einem Encoder 4 zum Empfangen von externen Triggersignalen verbunden. Weiterhin ist die Masterkamera 5/1 mit drei Lichtquellensteuereinrichtungen 20/1, 20/2, 20/3 verbunden, welche jeweils eine Lichtquelle ansteuern. Im Ausführungsbeispiel sind diese zeilenförmige Lichtquellen 17, 18, 19, die als Leuchtmittel Leuchtdioden aufweisen. Die Lichtquellen sind mit Leuchtdioden der Farben Rot bzw. Grün bzw. Blau bestückt. Mit diesen drei Lichtquellen kann somit der Farbton, mit welchem ein abzutastendes Produkt beleuchtet wird, individuell eingestellt werden, indem Licht der einzelnen Lichtquellen mit unterschiedlicher Intensität überlagert wird.

[0075] Fig. 5a zeigt in einem Diagramm ein Beispiel, wie dieses Überwachungssystem für eine sequentielle R-B-G-Blitzung betrieben werden kann. Bei einem jeden externen Triggerpuls 29 wird eine Folge von internen Triggerpulsen 30 erzeugt. Die Belichtungszeiten und Beleuchtungszeiten sind in den jeweiligen Zeilen für die erste, zweite oder dritte Blitzung 31 jeweils durch einen Balken eingezeichnet. Hierbei sind die Beleuchtungszeiten und die Belichtungszeiten jeweils im Wesentlichen identisch. Es kann zweckmäßig sein, hierbei geringe Versätze zu Beginn und am Ende der jeweiligen Zeiten vorzusehen, um unterschiedliche Einschaltzeiten und/oder unterschiedliche Ausschaltzeiten entsprechend auszugleichen. Weiterhin ist zu beachten, dass die Belichtungszeiten und die Beleuchtungszeiten kürzer als eine minimale Auslesezeit $T_{Z,Min}$ sein kann, die notwendig ist, um den Sensor, insbesondere Zeilensensor, auszulesen. Dies gilt insbesondere für sequentiell auszulesende Zeilensensoren, wie zum Beispiel CCD-Sensoren. In dem in Fig. 5 gezeigten Beispiel ist die zweite Blitzung kürzer als die minimale Auslesezeit. Der minimale Abstand zweier aufeinanderfolgender interner Triggerpulse entspricht somit der minimalen Auslesezeit.

[0076] Nach der dritten Blitzung gibt es eine Leerlaufzeit T_{idle} , bis der nächste externe Triggerpuls 29 empfangen wird. Diese Leerlaufzeit erlaubt eine Veränderung der Geschwindigkeit, mit welcher die Produktbahn bewegt wird. Die Bahngeschwindigkeit

kann so weit erhöht werden, bis die Leerlaufzeit gleich „Null“ ist.

[0077] Fig. 5b zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Belichtungssequenz mit insgesamt vier aufeinanderfolgenden internen Triggersignalen 30 und dementsprechend vier Belichtungs Vorgänge. Beim dritten und beim vierten Belichtungs Vorgang werden jeweils zwei Blitzungen 31 mit jeweils zwei unterschiedlichen Lichtquellen ausgeführt. Diese Blitzungen sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel unterschiedlich lang.

[0078] Das erfindungsgemäße Steuermodul erlaubt die Ansteuerung unterschiedlichster Belichtungssequenzen mit unterschiedlich komplexen Beleuchtungsmustern aus Hellfeld-, Dunkelfeld-, Durchlichtbeleuchtungen und/oder mit unterschiedlichsten Farbkombinationen.

[0079] Die Dauer einer einzelnen Blitzung kann zwischen einigen wenigen Mikrosekunden und einigen hundert Millisekunden betragen. Die minimale Blitzdauer wird durch das Steuertaktsignal vorgegeben, wobei die minimale Blitzdauer einem Takt des Steuertaktsignals entspricht. Je höher die Taktfrequenz ist, desto kürzer kann die minimale Blitzdauer sein.

[0080] Die einzelnen Blitzungen erzeugen Subzeilen und diese können auf unterschiedliche Art und Weise verarbeitet werden. Beispiele hierfür sind HDR-Bilder (High Dynamic Range) und Differenzbilder.

[0081] HDR-Bilder werden erzeugt, indem unterschiedlich lang belichtete Subzeilen zu einer einzigen Ausgabezeile verrechnet werden. Diese Ausgabezeile hat dann eine höhere Dynamik als die jeweiligen einzelnen Zeilen. Damit ist gleichzeitig eine Informationskompression in die für die Ausgabe zur Verfügung stehende Bildbreite, die in der Regel 8 Bit pro Kanal beträgt, gemacht. Nach der Übertragung für die Anzeige/Verarbeitung kann diese wieder reliniarisieren werden, sodass das Bild auf einem Bildschirm dargestellt werden kann.

[0082] Um bestimmte Effekte der abzutastenden Objekte besser sichtbar zu machen, können die unterschiedlich belichteten Subzeilen miteinander verrechnet werden. Beispielsweise kann von zwei Subzeilen die Differenz gebildet werden.

[0083] Als Lichtquelle können auch eine Hellfeldbeleuchtung und eine Dunkelfeldbeleuchtung vorgesehen sein. Hierdurch können Glanzanteile in den zu überwachenden Objekten separiert werden. Hierzu kann es zweckmäßig sein, die Differenz von Zeilen, die mit einer Hellfeldbeleuchtung erzeugt wurden, von Zeilen, die mit einer Dunkelfeldbeleuchtung erzeugt wurden, zu bilden.

[0084] In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Kamera einen einzigen Zeilensensor auf. Im Rahmen der Erfindung ist es selbstverständlich auch möglich, eine oder mehrere Kameras mit einem oder jeweils mehreren Zeilensensoren vorzusehen. Insbesondere können bei der Verwendung von mehreren Zeilensensoren solche verwendet werden, die für bestimmte Farben spezifisch sind. Vorzugsweise sind die Zeilensensoren für Grundfarben spezifisch, wie zum Beispiel für rot, grün und blau.

[0085] Weiterhin ist es grundsätzlich möglich, sowohl in der Kamera als auch in der Lichtquellensteuereinrichtung separate interne Triggergeneratoren vorzusehen, die jeweils einen Steuerpuls-Kontroller ansteuern, sofern ein gemeinsames Taktsignal verwendet wird, wobei vorzugsweise die Steuerpuls-Kontroller auch mit dem gemeinsamen Taktsignal getaktet sind. Auch hierdurch wird die Synchronität der Steuerpulse mit den Belichtungszeiten und Beleuchtungszeiten gewahrt.

[0086] Herkömmliche Kameras und Lichtquellensteuereinrichtungen bzw. Lichtquellentreiber besitzen in der Regel einen Taktgenerator, der ein internes Taktsignal bereitstellt. Für die Erfindung kann es zweckmäßig sein, ein hiervon in der Frequenz abweichendes Taktsignal vorzusehen, dessen Frequenz in der Regel geringer als die des internen Taktsignals der Kamera bzw. der Lichtquellensteuereinrichtung ist. Hierdurch lässt sich das Taktsignal einfacher von der Kamera zur Lichtquellensteuereinrichtung oder umgekehrt übertragen. Das erfindungsgemäße Steuertaktsignal kann beispielsweise mittels eines Frequenzteilers aus einem internen Taktsignal einer Kamera oder einer Lichtquellensteuereinrichtung erzeugt werden.

[0087] Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, das erfindungsgemäße, gemeinsame Steuertaktsignal in der Kamera oder in der Lichtquellensteuereinrichtung zu erzeugen und die Steuerpulse mittels eines Steuerpuls-Kontrollers in der entsprechend anderen Vorrichtung zu erzeugen.

[0088] Grundsätzlich ist es auch möglich, ein Steuermodul außerhalb der Kamera und der Lichtquellensteuereinrichtung vorzusehen, das die externen Triggersignale empfängt, und in Abhängigkeit der externen Triggersignale das Steuersignal erzeugt. Dieses externe Steuermodul sollte jedoch auch das gemeinsame Steuertaktsignal erhalten oder sie selbst erzeugen und an die Kamera und die Lichtquellensteuereinrichtung weiterleiten.

[0089] Das Steuermodul kann auch in der Lichtquellensteuereinrichtung vorgesehen sein, wobei dann auch hier das gemeinsame Steuertaktsignal von der Lichtquellensteuereinrichtung an die Kamera weiterzuleiten ist, damit die Belichtungszeit mit Hilfe des

gemeinsamen Steuertaktsignals geschaltet werden kann.

[0090] Mit dem erfindungsgemäßen Steuermodul bzw. mit einer erfindungsgemäßen Kamera werden Systemgeschwindigkeiten und Bildqualitäten erzielt, die deutlich über den bislang üblichen Methoden liegen.

[0091] Durch das Steuern der Belichtungssequenzen mittels des erfindungsgemäßen Steuermoduls, das vorzugsweise in einer Kamera angeordnet ist, sind die Belichtungssequenzen immer bildsynchron. Dies ist bei herkömmlichen Systemen nicht bzw. nur mit großem Aufwand möglich.

[0092] Bei herkömmlichen Systemen werden die Lichtquellensteuereinrichtungen asynchron zu den Kameras betrieben. Hierdurch treten vor allem bei kurzen Beleuchtungszeiten Schwebungen in der Helligkeit auf. Diese werden mit der Erfindung vermieden.

– Das System lässt sich einfach mit einer Masterkamera und einer oder mehrerer Slave-Kameras erweitern, wobei alle Kameras 100% synchron sind. Die Kameras sind vorzugsweise Zeilenkameras.

[0093] Die Erfindung lässt sich folgendermaßen kurz zusammenfassen:

Die Erfindung betrifft ein Steuermodul für eine Kamera und eine Beleuchtungsvorrichtung, eine Kamera, ein Produktionssystem und ein Verfahren zum Erfassen von Bildern mittels einer solchen Kamera.

[0094] Die Belichtungszeiten und Beleuchtungszeiten werden auf Basis eines gemeinsamen Steuertaktsignals gesteuert. Hierdurch können Schwebungen vermieden werden. Dies gilt sogar, wenn kurze Blitzungen zu unregelmäßigen Zeitpunkten ausgeführt werden.

Bezugszeichenliste

1	Produktionssystem
2	Produkt
3	Förderrichtung
4	Encoder
5	Kamera
6	Zeilensensor
7	reflektiertes Licht
8	Steuermodul
9	interner Triggergenerator
10	Schnittstelle
11	Steuerpuls-Kontroller
12	Schalteinrichtung
13	Taktgenerator
14	Steuersignal
15	Steuertaktsignal
16	Schaltsignal

17	Lichtquelle
18	Lichtquelle
19	Lichtquelle
20	Lichtquellensteuereinrichtung
21	Lichtquellenschalteinrichtung
22	erste Schnittstelle
23	zweite Schnittstelle
24	erste Schnittstelle
25	zweite Schnittstelle
26	Speichereinrichtung im PC
27	Computer
28	Netzteil
29	externer Triggerpuls
30	interner Triggerpuls
31	Blitzung

Patentansprüche

1. Steuermodul für eine Kamera und zumindest eine mit einem Schaltregler angesteuerten Beleuchtungsvorrichtung, welches zum Steuern der Belichtungszeiten und zum Auslesen von Bildpunkten eines digitalen optischen Sensors der Kamera und zum Steuern der Beleuchtungszeit der zumindest einen Beleuchtungsvorrichtung aufweist, wobei das Steuermodul zum wiederholten Ausführen einer Belichtungssequenz mit vorbestimmten unterschiedlichen Belichtungsvorgängen ausgebildet ist, und einen Steuertaktgeber zur Erzeugung eines Steuertaktsignals aufweist, wobei die Beleuchtungszeit synchron zum Steuertaktsignal ist und das Steuermodul eine Schnittstelle aufweist, an welcher das Steuertaktsignal zur Weiterleitung an den Schaltregler der Beleuchtungsvorrichtung bereit gestellt wird.
2. Steuermodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuermodul derart ausgebildet ist, dass ein jeder Belichtungsvorgang die Steuerung der zumindest einen Beleuchtungsvorrichtung für eine bestimmte Beleuchtungszeit und die Steuerung der Belichtung für eine bestimmte Belichtungszeit umfasst.
3. Steuermodul nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Belichtungszeit synchron zum Steuertaktsignal ist.
4. Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuermodul einen Steuertaktgeber zur Erzeugung eines Steuertaktsignals aufweist, wobei während eines Belichtungsvorganges sowohl der Beginn und das Ende der Belichtung als auch der Beleuchtung mittels des gleichen Steuertaktsignals gesteuert werden.
5. Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuertaktsignal eine Frequenz von mindestens 100 KHz und vorzugsweise von zumindest 500 KHz aufweist.
6. Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuermodul eine Triggerschnittstelle für ein externes Triggersignal aufweist, wobei nach dem Empfangen eines externen Triggerpulses jeweils eine Belichtungssequenz ausgeführt wird.
7. Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuermodul einen Triggeregenerator zum Erzeugen eines internen Triggersignals aufweist, wobei das interne Triggersignal Sequenzen von mehreren internen Triggerpulsen umfasst, wobei ein jeder interne Triggerpuls einen der Belichtungsvorgänge der Belichtungssequenz auslöst, und der Triggeregenerator derart ausgebildet ist, dass interne Triggerpulse mit unterschiedlichen Abstand erzeugbar sind.
8. Steuermodul nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuermodul Bestandteil der Kamera ist und eine Schnittstelle zur Übermittlung des internen Triggersignals an die Beleuchtungsvorrichtung aufweist.
9. Steuermodul nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuermodul eine Schnittstelle zur Übermittlung des Steuertaktsignals und/oder eines Steuersignals zur Steuerung der Belichtungszeit und/oder Beleuchtungszeit an zumindest eine weitere Kamera aufweist.
10. Kamera mit einem digitalen optischen Sensor und einem Steuermodul zum Steuern der Belichtungszeiten und zum Auslesen von Bildpunkten des digitalen optischen Sensors, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.
11. Kamera nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet** dass der digitale optische Sensor ein Zeilensensor ist.
12. Produktionssystem mit einer Fördereinrichtung, mit welcher ein bandförmiges Produkt oder eine Vielzahl von Produkten auf der Fördereinrichtung befördert werden, mit einer Kamera, insbesondere nach Anspruch 10 oder 11, einem Steuermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und einer Beleuchtungsvorrichtung, wobei die Fördereinrichtung einen Triggersignalgenerator aufweist, mit welchem ein externes Triggersignal erzeugt wird, wobei jeweils nachdem die Fördereinrichtung einen vorbestimmten Weg zurück gelegt hat, ein externer Triggerpuls erzeugt wird.
13. Produktionssystem nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beleuchtungsvorrichtung Leuchtdioden als Leuchtmittel aufweist.

14. Verfahren zum Erfassen von Bildern mittels einer Kamera nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass wiederholt mehrere Belichtungssequenzen mit jeweils vorbestimmten unterschiedlichen Belichtungsvorgängen ausgeführt werden, wobei bei den Belichtungsvorgängen mit einem Steuermodul sowohl zumindest eine Beleuchtungsvorrichtung zum Beleuchten eines Objektes für eine bestimmte Beleuchtungszeit als auch ein optischer Sensor zum Empfangen vom Objekt reflektierten Lichts für eine bestimmte Belichtungszeit gesteuert werden.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beleuchtungszeit und die Belichtungszeit synchron zueinander ausgeführt werden.

16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuermodul ein Steuerakt signal erzeugt und sowohl die Beleuchtungszeit als auch die Belichtungszeit synchron zum Steuerakt signal sind.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Belichtungszeit und/oder die Beleuchtungszeit zumindest einer der Belichtungsvorgänge nicht länger als das 20-fache eines einzelnen Taktes des Steuerakt signals ist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit Empfangen eines externen Triggerpulses jeweils eine Belichtungssequenz ausgeführt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass Belichtungssequenzen mit jeweils vorbestimmten unterschiedlich langen Belichtungsvorgängen ausgeführt werden, wobei die einzelnen Belichtungsvorgänge zu unregelmäßig angeordneten Zeitpunkten beginnen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

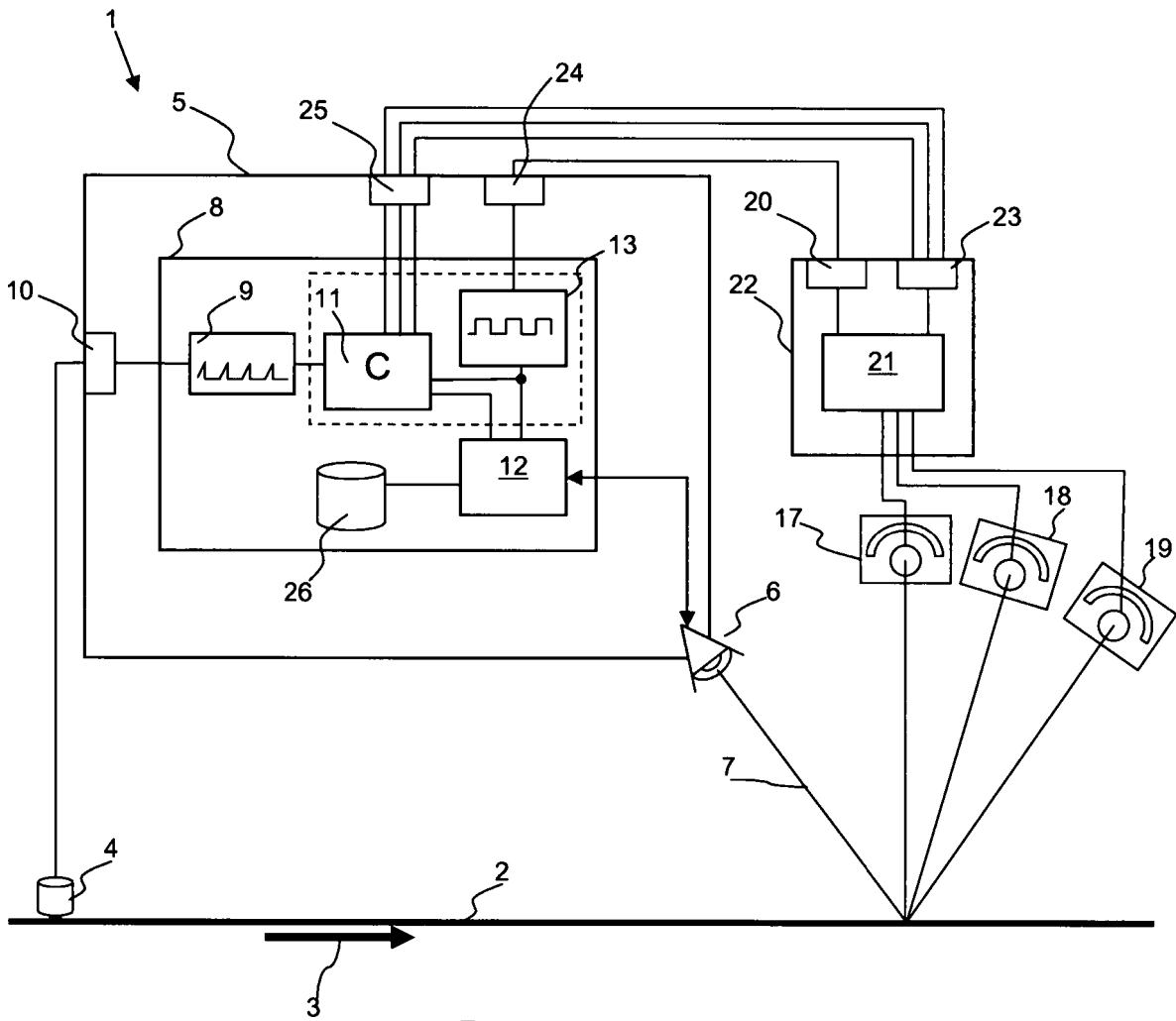


Fig. 1

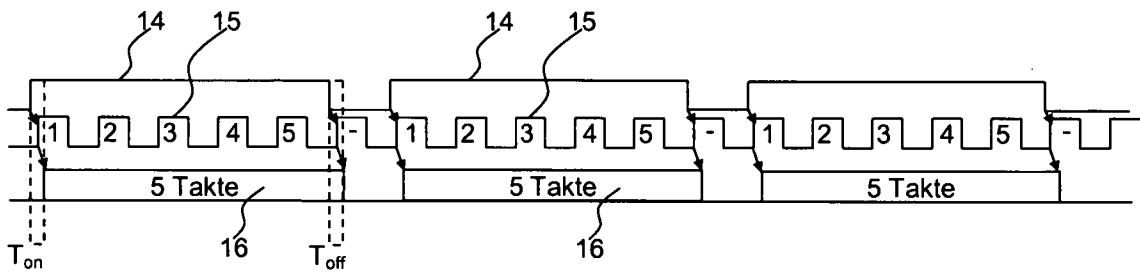


Fig. 2a

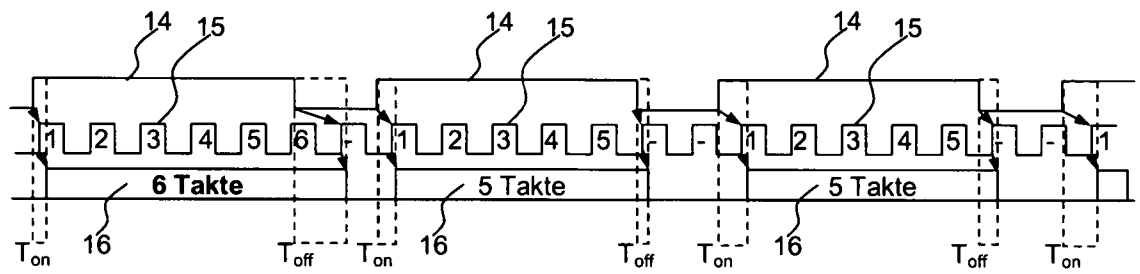


Fig. 2b

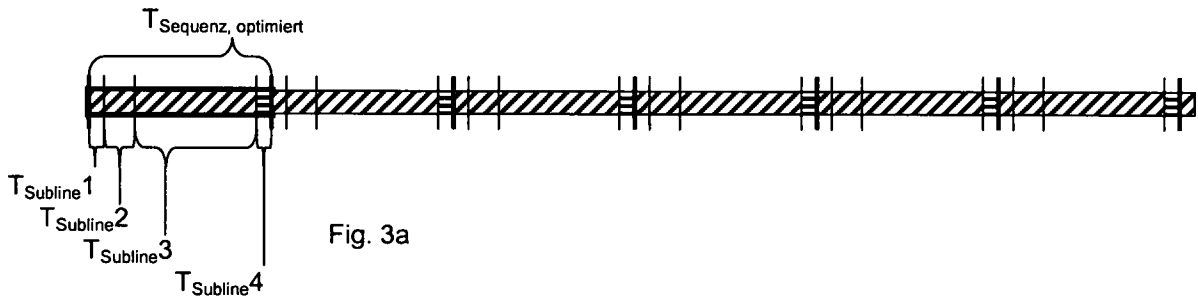


Fig. 3a

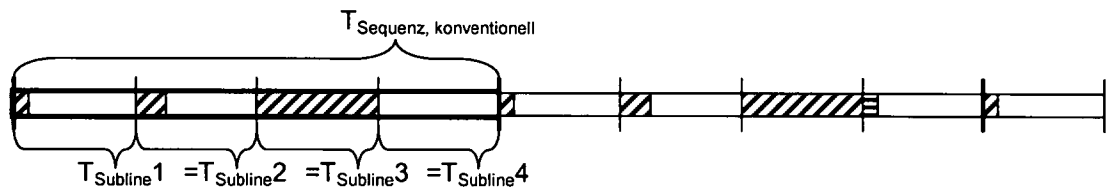


Fig. 3b

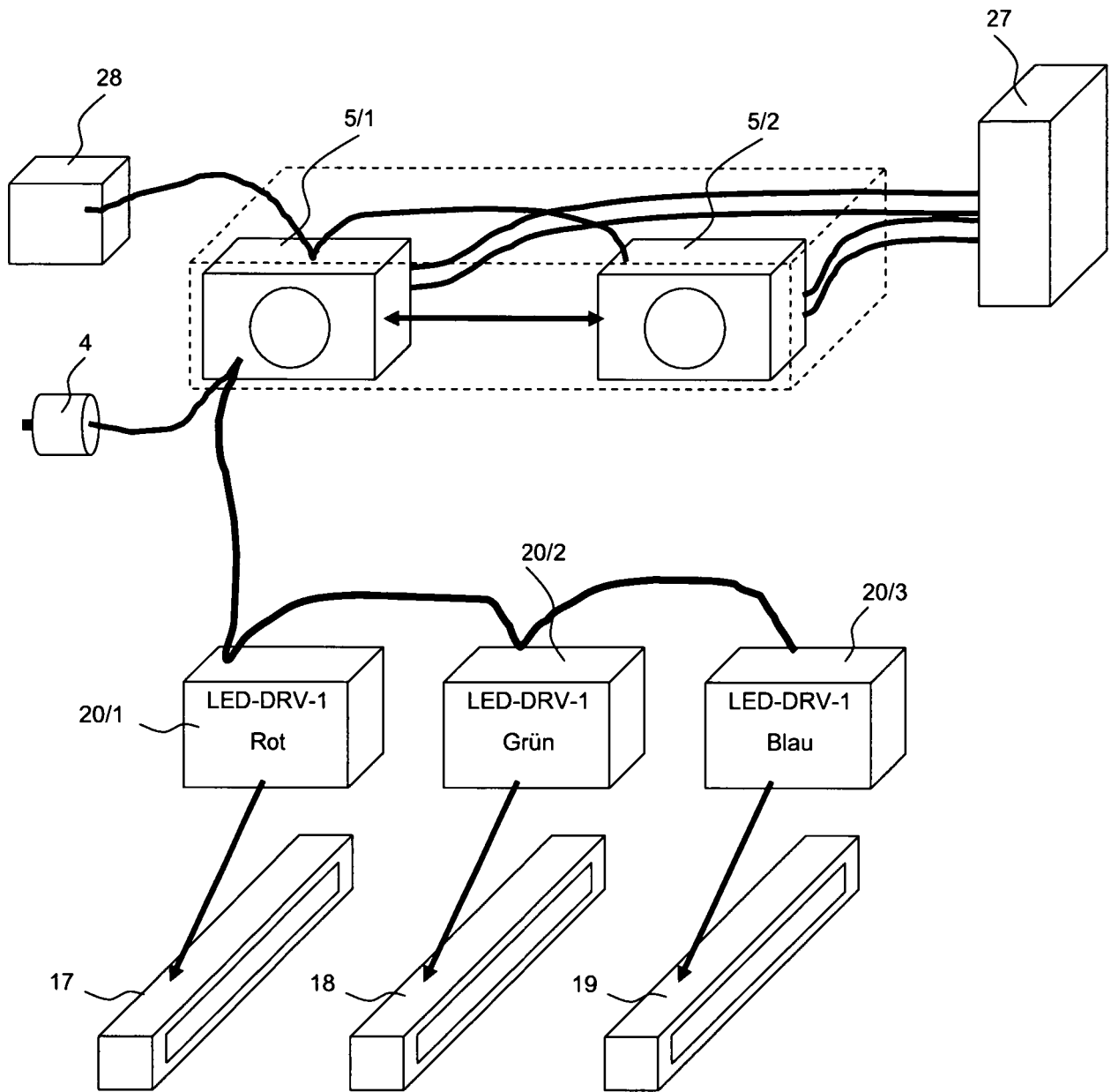


Fig. 4

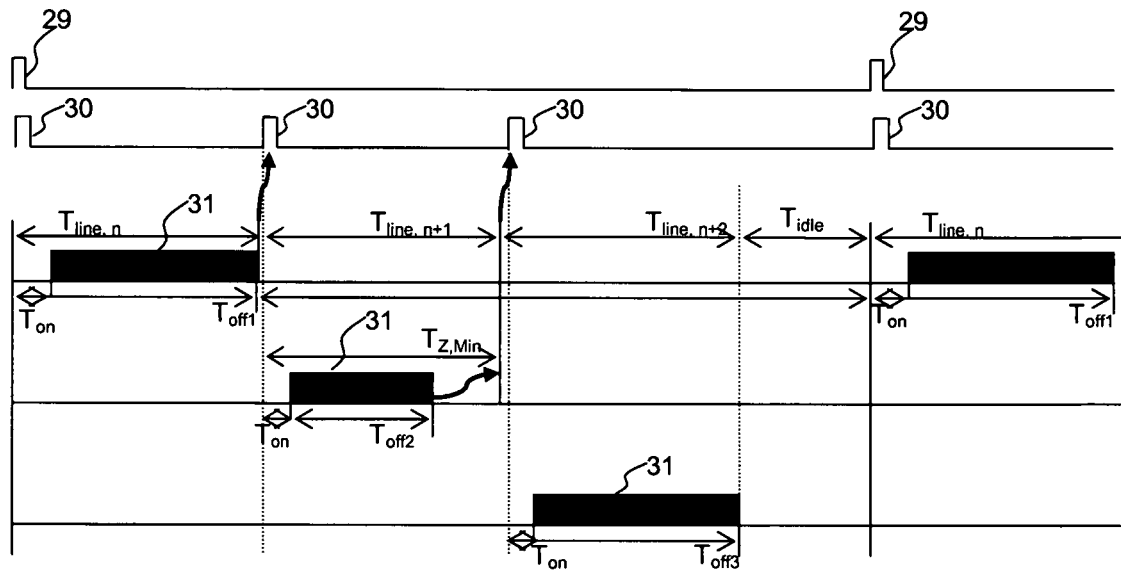


Fig. 5a

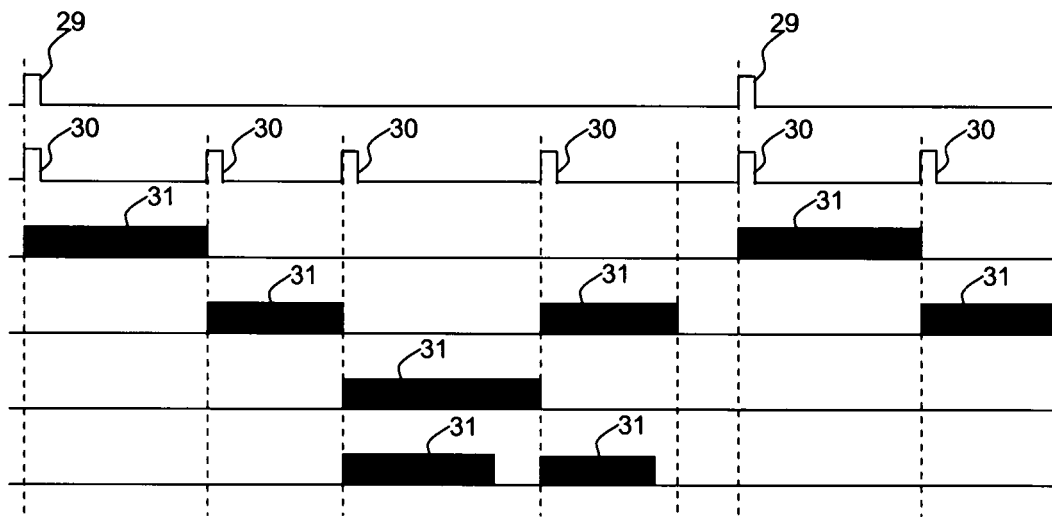


Fig. 5b