



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.06.2013 Patentblatt 2013/23

(51) Int Cl.:
G06K 7/10 (2006.01) G07C 5/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12455009.6**

(22) Anmeldetag: **27.11.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **30.11.2011 AT 17762011**

(71) Anmelder: **AIT Austrian Institute of Technology GmbH**
1220 Wien (AT)

(72) Erfinder:
• **Bodensdorfer, Ernst**
2345 Brunn am Gebirge (AT)
• **Huber-Mörk, Reinhold**
1220 Wien (AT)
• **Mayer, Konrad**
1230 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Wildhack & Jellinek**
Patentanwälte
Landstraßer Hauptstraße 50
1030 Wien (AT)

(54) **Verfahren zur Aufnahme eines Zeilenbilds**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Bildaufnahmevorrichtung zur Aufnahme eines Zeilenbilds eines Druckwerks (4) mit einem Zeilensensor (2), wobei das Druckwerk (4) am Zeilensensor (2) vorbei bewegt wird, und das Aufnahmeintervall (ΔT) an die Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks (4) angepasst wird, sodass während des Aufnahmeintervalls (ΔT) jeweils eine Zeile (Z) des Druckwerks (4) aufgenommen wird.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Beleuchtung des Druckwerks (4) reduziert wird, wenn die Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks (4) eine vorgegebenen Nenngeschwindigkeit (v_1) unterschreitet, wobei zur Verringerung der Beleuchtung das Druckwerk (4) nur während bestimmter Zeitabschnitte innerhalb eines Aufnahmeintervalls (ΔT) beleuchtet wird, und dass bei dieser verringerten Beleuchtung ein Zeilenbild erstellt wird.

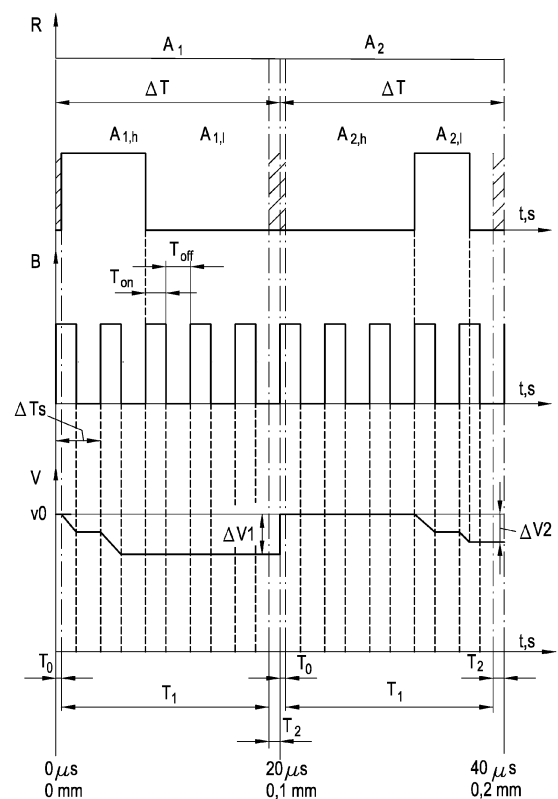


Fig. 7

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufnahme von Bildern gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Weiters betrifft die Erfindung eine Bildaufnahmeverrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 6.

[0002] Erfindungsgemäße Verfahren und Systeme werden insbesondere zur Aufnahme und zur Prüfung von Druckwerken gewerblich eingesetzt.

[0003] Bei herkömmlichen aus dem Stand der Technik bekannten Bildaufnahmeverfahren wird das abzubildende Druckwerk mit einer Transporteinheit an einer Zeilenkamera vorbei transportiert, wobei die Zeilenkamera in vorgegebenen Zeitintervallen Aufnahmen in Form von Zeilenbildern erstellt. Die Zeilenbilder werden nach der Aufnahme zu einem Flächenbild zusammengesetzt.

[0004] Typischerweise erfolgt die Bewegung des abzubildenden Druckwerks gegenüber der Zeilenkamera nicht mit konstanter Geschwindigkeit, sodass bei wechselnder Geschwindigkeit Verzerrungen der erstellten Bilder auftreten. Bewegt sich das Band langsamer, erscheinen die Bilder gestreckt, bewegt sich das Band hingegen schneller, erscheinen die Bilder gestaucht.

[0005] Bremsst die Transporteinheit das Druckwerk während der Aufnahme ab, so erscheint der zuerst mit schnellerer Geschwindigkeit aufgenommene Teilbereich des Druckwerks gegenüber dem mit langsamerer Geschwindigkeit aufgenommenen Teilbereich des Druckwerks gestaucht bzw. verkürzt.

[0006] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass die Auswahl der Aufnahmezeitpunkte an die Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks angepasst wird, wobei bei schnellerer Bewegung des Druckwerks gegenüber der Zeilenkamera der Abstand zwischen den Aufnahmezeitpunkten entsprechend verkürzt wird, sodass Aufnahmen jeweils dann gestartet werden, wenn sich das Druckwerk gegenüber der jeweils vorhergehenden Aufnahme um eine bestimmte Wegstrecke vorwärts bewegt hat.

[0007] Um eine gleichbleibende Helligkeit des Bilds zu erreichen, wird die Belichtungszeit der einzelnen Pixelsensoren der Zeilenkamera jeweils konstant gehalten. Bei einer langsameren Bewegung des Druckwerks kann somit eine wesentlich höhere Aufnahmeschärfe erzielt werden als bei einer schnelleren Bewegung, sodass das Bild insgesamt eine inhomogene Schärfeverteilung aufweist. Bereiche, die bei einer schnelleren Bewegung aufgenommen wurden, erscheinen weniger scharf abgebildet als Bereiche, bei denen der Druckwerk langsamer bewegt wurde, sodass das erzielte Bild insgesamt eine inhomogene Schärfeverteilung aufweist.

[0008] Sind auf dem Druckwerk Merkmale enthalten, die wesentlich feiner sind als die Abtastungslänge, so wird bei einer langsameren Bewegung des Druckwerks gegenüber der Zeilenkamera jeweils nur ein Teilbereich des abzubildenden Bereichs auf dem Druckwerk tatsächlich abgebildet. Durch dieses Vorgehen können

Moiré-Effekte auftreten, wobei abhängig von der jeweiligen Aufnahmegeschwindigkeit auch stark differierende Bilder erstellt werden. Die Bilder werden somit schwer vergleichbar. Bei einer Prüfung werden bei großen Schwankungen der Transportgeschwindigkeit intakte bzw. fehlerfreie Druckwerke ausgeschieden.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Bildaufnahmeverrichtung zur Verfügung zu stellen, die unabhängig von der Transportgeschwindigkeit des Druckwerks gleichbleibende und vergleichbare Ergebnisse liefern. Die Erfindung erreicht dies bei einem Verfahren der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1. Die Erfindung erreicht dies bei einer Bildaufnahmeverrichtung der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 5.

[0010] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufnahme eines Zeilenbilds eines Druckwerks mit einem Zeilensensor, wobei das Druckwerk am Zeilensensor vorbei bewegt wird, und das Aufnahmeintervall an die Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks angepasst wird, sodass während des Aufnahmeintervalls jeweils eine Zeile des Druckwerks aufgenommen wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Beleuchtung des Druckwerks reduziert wird, wenn die Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks eine vorgegebenen Nenngeschwindigkeit unterschreitet, wobei zur Verringerung der Beleuchtung das Druckwerk nur während bestimmter Zeitabschnitte innerhalb eines Aufnahmeintervalls beleuchtet wird, und dass bei dieser verringerten Beleuchtung ein Zeilenbild erstellt wird.

[0011] Durch diese Maßnahme kann für sämtliche Transportgeschwindigkeiten des Druckwerks eine vorgegebene und gleichbleibende Bewegungsunschärfe erzielt werden. Es wird der Vergleich mit einem vorgegebenen Referenzbild erleichtert. Insbesondere werden auch Merkmale in sämtlichen Bereichen einer Gegenstandszeile gleichmäßig berücksichtigt und es werden Moiré-Effekte weitestgehend unterdrückt.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass während des Aufnahmeintervalls die folgenden Aufnahmeschritte vorgenommen werden:

Die Pixelsensoren des Zeilensensors werden während eines Rücksetzzeitintervalls mit einer vorgegebenen Spannung beaufschlagt und rückgesetzt. Während eines, insbesondere an das Rücksetzzeitintervall anschließenden, Belichtungszeitintervalls Pixelsensoren belichtet und während eines folgenden, insbesondere an das Belichtungszeitintervall unmittelbar anschließenden, Messzeitintervalls werden die Werte der Pixelsensoren ausgelesen.

[0013] Um eine gleichbleibende Helligkeit bei weitestgehender Vermeidung von Moiré-Effekten zu erreichen, kann vorgesehen sein, dass das Druckwerk während des Belichtungszeitintervalls, insbesondere während des ge-

samten Aufnahmeintervalls, mit einer durch ein pulsweitenmoduliertes Beleuchtungssignal geregelten Beleuchtungsfolge beleuchtet wird, wobei das Verhältnis zwischen Einschaltzeit und Periodendauer des Beleuchtungssignals so festgelegt wird, dass es dem Verhältnis zwischen der Dauer des Belichtungszeitintervalls bei Nenngeschwindigkeit und der Dauer des Belichtungszeitintervalls bei der momentanen Geschwindigkeit des Druckwerks entspricht. Ein vorteilhaftes Beleuchtungssignal zur Ansteuerung von Leuchtdioden kann erzielt werden, indem die Periodendauer des Beleuchtungssignals auf $TS = \Delta T/N$ festgelegt wird, wobei N eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1 ist.

[0014] Ein weiterer bevorzugter Aspekt der Erfindung sieht vor, dass das Beleuchtungssignal mit dem Aufnahmeintervall synchronisiert ist, wobei gegebenenfalls das Beleuchtungssignal am Beginn des Aufnahmeintervalls oder des Rücksetzzeitintervalls eine steigende oder fallende Flanke aufweist. Mit dieser Maßnahme kann eine einfache Ansteuerung erzielt werden.

[0015] Weiters betrifft die Erfindung eine Bildaufnahmeverrichtung zur Aufnahme von Bildern eine Aufnahmeeinheit mit einem Zeilensensor umfassend eine Anzahl von Pixelsensoren und mit einer Optik,

- eine Transporteinheit zum Transport des Druckwerks sowie eine Messeinheit zur Ermittlung der Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks während des Transports,
- eine Beleuchtungseinheit zur Beleuchtung des Druckwerks während seiner Aufnahme, sowie
- eine Steuereinheit, die das Aufnahmeintervall an die Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks anpasst, sodass während jedes Aufnahmeintervalls jeweils eine Zeile des Druckwerks in den Aufnahmebereich des Zeilensensors gelangt.

[0016] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Steuereinheit bei Unterschreitung einer vorgegebenen Nenngeschwindigkeit des Druckwerks die Beleuchtung des Druckwerks reduziert, indem es ein Beleuchtungssignal erstellt und an die Beleuchtungseinheit leitet, wobei die Beleuchtungseinheit das Druckwerk nur während der durch das Beleuchtungssignal bestimmten Zeitabschnitte innerhalb Aufnahmeintervalls beleuchtet.

[0017] Mit einer derartigen Bildaufnahmeverrichtung kann für sämtliche Transportgeschwindigkeiten des Druckwerks eine vorgegebene Bewegungsunschärfe erzielt werden. Hierdurch wird der Vergleich mit einem vorgegebenen Referenzbild erleichtert. Insbesondere werden Merkmale in sämtlichen Bereichen einer Gegenstandszeile gleichmäßig berücksichtigt und es werden Moiré-Effekte weitestgehend unterdrückt.

[0018] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Pixelsensoren als CMOS-Pixelsensoren ausgebildet sind. Da CMOS-Pixelsensoren während der Belichtung nicht inaktiv gesetzt werden können, kann das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft auch mit diesen Sensoren durch-

geführt werden, da keine Inaktivsetzung der CMOS-Sensoren erforderlich ist und die Unterdrückung der Belichtung des Pixelsensors durch eine Deaktivierung der Beleuchtung erfolgt.

[0019] Um einen besonders raschen Anstieg der Beleuchtungsintensität und somit eine präzise Beleuchtung des Druckwerks zu erzielen, kann vorgesehen sein, dass die Beleuchtungseinheit eine Anzahl von Leuchtdioden, insbesondere ausschließlich Leuchtdioden, aufweist.

[0020] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Steuereinheit während des Aufnahmeintervalls die folgenden Aufnahmeschritte vornimmt, nämlich

- die Pixelsensoren des Zeilensensors während eines Rücksetzzeitintervalls mit einer vorgegebenen Spannung beaufschlagt und rücksetzt,
- während eines, insbesondere an das Rücksetzzeitintervall anschließenden, Belichtungszeitintervalls Pixelsensoren belichtet und
- während eines, insbesondere an das Belichtungszeitintervall anschließenden, Messzeitintervalls die Werte der Pixelsensoren ausliest und zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung hält.

[0021] Um eine gleichbleibende Helligkeit bei weitestgehender Vermeidung von Moiré-Effekten zu erreichen, kann vorgesehen sein, dass die Steuereinheit ein pulsweitenmoduliertes Beleuchtungssignal erzeugt, das der Beleuchtungseinheit zugeführt ist, wobei die Beleuchtungseinheit das Druckwerk zumindest während des Belichtungszeitintervalls, insbesondere während des gesamten Aufnahmeintervalls, beleuchtet, wobei die Steuereinheit das Verhältnis zwischen Einschaltzeit und Periodendauer des Beleuchtungssignals so festlegt, dass es dem Verhältnis zwischen der Dauer des Belichtungszeitintervalls bei Nenngeschwindigkeit und der Dauer des Belichtungszeitintervalls bei der momentanen Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks entspricht.

[0022] Ein vorteilhaftes Beleuchtungssignal zur Ansteuerung von Leuchtdioden kann erzielt werden, wenn dass die Steuereinheit die Periodendauer auf $TS = \Delta T/N$ festlegt, wobei N eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1 ist.

[0023] Schließlich kann zur Vereinfachung der Ansteuerung von Beleuchtungseinheit und Aufnahmeeinheit vorgesehen sein, dass die Steuereinheit das Beleuchtungssignal mit dem Aufnahmeintervall synchronisiert, wobei gegebenenfalls das Beleuchtungssignal am Beginn des Aufnahmeintervalls oder des Rücksetzzeitintervalls eine steigende oder fallende Flanke aufweist.

[0024] Die Erfindung wird anhand eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels näher dargestellt, wobei auch die Unterschiede und Vorteile gegenüber dem Stand der Technik diskutiert werden.

[0025] Fig. 1 zeigt eine Aufnahmeeinheit, eine Beleuchtungseinheit, ein Transportband und ein mit dem Transportband transportiertes Druckwerk von der Seite.

Fig. 2 zeigt schematisch die Steuerung der Aufnahme sowie der Beleuchtung. **Fig. 3** zeigt die Belichtungssteuerung mit einem CMOS-Pixelsensor. **Fig. 4** zeigt schematisch das aufzunehmende Druckwerk sowie einige darauf befindliche Merkmale. **Fig. 5** zeigt die Aufnahme eines Druckwerks bei Nenngeschwindigkeit. **Fig. 6** zeigt die Aufnahme mit einem bekannten Verfahren bei einer Transportgeschwindigkeit unterhalb der Nenngeschwindigkeit, die zu Moiré-Effekten führt. **Fig. 7** zeigt die Aufnahme mit einem bevorzugten erfindungsgemäßen Verfahren bei einer Transportgeschwindigkeit unterhalb der Nenngeschwindigkeit.

[0026] **Fig. 1** zeigt eine Aufnahmeeinheit 1 mit einem Zeilensensor 2 mit einer Anzahl von Pixelsensoren 12 und einer Optik 3. Bei den einzelnen Pixelsensoren 12 des Zeilensensors handelt es sich um CMOS-Pixelsensoren. Die Aufnahmeeinheit 1 ist auf eine Transporteinheit 5 gerichtet, auf der ein Druckwerk 4 transportiert wird. Die Transporteinheit 5 ist in dieser besonderen Ausführungsform der Erfindung ein Transportband, das Druckwerk 4 ist beispielsweise ein Geldschein. Die Transporteinheit 5 bewegt das Druckwerk 4 in die durch den Pfeil angedeutete Richtung. Während des Transports wird das Druckwerk 4 von einer Beleuchtungseinheit 6 beleuchtet.

[0027] **Fig. 2** zeigt schematisch die Belichtungssteuerung. Die Transporteinheit 5 verfügt über eine Messeinheit 9, die die Geschwindigkeit v des Druckwerks 4 oder den vom Druckwerk 4 zurückgelegten Weg s in zeitlichen Abständen ermittelt. Diese von der Messeinheit 9 erstellten Messwerte werden einer Steuereinheit 7 zugeführt, die abhängig von den Messwerten s , v die Beleuchtungseinheit 6 sowie die Aufnahmeeinheit 1 ansteuert. Die Steuereinheit übermitteln der Aufnahmeeinheit ein Steuersignal C , mit dem die Aufnahme gesteuert wird und die Aufnahmeeinheit 1 in unterschiedliche Betriebszustände, im folgenden Ausführungsbeispiel Rücksetzen, Belichten und Messen, gesetzt wird. Die von dem in der Aufnahmeeinheit 1 befindlichen Zeilensensor 2 erstellten Zeilenbilder ZB werden in einer der Aufnahmeeinheit 1 nachgeschalteten Bilderstellungseinheit 8 zu einem Flächenbild zusammengesetzt.

[0028] **Fig. 3** zeigt die Belichtung der einzelnen Pixelsensoren 12 des Zeilensensors 2, die für sämtliche Pixelsensoren 12 gleich erfolgt. Während eines Rücksetzzeitintervalls T_0 wird der Pixelsensor 12 aufgrund des von der Steuereinheit abgegebenen Steuersignals C rückgesetzt, hierfür wird ihm eine vorgegebene Reset-Spannung V_0 , etwa 3V, aufgeprägt. Während eines anschließenden Belichtungszeitintervalls T_1 wird der Pixelsensor 12 aufgrund des von der Steuereinheit abgegebenen Steuersignals C belichtet, wobei abhängig von der Stärke der Belichtung die Spannung V am Ausgang des Pixelsensors 12 abnimmt. Am Ende des Belichtungszeitintervalls T_1 liegt am Pixelsensor 12 eine Spannung V_X an. Während eines weiteren anschließenden Messzeitintervalls T_2 wird aufgrund des von der Steuereinheit abgegebenen Steuersignals C die Spannungsdifferenz ΔV

zwischen der Reset-Spannung V_0 und der am Ende des Belichtungszeitintervalls T_1 anliegenden Spannung V_X ermittelt. Die von sämtlichen Pixelsensoren 12 des Zeilensensors 2 ermittelten Spannungsdifferenzen ΔV werden an die Bilderstellungseinheit 8 als Helligkeitswerte weitergeleitet.

[0029] Für die Prüfung des Druckwerks 4 wird sowohl in die durch einen Pfeil angedeutete Fortbewegungsrichtung als auch normal hierzu eine räumliche Auflösungsbreite von 0.1 mm verwendet. In **Fig. 4** ist ein Druckwerk 4 dargestellt, wobei zur Veranschaulichung lediglich vier Spalten S und sechs Zeilen Z dargestellt sind. Typischerweise weist ein Druckwerk 4 Längen und Breiten von einigen Zentimetern auf, sodass bei realen Anwendungsbeispielen wesentlich mehr Zeilen Z und Spalten S zur Verfügung stehen, als in **Fig. 4** dargestellt sind. **Fig. 4** zeigt das vereinfachte Druckwerk 4 mit mehreren Merkmalen 11, die wesentlich feiner aufgelöst sind als die für die Prüfung des Druckwerks 4 verwendete Abtastbreite Δs . Die Spalten S sind in der durch den Pfeil angedeuteten Fortbewegungsrichtung angeordnet, die Zeilen Z liegen normal dazu auf dem Druckwerk 4. Für jede Spalte S steht jeweils ein im Zeilensensor 2 angeordneter Pixelsensor 12 zur Verfügung. Weiters sind zwei Bildbereiche A_1 , A_2 herausgegriffen, die jeweils einem Pixel im zu erstellenden Bild entsprechen und deren Abbildung in den folgenden Beispielen näher erläutert wird. Der Gegenstand 4 weist Merkmale 11 auf, die wesentlich feiner aufgelöst sind als die Abtastbreite Δs .

[0030] Die Vorgehensweise des vorliegenden Ausführungsbeispiels der Erfindung wird lediglich bei einem einzigen Pixelsensor 12 demonstriert. Die übrigen Pixelsensoren 12 sind auf dieselbe Art angesteuert.

[0031] **Fig. 5** zeigt die Aufnahme von zwei Bildbereichen A_1 , A_2 des Druckwerks 4 bei einer Nenngeschwindigkeit v_1 von 10 m/s mit einem der Pixelsensoren 12 des Zeilensensors 2. Im oberen Bereich wird die Reflektivität R des momentan im Aufnahmebereich des Pixelsensors 12 des Zeilensensors 2 befindlichen Teils des Druckwerks 4 dargestellt, wobei das Druckwerk 4 Merkmale 11 aufweist, die feiner sind als die Abtastbreite Δs . Im unteren Teil der **Fig. 5** wird die am Ausgang des Pixelsensors 12 anliegende Spannung V dargestellt. Bei dieser Geschwindigkeit v_1 bewegt sich das Druckwerk 4 so schnell, dass das Druckwerk 4 in 10 μs um die Abtastbreite Δs normal zur Zeilenrichtung, d. h. in Fortbewegungsrichtung, fortbewegt wird. Die Aufnahme einer Gegenstandszeile, die bei dieser Ausführungsform normal zur Fortbewegungsrichtung liegt, erfolgt während dieses Aufnahmeintervalls. In **Fig. 5** sind zwei Aufnahmen eines Pixelsensors 12 des Zeilensensors 2 dargestellt, die jeweils 10 μs dauern. Die Geschwindigkeit $v_1 = 10$ m/s, die Abtastbreite Δs beträgt 0.1 mm, ein Aufnahmeintervall ΔT beträgt 10 μs . Von der zur Verfügung stehenden Zeit von 10 μs entfallen 0.5 μs auf den Rücksetzvorgang, der während eines Rücksetzzeitintervalls T_0 erfolgt und 1 μs auf den Messvorgang, der während eines Messzeitintervalls T_2 erfolgt. Die übrigen 8.5 μs

des Belichtungszeitintervalls T_1 werden zur Belichtung des Zeilensensors 2 bzw. des einzelnen Pixelsensors 12 genutzt.

[0032] Wie aus der **Fig. 5** zu sehen ist, gehen die Reflektivitätswerte R beinahe aller Merkmale 11 des Druckwerkes 4 in den jeweils erzielten Messwert ΔV_1 , ΔV_2 ein. Lediglich diejenigen Merkmale 11, die sich gerade während des Rücksetzzeitintervalls T_0 und des Messzeitintervalls T_2 im Aufnahmebereich des Zeilensensors 2 befinden, sind von der Messung nicht erfasst. Die nicht detektierbaren Merkmale 11 des Druckwerkes 4 sind in **Fig. 5** schraffiert dargestellt. Sofern das Rücksetzzeitintervall T_0 und das Messzeitintervall T_2 bzw. der während dieser Zeitintervalle T_0 , T_2 zurückgelegte Weg klein oder kurz gegenüber dem für die Belichtung zur Verfügung stehenden Belichtungszeitintervall T_1 bzw. des während des Belichtungszeitintervalls T_1 zurückgelegten Weges ist, werden im Durchschnitt sämtliche Merkmale 11 gleich gut abgebildet. In der Praxis können solche Effekte, die durch ein kleines Rücksetzzeitintervall T_0 und das Messzeitintervall T_2 hervorgerufen werden, vernachlässigt werden, da die Optik 3 eine Unschärfe aufweist und die Belichtung daher auch über Nachbarbereiche erfolgt.

[0033] **Fig. 6** zeigt die Aufnahme desselben Druckwerkes 4 bei verringerter Geschwindigkeit v_2 nach dem Verfahren gemäß dem Stand der Technik, wobei die Geschwindigkeit v_2 des Druckwerkes 4 der halben Nenngeschwindigkeit v_1 entspricht. Die Messeinheit 9 detektiert eine Verringerung der Geschwindigkeit auf einen Wert von v_2 und verlängert das Aufnahmeintervall ΔT entsprechend, sodass das Druckwerk 4 während eines Aufnahmeintervalls ΔT jeweils die Abtastbreite Δs zurücklegt. Die Aufnahme desselben Bildbereichs A_1 , A_2 auf dem Druckwerk 4 benötigt die doppelte Zeit. Im vorliegenden Fall beträgt die Geschwindigkeit $v_2 = v_1/2 = 5$ m/s, die Abtastbreite Δs beträgt, wie auch beim ersten Beispiel, 0.1 mm, ein Aufnahmeintervall ΔT beträgt folglich $\Delta T = \Delta s/v_2 = 20$ μ s.

[0034] Von der zur Verfügung stehenden Zeit von 20 μ s entfallen wie beim Vorgehen mit voller Geschwindigkeit v_1 jeweils 0.5 μ s auf das Rücksetzzeitintervall T_0 , ebenso beträgt das Messzeitintervall T_2 wie beim Vorgehen mit voller Geschwindigkeit 1 μ s. Würden die übrigen 18.5 μ s des Belichtungszeitintervalls T_1 zur Belichtung des Zeilensensors 2 bzw. des jeweiligen Pixelsensors 12 genutzt, so würde die ermittelte Helligkeit aufgrund der längeren Belichtungszeit wesentlich höher ausfallen. Um eine gleiche Belichtungszeit zu erzielen, wird beim Stand der Technik die Belichtungszeit, somit das Belichtungszeitintervall T_1 auf die bei Nenngeschwindigkeit v_1 zur Verfügung stehende Belichtungszeit verkürzt. Diese beträgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel 8.5 μ s. Somit verbleibt ein Restzeitintervall T_3 von 10 μ s. Während dieses Restzeitintervalls T_3 wird der jeweilige Pixelsensor 12 auf die Rücksetzspannung v_0 gesetzt gehalten.

[0035] Will man mit der in **Fig. 6** dargestellten Vorgehensweise Bildaufnahmen durchführen, so treten bei fei-

nen Merkmalen 11 bzw. Strukturen Moiré-Effekte verstärkt auf. In jedem der beiden Bildbereiche A_1 , A_2 liegen jeweils zwei helle Bereiche $A_{1,h}$, $A_{2,h}$ mit hoher Reflektivität R und zwei dunkle Bereiche $A_{1,l}$, $A_{2,l}$ mit geringer Reflektivität R vor. Bei dem in **Fig. 5** dargestellten Verfahren, bei dem sich das Druckwerk 4 mit Nenngeschwindigkeit v_1 bewegt, wurde für die beiden Bildbereiche A_1 , A_2 ein annähernd gleicher Messwert ΔV_1 , ΔV_2 als Helligkeitswert ermittelt. Sowohl die hellen Bereiche als auch die dunklen Bereiche $A_{1,l}$, $A_{2,l}$, $A_{1,h}$, $A_{2,h}$ wurden - jeweils gewichtet - im Messwert ΔV_1 berücksichtigt.

[0036] Bei der in **Fig. 6** dargestellten Ausführungsform besteht hingegen das Problem, dass bei geringerer Transportgeschwindigkeit v_2 des Druckwerkes 4 lediglich ein Teilbereich zur Ermittlung des jeweiligen Helligkeitswerts herangezogen wird. Im vorliegenden Fall wird ausschließlich der zuerst in den Aufnahmebereich gelangende Teil des Bildbereichs A_1 , A_2 berücksichtigt, während der nachfolgende Bildbereich völlig unberücksichtigt bleibt. Auch eine Vertauschung des Belichtungszeitintervalls T_1 mit dem Restzeitintervall T_3 würde keine Abhilfe schaffen, da hier entsprechend andere Teilbereiche des jeweiligen Bildbereichs A_1 , A_2 unberücksichtigt blieben und Moiré-Effekte auftreten würden.

[0037] **Fig. 7** zeigt die Aufnahme desselben Druckwerkes 4 bei der verringerten Geschwindigkeit $v_2 = v_1/2$ nach dem bevorzugten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens. Wie beim zweiten Ausführungsbeispiel werden bei der Verringerung der Geschwindigkeit die Aufnahmeintervalle ΔT entsprechend verlängert. Im Gegensatz zu dem in **Fig. 6** erläuterten Vorgehen wird lediglich eine Unterteilung in drei Zeitintervalle vorgenommen, nämlich in ein Rücksetzzeitintervall T_0 , ein Belichtungszeitintervall T_1 und ein Messzeitintervall T_2 . Das Rücksetzzeitintervall T_0 und das Messzeitintervall T_2 betragen, wie auch bei den in **Fig. 5** und **Fig. 6** dargestellten Vorgehensweisen jeweils 0.5 μ s und 1 μ s. Das Belichtungszeitintervall T_1 beträgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel 18.5 μ s.

[0038] Um eine übermäßige Belichtung zu vermeiden, wird anstelle einer kürzeren Belichtungszeit, d. h. einer kürzeren Zeit, in der der jeweilige Pixelsensor 12 zur Aufnahme aktiviert ist, eine kürzere Beleuchtungszeit gewählt; dies ist die Zeit, in der das abzubildende Druckwerk 4 von der Beleuchtungseinheit 6 beleuchtet wird. Die Aufnahmen des Druckwerkes 4 finden dabei - zumindest für die infrage kommenden Wellenlängenbereiche - ohne Hintergrundbeleuchtung statt. Die Ansteuerung der Beleuchtungseinheit 6 erfolgt im vorliegenden Ausführungsbeispiel mittels Pulsweitenmodulation.

[0039] Bei einer Pulsweitenmodulation wird eine Frequenz vorgegeben, die einem Vielfachen der Abtastfrequenz entspricht. Es wird ein Beleuchtungssignal B erstellt, das der Beleuchtungseinheit 6 von der Steuereinheit 7 zugeführt wird. Dieses Beleuchtungssignal ist annähernd periodisch und weist im vorliegenden Fall eine Periodendauer von $TS = \Delta T/5$ auf. Am Beginn jeder Periode wird das Beleuchtungssignal B aktiv gesetzt, die

Beleuchtungseinheit 6 wird aktiviert. Zu einem späteren Zeitpunkt während der Periodendauer wird das Signal deaktiviert. Je nachdem, wann während der Periode das Beleuchtungssignal B inaktiv gesetzt wird, kann die Beleuchtungszeit kürzer oder länger gestellt werden. Wird das Beleuchtungssignal B sehr spät inaktiv gesetzt, so wird das Druckwerk 4 beinahe während der gesamten Periode TS beleuchtet. Wird das Beleuchtungssignal B sehr früh inaktiv gesetzt, ist die jeweilige Beleuchtungsdauer insgesamt kürzer. Die Zeitspanne innerhalb einer Periode, in der das Beleuchtungssignal B aktiv gesetzt ist, wird als Einschaltzeit T_{on} bezeichnet, die übrige Zeitspanne, in der das Beleuchtungssignal B inaktiv gesetzt ist, wird als Ausschaltzeit T_{off} bezeichnet.

[0040] Das Verhältnis zwischen Einschaltzeit und Periodendauer wird vorteilhafterweise so festgelegt, dass es dem Verhältnis zwischen der Dauer des Belichtungsintervalls T_1 bei Nenngeschwindigkeit v_1 und der Dauer des Belichtungsintervalls T_1 bei der momentanen Geschwindigkeit v_2 des Druckwerks entspricht. Im vorliegenden Fall ergibt sich für das Verhältnis zwischen Einschaltzeit und Periodendauer $8.5 \mu s / 18.5 \mu s = 0.459$. Bei einer Periodendauer von $TS = \Delta T / 5 = 4 \mu s$ beträgt die Einschaltzeit etwa $1.84 \mu s$, die Ausschaltzeit $2.16 \mu s$.

[0041] Wenn die Geschwindigkeit des Gegenstands 4 der Nenngeschwindigkeit v_1 entspricht, dann beträgt das Verhältnis zwischen Einschaltzeit zu Periodendauer entsprechend $8.5 \mu s / 8.5 \mu s = 1$. Es kann somit bei der Bewegung des Gegenstands 4 mit Nenngeschwindigkeit v_1 eine durchgehende Beleuchtung eingestellt werden. Unterschreitet die hingegen Geschwindigkeit des Gegenstands 4 die Nenngeschwindigkeit v_1 , so wird als Beleuchtungssignal B ein PWM-Signal gewählt.

[0042] Beleuchtet man nun, wie in **Fig. 7** dargestellt, während eines ersten Aufnahmeintervalls ΔT das Druckwerk 4 mit einem pulsweitenmodulierten Beleuchtungssignal B mit einem Verhältnis von Einschaltzeit zu Periodendauer von 0.459, so erzielt man Messwerte, die im Wesentlichen denjenigen Messwerten entsprechen, die bei der Nenngeschwindigkeit v_1 aufgenommen wurden. Die Moiré-Effekte, die bei der verkürzten Belichtungszeit, wie in **Fig. 6** beschrieben, auftreten, können somit vermieden werden.

[0043] Prinzipiell ist es auch möglich, anstelle eines pulsweitenmodulierten Beleuchtungssignals B ein nicht dargestelltes Beleuchtungssignal B heranzuziehen, das in seiner Beleuchtungsintensität gegenüber dem in **Fig. 7** dargestellten Beleuchtungssignal B eine verringerte Amplitude aufweist. Sofern Leuchtdioden als Beleuchtungseinheiten 6 verwendet werden, empfiehlt sich jedoch aufgrund der geringen Ansprechzeiten die Verwendung eines pulsweitenmodulierten Beleuchtungssignals B.

[0044] Üblicherweise treten Abweichungen der Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks 4 gegenüber dem Zeilensensor 2 in Form einer Verlangsamung auf. Wenn die Bewegungsgeschwindigkeit v des Druckwerks auch ansteigen kann, so ist es vorteilhaft, die höchst-

mögliche Geschwindigkeit als Nenngeschwindigkeit v_1 festzulegen und bei Vorliegen einer geringeren Geschwindigkeit v_2 des Druckwerks 4 die oben dargestellte Modulation des Beleuchtungssignals B vorzunehmen.

Patentansprüche

- Verfahren zur Aufnahme eines Zeilenbilds eines Druckwerks (4) mit einem Zeilensensor (2), wobei das Druckwerk (4) am Zeilensensor (2) vorbei bewegt wird, und das Aufnahmeintervall (ΔT) an die Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks (4) angepasst wird, sodass während des Aufnahmeintervalls (ΔT) jeweils eine Zeile (Z) des Druckwerks (4) aufgenommen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtung des Druckwerks (4) reduziert wird, wenn die Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks (4) eine vorgegebenen Nenngeschwindigkeit (v_1) unterschreitet, wobei zur Verringerung der Beleuchtung das Druckwerk (4) nur während bestimmter Zeitabschnitte innerhalb eines Aufnahmeintervalls (ΔT) beleuchtet wird, und dass bei dieser verringerten Beleuchtung ein Zeilenbild erstellt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Aufnahmeintervalls (ΔT) die folgenden Aufnahmeschritte vorgenommen werden:
 - die Pixelsensoren (12) des Zeilensensors werden während eines Rücksetzzeitintervalls (T_0) mit einer vorgegebenen Spannung (V_0) beaufschlagt und rückgesetzt,
 - während eines, insbesondere an das Rücksetzzeitintervall (T_0) anschließenden, Belichtungszeitintervalls (T_1) Pixelsensoren (12) belichtet und
 - während eines folgenden, insbesondere an das Belichtungszeitintervall (T_1) unmittelbar anschließenden, Messzeitintervalls (T_2) werden die Werte der Pixelsensoren (12) ausgelesen.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckwerk (4) während des Belichtungszeitintervalls (T_1), insbesondere während des gesamten Aufnahmeintervalls (ΔT), mit einer durch ein pulsweitenmoduliertes Beleuchtungssignal (B) geregelten Beleuchtungsfolge beleuchtet wird, wobei das Verhältnis zwischen Einschaltzeit und Periodendauer des Beleuchtungssignals (B) so festgelegt wird, dass es dem Verhältnis zwischen der Dauer des Belichtungszeitintervalls (T_1) bei Nenngeschwindigkeit (v_1) und der Dauer des Belichtungszeitintervalls (T_1) bei der momentanen Geschwindigkeit (v_2) des Druckwerks (4) entspricht.
- Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprü-

che, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Periodendauer (TS) des Beleuchtungssignals (B) auf $TS = \Delta T/N$ festgelegt wird, wobei N eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1 ist.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Beleuchtungssignal (B) mit dem Aufnahmeintervall (ΔT) synchronisiert ist, wobei gegebenenfalls das Beleuchtungssignal (B) am Beginn des Aufnahmeintervalls (ΔT) oder des Rücksetzzeitintervalls (T_0) eine steigende oder fallende Flanke aufweist.

6. Bildaufnahmevorrichtung zur Aufnahme von Bildern umfassend

- eine Aufnahmeeinheit (1) mit einem Zeilensensor (2) umfassend eine Anzahl von Pixelsensoren (12) und mit einer Optik (3),
- eine Transporteinheit (5) zum Transport des Druckwerks (4) sowie eine Messeinheit (9) zur Ermittlung der Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks (4) während des Transports,
- eine Beleuchtungseinheit (6) zur Beleuchtung des Druckwerks (4) während seiner Aufnahme, sowie
- eine Steuereinheit (7), die das Aufnahmeintervall (ΔT) an die Bewegungsgeschwindigkeit des Druckwerks (4) anpasst, sodass während jedes Aufnahmeintervalls (ΔT) jeweils eine Zeile (Z) des Druckwerks (4) in den Aufnahmebereich des Zeilensensors (2) gelangt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (7) bei Unterschreitung einer vorgegebenen Nenngeschwindigkeit (v_1) des Druckwerks (4) die Beleuchtung des Druckwerks (4) reduziert, indem es ein Beleuchtungssignal (B) erstellt und an die Beleuchtungseinheit (6) leitet, wobei die Beleuchtungseinheit (6) das Druckwerk (4) nur während der durch das Beleuchtungssignal (B) bestimmten Zeitabschnitte innerhalb Aufnahmeintervalls (ΔT) beleuchtet.

7. Bildaufnahmevorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pixelsensoren (12) als CMOS-Pixelsensoren ausgebildet sind.

8. Bildaufnahmevorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinheit (6) eine Anzahl von Leuchtdioden, insbesondere ausschließlich Leuchtdioden, aufweist.

9. Bildaufnahmevorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (7) während des Aufnahmeintervalls (ΔT) die folgenden Aufnahmeschritte vornimmt, nämlich

- die Pixelsensoren (12) des Zeilensensors während eines Rücksetzzeitintervalls (T_0) mit einer vorgegebenen Spannung (V_0) beaufschlagt und rücksetzt,

- während eines, insbesondere an das Rücksetzzeitintervall (T_0) anschließenden, Belichtungszeitintervalls (T_1) Pixelsensoren (12) beleuchtet und

- während eines, insbesondere an das Belichtungszeitintervall (T_1) anschließenden, Messzeitintervalls (T_2) die Werte der Pixelsensoren (12) ausliest und zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung hält.

10. Bildaufnahmevorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (7) ein pulsweitenmoduliertes Beleuchtungssignal (B) erzeugt, das der Beleuchtungseinheit (6) zugeführt ist, wobei die Beleuchtungseinheit (6) das Druckwerk (4) zumindest während des Belichtungszeitintervalls (T_1), insbesondere während des gesamten Aufnahmeintervalls (ΔT), beleuchtet, wobei die Steuereinheit (7) das Verhältnis zwischen Einschaltzeit und Periodendauer des Beleuchtungssignals (B) so festlegt, dass es dem Verhältnis zwischen der Dauer des Belichtungszeitintervalls (T_1) bei Nenngeschwindigkeit (v_1) und der Dauer des Belichtungszeitintervalls (T_1) bei der momentanen Bewegungsgeschwindigkeit (v_2) des Druckwerks (4) entspricht.

11. Bildaufnahmevorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (7) die Periodendauer (TS) auf $TS = \Delta T/N$ festlegt, wobei N eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1 ist.

12. Bildaufnahmevorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit (7) das Beleuchtungssignal (B) mit dem Aufnahmeintervall (ΔT) synchronisiert, wobei gegebenenfalls das Beleuchtungssignal (B) am Beginn des Aufnahmeintervalls (ΔT) oder des Rücksetzzeitintervalls (T_0) eine steigende oder fallende Flanke aufweist.

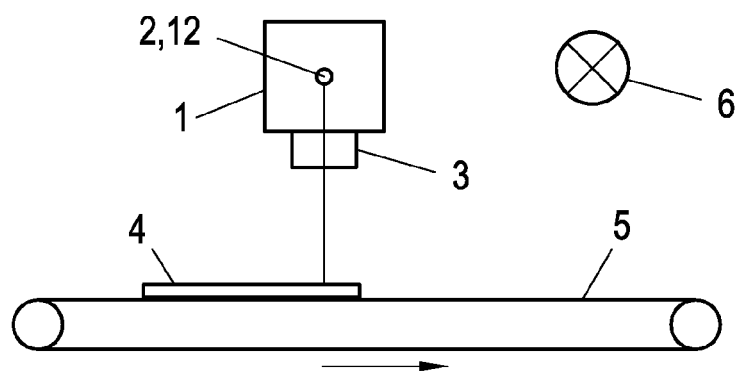


Fig. 1

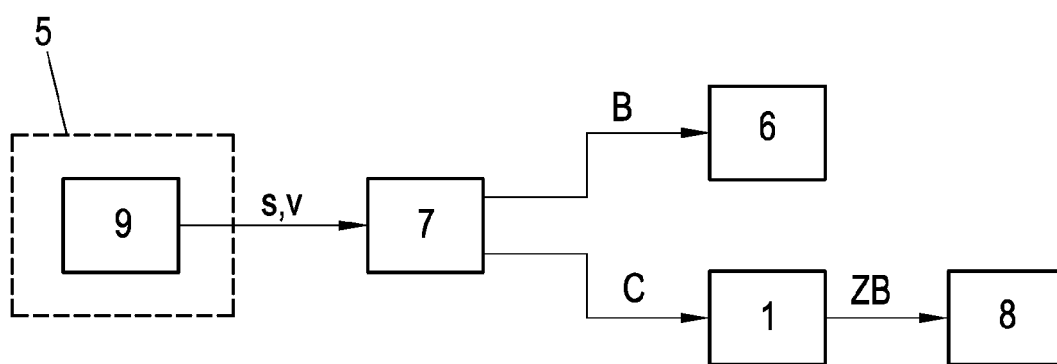


Fig. 2

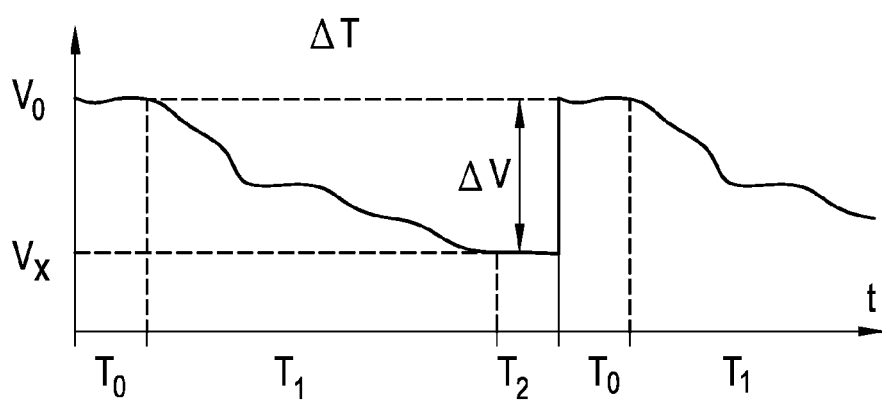


Fig. 3

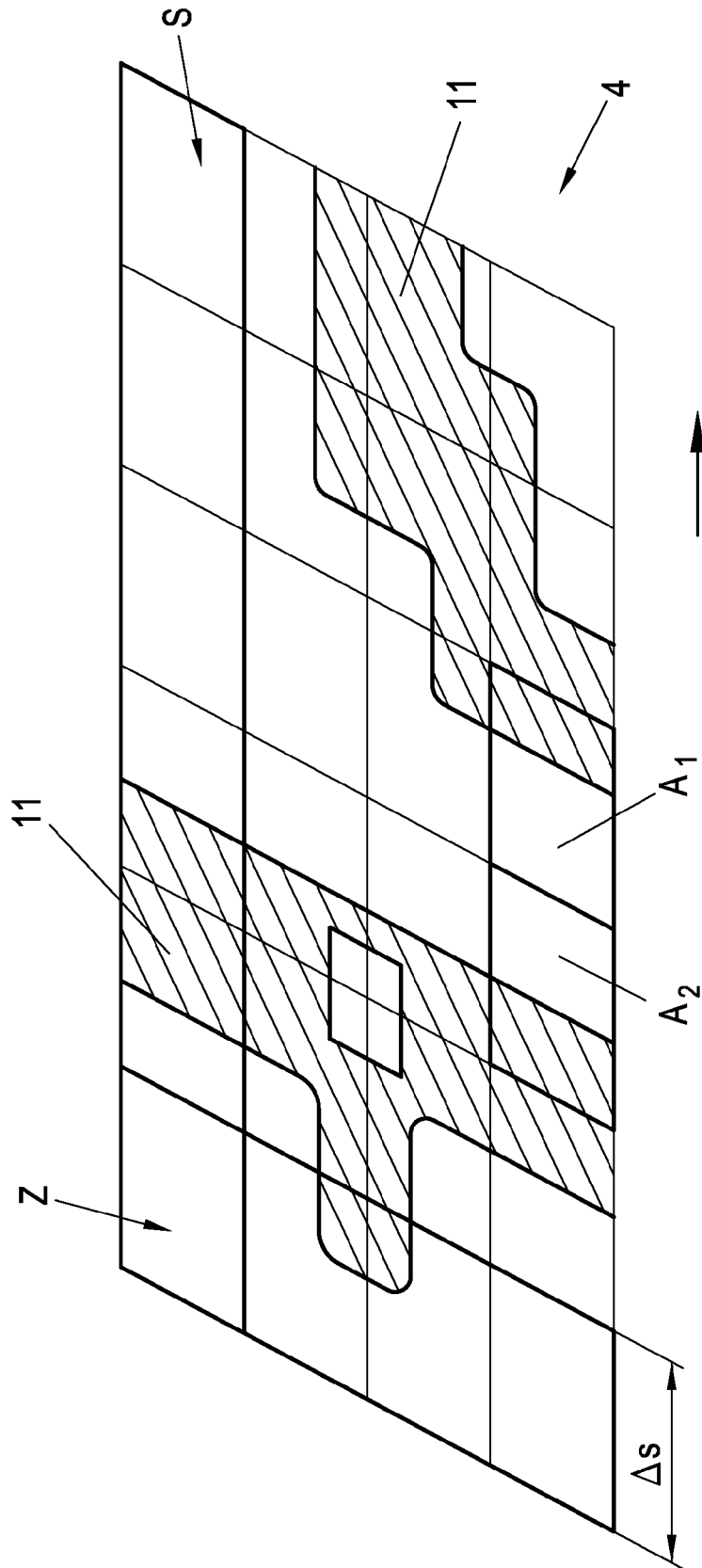


Fig. 4

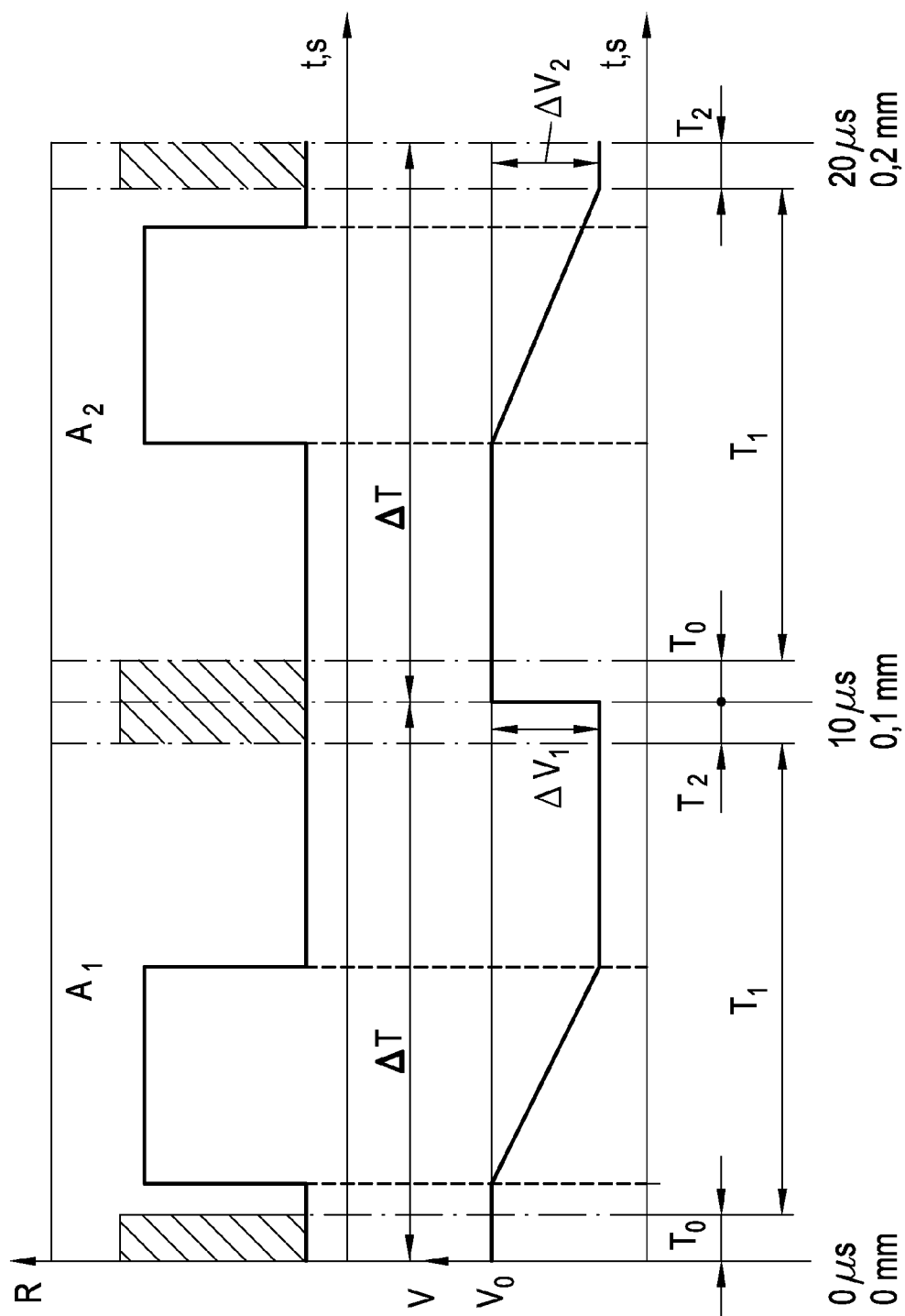


Fig. 5

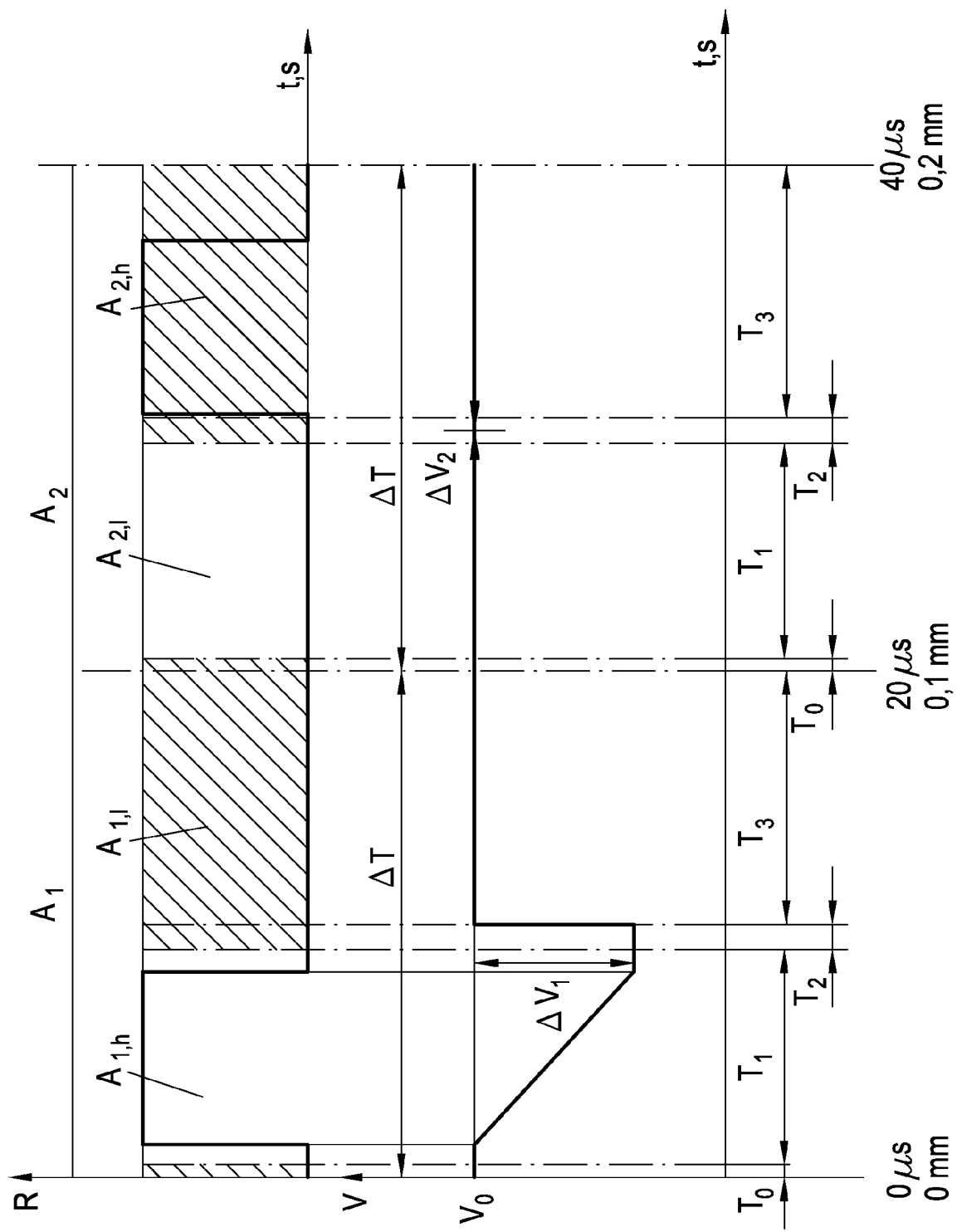


Fig. 6

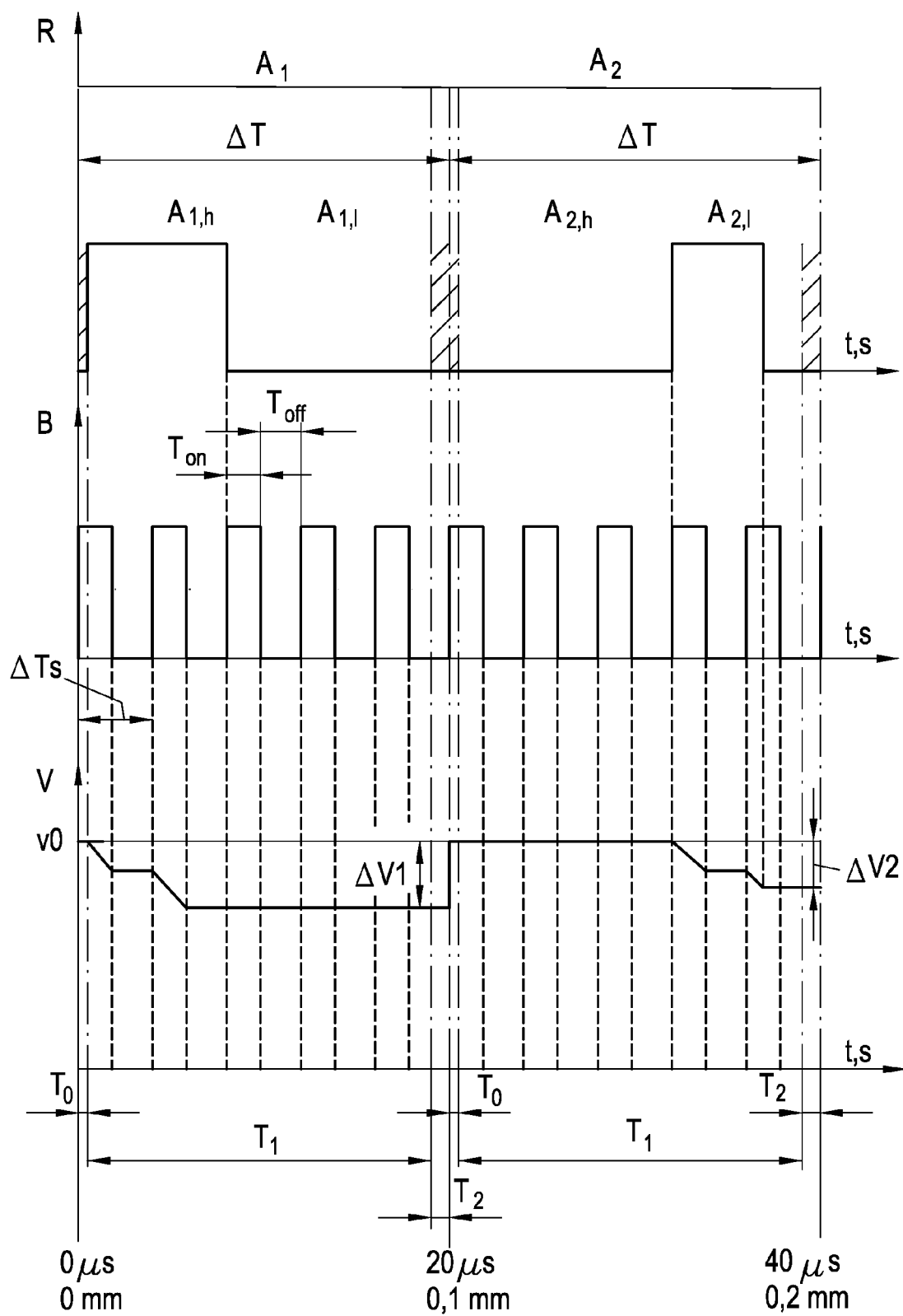


Fig. 7