

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
26. Oktober 2012 (26.10.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/143554 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04N 9/31 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057379

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. April 2012 (23.04.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 018 597.6
21. April 2011 (21.04.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **VRMAGIC GMBH** [DE/DE]; Augustaanlage
32, 68165 Mannheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SICHLER, Stefan**
[DE/DE]; Im Kaisergewann 10, 68239 Mannheim (DE).
MENKEN, Oliver [DE/DE]; Werderstraße 30, Mannheim
68165 (DE).

(74) Anwalt: **THEWS, Gustav**; Augustaanlage 32, 68165
Mannheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

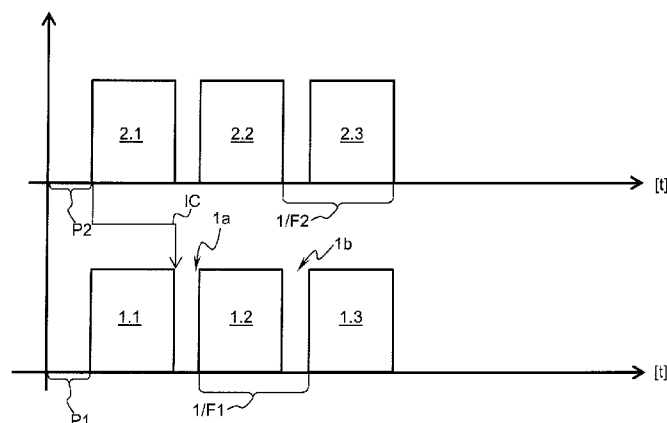
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A CAMERA AND A PROJECTOR IN A SYNCHRONIZED MANNER

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM SYNCHRONISIERTEN BETRIEB EINER KAMERA UND EINES PROJEKTORS

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for synchronizing a camera (1) that has an image sensor with a projector (2) that can generate a synchronization signal (2.1) which corresponds to the projector frame rate. The projector (2) is operated with a frame rate (F2), and the camera (1) is operated with a frame rate (F1). A blanking interval (1a, 1b) is formed between individual images (1.1, 1.2, 1.3), and the synchronization signal (2.1) of the projector (2) is provided for controlling the camera (1). In order to match a phase (P1) of the frame rate (F1) of the camera (1) to a phase (P2) of the frame rate (F2) of the projector (2) and/or in order to match the frame rate (F1) of the camera (1) to the frame rate (F2) of the projector (2), one or more blanking intervals (1a, 1b) between the individual images (1.1) to (1.3) of the camera (1) are varied dependent on the synchronization signal (2.1) of the projector (2). For this purpose, a control circuit (3.1) carries out a comparison between the phase (P1) of the frame rate (F1) of the camera (1) and the phase (P2) of the frame rate (F2) of the projector (2) and/or between the frame rate (F1) of the camera (1) and the frame rate (F2) of the projector (2), wherein the trigger input of the image sensor (1) is not activated for the matching process.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/143554 A2



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur zeitlichen Abstimmung einer einen Bildsensor aufweisenden Kamera (1) mit einem Projektor (2), der ein seiner Bildfrequenz entsprechendes Synchronisationssignal (2.1) erzeugen kann, bei dem der Projektor (2) mit einer Bildfrequenz (F2) betrieben wird, die Kamera (1) mit einer Bildfrequenz (F1) betrieben wird, wobei zwischen einzelnen Bildern (1.1, 1.2, 1.3) eine Austastlücke (1a, 1b) gebildet wird und das Synchronisationssignal (2.1) des Projektors (2) zur Steuerung der Kamera (1) bereitgestellt wird. Zwecks Anpassung einer Phase (P1) der Bildfrequenz (F1) der Kamera (1) an eine Phase (P2) der Bildfrequenz (F2) des Projektors (2) und/oder zwecks Anpassung der Bildfrequenz (F1) der Kamera (1) an die Bildfrequenz (F2) des Projektors (2) werden eine oder mehrere Austastlücken (1a, 1b) zwischen den einzelnen Bildern (1.1) bis (1.3) der Kamera (1) in Abhängigkeit von dem Synchronisationssignal (2.1) des Projektors (2) variiert werden und hierzu durch einen Regelkreis (3.1) ein Vergleich zwischen der Phase (P1) der Bildfrequenz (F1) der Kamera (1) und der Phase (P2) der Bildfrequenz (F2) des Projektors (2) und/oder zwischen der Bildfrequenz (F1) der Kamera (1) und der Bildfrequenz (F2) des Projektors (2) erfolgt, wobei der Trigger-Eingang des Bildsensors (1) für die Anpassung nicht angesteuert wird.

Verfahren zum synchronisierten Betrieb einer Kamera und eines Projektors

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur zeitlichen Abstimmung einer einen Bildsensor aufweisenden Kamera mit einem Projektor, der ein seiner Bildfrequenz entsprechendes Synchronisationssignal bzw. Trigger-Signal erzeugen kann, bei dem der Projektor mit einer Bildfrequenz F_2 betrieben wird, die Kamera mit einer Bildfrequenz F_1 betrieben wird, wobei zwischen einzelnen Bildern eine Austastlücke gebildet wird und das Synchronisationssignal bzw. Trigger-Signal des Projektors zur Steuerung der Kamera bereitgestellt wird.

Zwecks Erstellung eines 3D-Bildes wird unter dem Terminus Technicus "Structured Light" die Anwendung einer Kamera mit einem Projektor verstanden. Hierbei wird mittels des Projektors der aufzunehmenden Szene ein Muster überlagert, aus dessen geometrischer Auswertung die 3D-Form der Szene ermittelt wird. Sowohl die Kamera bzw. der Bildsensor als auch der Projektor haben eine eigene Bildfrequenz F_1 , F_2 . Der Projektor strahlt das Muster mit der Bildfrequenz F_2 ab, während die Kamera bzw. der Bildsensor die einzelnen Bilder mit der Bildfrequenz F_1 aufnimmt, d. h. die Pixel des Bildsensors belichtet. Damit die geometrische Auswertung erfolgen kann, ist es wichtig, dass das jeweilige von der Kamera aufgenommene Bild über einen möglichst großen Teil der Belichtungszeit mit dem gewünschten Muster überlagert ist. Dies wiederum erfordert eine Synchronisation von Projektor und Kamera, sodass zumindest der Phasengang bei den Frequenzen F_1 , F_2 geregelt, mithin angeglichen ist. In diesem Fall sollten die beiden Frequenzen F_1 , F_2 bestenfalls gleich groß sein. Wenn dies nicht der Fall ist, müssen die Frequenzen F_1 , F_2 darüber hinaus entsprechend ange-

glichen werden. Erfüllt wäre die Bedingung gleichen Phasengangs jedoch auch, wenn sie zumindest in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander stünden.

Bei dem Einsatz von Kameras spricht man im nicht synchronisierten Fall von "Freerunning", also Freilauf. In diesem Betriebsmodus können auch günstige Kameras eine Bildfrequenz von ca. 60 Hz bis zu 69 Hz leisten, wobei das an die Belichtung anschließende Auslesen eines Bildes während des Belichtens des darauf folgenden Bildes erfolgen kann.

Wenn man solche Kameras aber im getriggerten Betrieb einsetzt, sinkt die Bildfrequenz auf 20 Hz bis 30 Hz. Dies ist begründet in der Architektur des Prozessors, weil dieser zunächst die Belichtung und das daran anschließende Auslesen eines Bildes abarbeiten muss, bevor die nächste Belichtung möglich ist. Damit die ursprüngliche Frequenz behalten werden könnte, müsste der Prozessor die Trigger-Signale des Projektors ungeachtet des Ausleseprozesses synchron zum Belichten abarbeiten können, sog. Pipeline-Triggern. Prozessoren günstiger Kameras können dies jedoch nicht.

Kameras, die im synchronisierten Betrieb bspw. 60 Hz leisten können, die also einen Pipeline-Trigger-Modus aufweisen, sind um den Faktor 2 bis 3 teurer als die günstigen Kameras.

Aus dem Application Report "Using the DLP Pico 2.0 Kit for Structured Light Applications" von Texas Instruments ist bereits ein Verfahren zum synchronisierten Betrieb einer Kamera bekannt. Wie auf Seite 12 ersichtlich stellt der Projektor (Pattern) einen Synchronisationsimpuls (Sync Pulse) zur Verfügung. Der Synchronisationsimpuls weist eine variable Verzögerung (Sync Delay) auf. Dies ermöglicht es, den Startpunkt des Synchronisationsimpulses zu verändern.

Somit können die Phasen beider Frequenzen synchronisiert werden. Dies setzt jedoch voraus, dass beide Frequenzen gleich groß sind oder in einem ganzzahligen Verhältnis zueinander stehen.

Aus der DE 696 28 956 T2 ist ein Verfahren zur Synchronisation der Aufzeichnung von Bildern durch eine Kamera und die Erzeugung von Daten, die die Position der Kamera festlegen, in einem System zum Abtasten eines Objektes und die Erzeugung von Daten, die Punkte im dreidimensionalen Raum festlegen, die den Punkten auf der Oberfläche des Objektes entsprechen, bekannt. Bei dem vorgenannten Verfahren ist eine Abtasteinrichtung vorgesehen, die zur Bewegung durch einen Bediener auf einem mehrgelenkigen Arm befestigt ist, über die das Objekt abgetastet werden kann und Daten von mehreren Punkten auf der Oberfläche des Objektes erfasst werden können, wobei die Abtasteinrichtung einen Laser zum Aussenden von Laserlicht auf die Oberfläche des Objektes sowie eine Kamera zur Erfassung des von der Oberfläche des Objektes reflektierten Laserlichts durch Aufzeichnen von Bildern zu Zeitpunkten, die von einem Synchronisationssignal festgelegt werden, aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: das Empfangen des Synchronisationssignals für die Kamera, das deren Bildaufzeichnungszeitpunkte festlegt und daraufhin das Erzeugen und Ausgeben von Triggerimpulsen an die Positionsrechnungseinrichtung.

Aus der DE 10 2006 002 077 A1 ist eine Einrichtung zum dreidimensionalen optischen Vermessen von Objekten mit einem topometrischen Messverfahren bekannt, bei dem Bilder von auf ein Objekt projizierten Projektmustern aufgenommen und ausgewertet werden. Die Einrichtung hat einen Projektor mit einer Lichtquelle, eine Bildaufnahmeeinheit und eine Bildauswertereinheit. Die Lichtquelle des Projektors ist eine

Lichtbogenlampe und die Bildaufnahmeeinheit wird in Abhängigkeit von der Lichtintensität der Lichtbogenlampe getriggert. Alternativ wird beschrieben, dass die Aufnahmeeinheit im nicht-getriggerten Modus, also im freilaufenden Modus, betrieben wird. In diesem Falle wird die Lichtbogenlampe bzw. deren Stromverlauf getriggert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zeitliche Abstimmung einer Kamera mit einem Projektor derart auszubilden, dass eine möglichst hohe Bildfrequenz der Kamera gewährleistet wird.

Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass zwecks Anpassung der Phase P1 der Bildfrequenz F1 der Kamera an die Phase P2 der Bildfrequenz F2 des Projektors und/oder zwecks Anpassung der Bildfrequenz F1 der Kamera an die Bildfrequenz F2 des Projektors mehrere Austastlücken zwischen den einzelnen Bildern der Kamera in Abhängigkeit von dem Synchronisationssignal des Projektors variiert werden und hierzu durch einen Regelkreis ein Vergleich zwischen der Phase P1 der Bildfrequenz F1 der Kamera und der Phase P2 der Bildfrequenz F2 des Projektors und/oder zwischen der Bildfrequenz F1 der Kamera und der Bildfrequenz F2 des Projektors erfolgt, wobei der Trigger-Eingang des Bildsensors hierfür nicht angesteuert wird. Hierdurch wird erreicht, dass der Startpunkt der Belichtung der Kamera bzw. des Bildsensors mit dem Startpunkt der Projektion des Projektors synchron erfolgt, ohne dass die Kamera bzw. der Bildsensor im Pipeline-Trigger-Modus betrieben werden muss. Die Vorteile eines Pipeline-Trigger-Modus der Kamera werden sozusagen auf dem erfindungsgemäßen Weg nachgebildet. Die Austastlücke ist eine bislang soweit feste Größe, die von der Belichtungszeit und der angewendeten Kamerafrequenz abhängig ist und die das eine Bild von dem darauf

folgenden Bild trennt. Im Trigger-Modus findet lediglich eine Veränderung der bzw. Anpassung der Pause zwischen den Startpunkten jeweils zwei aufeinander folgenden Bildern statt. Aber eine Anpassung bzw. Regelung der Austastlücke zwecks Anpassung der Frequenz F_1 des Bildsensors bzw. dessen Phase P_1 an die eines Projektors oder einer sonstigen, ein Synchronisationssignal abgebenden Einheit findet nicht statt.

Der Trigger-Eingang der Kamera kommt erfindungsgemäß nicht zur Anwendung, damit die Bildfrequenz der Kamera nicht beschränkt wird. Die Länge der Austastlücke wird in Abhängigkeit von dem Verhältnis beider Frequenzen F_1 und F_2 einerseits und/oder in Abhängigkeit von der Phasenlage zwischen beiden Frequenzen F_1 und F_2 eingestellt bzw. geregelt. Eine feste Einstellung der Länge der Austastlücke, bspw. um lediglich die Frequenz der Kamera für sich zu verändern, ist für das erfindungsgemäße Verfahren unzureichend. Die Frequenzen werden naturgemäß auseinander laufen. Ein Vergleich mit darauf folgender Abstimmung mit der Frequenz F_2 des Projektors ist wichtig. Eine Angleichung der Phase der Frequenzen F_1 und F_2 durch eine feste Einstellung der Austastlücke ist für das erfindungsgemäße Verfahren ebenfalls unzureichend. Es bedarf einer sich wiederholenden Prüfung und Anpassung der Austastlücke zwecks Angleichung der beiden Phasen P_1 und P_2 im Rahmen eines Regelkreises.

Hierzu kann es vorteilhaft sein, wenn das Synchronisationssignal eine nahezu konstante Frequenz mit nur geringfügigen Schwankungen aufweist. Die Regelung der Frequenz F_1 und der Phase P_1 auf einen gewünschten, vom Synchronisationssignal vorgegebenen Soll-Wert kann dann ohne nachteilige Abweichung erfolgen, wenn das Synchronisationssignal streng periodisch ist. Ansonsten ist mit zu großen Abweichungen zwi-

schen Soll- und Ist-Wert, also zwischen beiden Frequenzen $F1$ und $F2$ bzw. vor allem zwischen beiden Phasen $P1$ und $P2$, zu rechnen.

Vorteilhaft kann es hierzu auch sein, wenn in dem Fall, in dem die Phase $P1$ der Bildfrequenz $F1$ der Kamera gegenüber der Phase $P2$ der Bildfrequenz $F2$ des Projektors nach früh verschoben ist, die Austastlücken vergrößert werden und in dem Fall, in dem die Phase $P1$ der Bildfrequenz $F1$ der Kamera gegenüber der Phase $P2$ der Bildfrequenz $F2$ des Projektors nach spät verschoben ist, die Austastlücken verkleinert werden. Somit kann einer Abweichung der Phasen bzw. des Phasengangs begegnet werden, sodass im Mittel eine möglichst geringe Abweichung herrscht. Sobald bspw. die Phase $P1$ der Bildfrequenz $F1$ der Kamera gegenüber der Phase $P2$ der Bildfrequenz $F2$ des Projektors nach spät wegläuft, wird die Austastlücke so lange verkleinert, bis die beiden Phasenlagen wieder gleich sind. Entsprechendes gilt für ein Weglaufen nach früh.

Ferner kann es vorteilhaft sein, wenn in dem Fall, in dem die Bildfrequenz $F1$ der Kamera größer ist als die Bildfrequenz $F2$ des Projektors, die Austastlücken vergrößert werden und/oder in dem Fall, in dem die Bildfrequenz $F1$ der Kamera kleiner ist als die Bildfrequenz $F2$ des Projektors, die Austastlücken verkleinert werden. Die Bildfrequenz des Projektors und die der Kamera sind in der Regel nicht identisch, weil die Taktgeber wie Quarze keine identischen Frequenzen aufweisen. Zwecks Anpassung der Frequenzen kann insbesondere für den Fall, in dem die Bildfrequenz $F1$ der Kamera größer ist als die Bildfrequenz $F2$ des Projektors, erfindungsgemäß die Größe der Austastlücken so variiert werden, dass diese mit der Frequenz $F2$ des Projektors der Größe und der Phase nach möglichst übereinstimmt.

Vorteilhaft kann es auch sein, wenn eine Kamera zur Anwendung gebracht wird, deren Frequenz F_1 im Vorfeld der zeitlichen Abstimmung größer ist als die Frequenz F_2 des Projektors. Durch eine Vergrößerung der Austastlücke kann die Bildfrequenz F_1 beliebig verkleinert werden. Im Gegensatz dazu ist eine Vergrößerung der Bildfrequenz F_1 nur begrenzt möglich, weil die Austastlücke nicht beliebig verkleinerbar ist.

Dabei kann es von Vorteil sein, wenn das Synchronisationssignal vom Projektor über einen Elektronikbaustein, einen Schaltkreis oder einen IC erfasst wird und die Länge der Austastlücken über den Elektronikbaustein, den Schaltkreis oder den IC gesteuert und/oder geregelt wird. Der IC stellt dabei das Steuer- und Regelglied dar, da eine direkte Ankopplung der Kamera an das Synchronisationssignal zu einer Aktivierung des Pipeline-Modus und damit zu einer Verzögerung der Bildfrequenz der Kamera führen würde. Das Regelglied dient dem Abgleich zwischen Soll- und Ist-Wert, welche durch die anzunehmende Frequenz F_2 bzw. Phase P_2 einerseits und die zu synchronisierende Frequenz F_1 bzw. Phase P_1 der Kamera bzw. des Bildsensors abgebildet werden.

Im äquivalenten Fall kann es von Vorteil sein, wenn alternativ oder ergänzend zum Projektor eine weitere Kamera oder eine ein Synchronisationssignal abgebende Einheit Anwendung findet, an deren Frequenz F_2 die Frequenz F_1 und/oder die Phase P_1 der Kamera angepasst wird. Somit ist das erfindungsgemäße Verfahren auch im Falle des Einsatzes einer weiteren Kamera oder ähnlichem als Trigger-Signal- bzw. Synchronisationssignal-Geber nutzbar, um zwei Kameras oder die eine Kamera bzw. den Bildsensor synchronisiert zu betreiben.

Das erfindungsgemäße System bietet die vorstehend genannten Vorteile.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind in den Patentansprüchen und in der Beschreibung erläutert und in den Figuren dargestellt. Es zeigt:

Figur 1 eine Schaltungsanordnung;

Figur 2 einen Frequenzgang;

Figur 3a Darstellung zum SdT;

Figur 3b eine detailliertere Darstellung der Erfindung.

Nach Ausführungsbeispiel Figur 1 ist eine Kamera bzw. ein Bildsensor 1 über eine Elektronik 3 bzw. ein Steuer- und Regelglied wie einen IC 3 mit einem Projektor 2 oder einer weiteren Kamera bzw. mit einer ein Synchronisationssignal abgebende Einheit gekoppelt. Der Projektor 2 gibt ein Trigger-Signal 2.1 an den IC 3 ab. Der IC 3 nimmt über einen Regelkreis 3.1 Einfluss auf die Länge einer Austastlücke 1a, 1b zwischen einzelnen Bildern 1.1, 1.2, 1.3 der Kamera 1 derart, dass eine Frequenz F1 der Kamera 1 und eine Frequenz F2 des Projektors 2 der Größe nach einerseits und/oder der Phase nach andererseits möglichst wenig abweichen. Hierzu kommt es zu einem Vergleich zwischen der Frequenz F1 und der Frequenz F2 sowie der Phase P1 der Kamera 1 und der Phase P2 des Projektors 2. Dabei kann für die Phase und/oder für die Frequenz ein Abweichungswert A, wie bspw. $A = P1 - P2$ bzw. $A = F1 - F2$ definiert werden, der vorteilhafterweise mittels der Regelung nicht überschritten wird. Der vorstehend genannte Vergleich ist integraler Bestandteil jeder Regelung.

Nach Figur 2 weist der Projektor 2 eine Bildfrequenz F_2 auf, in der er Muster 2.1, 2.2, 2.3 projiziert. Die Kamera 1 erfasst bzw. belichtet die Bilder 1.1, 1.2, 1.3 mit einer Bildfrequenz F_1 . Durch Veränderung der jeweiligen Austastlücke 1a, 1b über den IC 3 wird zum einen eine Phase P_1 , P_2 der beiden Bildfrequenzen F_1 , F_2 gleich gestellt bzw. die Phasenlage minimiert. Zum anderen werden die beiden Bildfrequenzen F_1 , F_2 aneinander angepasst. Grundsätzlich sind zwischen den beiden Frequenzen ganzzahlige Faktoren denkbar. So könnte die Frequenz F_2 des Projektors 2 doppelt so groß sein wie die Frequenz F_1 der Kamera 1. In diesem Fall würde ein und dasselbe Bild 1.1 mit zwei aufeinander folgenden Mustern 2.1, 2.2 versehen sein. Im anderen Fall könnte die Frequenz F_2 des Projektors 2 halb so groß sein wie die Frequenz F_1 der Kamera 1. In diesem Fall würden jeweils zwei Bilder 1.1, 1.2 mit demselben Muster versehen sein.

Nach Fig. 3a ist eine detailliertere Darstellung der Funktionsweise des Standes der Technik gezeigt. Die Kamera 1 bzw. der Bildsensor 1 weist einen Trigger-Eingang 1' auf, der ausgehend von einem Anschluss 4 eines Elektronikbausteins 3 mit dem Bildsensor 1 bzw. einer Steuerstelle 1'' des Bildsensors 1 verbunden ist. Die Steuerstelle 1'' bzw. der Steuer-Pin 1'' bildet den sog. Trigger-Pin 1'.

Darüber hinaus kann der Elektronikbaustein 3 mit weiteren Steuerstellen 1'' bzw. Steuer-Pins 1'' verbunden sein, über die der Benutzer die gewünschte Belichtungszeit und ggf. die Frequenz der Kamera bzw. des Bildsensors 1 einstellen kann. Letzteres erfolgt über eine weitere Schnittstelle 5, die mit weiteren Steuer-Stellen 1'' bzw. Steuer-Pins 1'' des Bildsensors 1 verbunden ist.

Zwecks Bilderstellung ist es erforderlich, dass zunächst die verschiedenen Bildpunkte bzw. Pixel des Bildsensors 1 belichtet werden und anschließend das Bild insgesamt ausgelesen wird. Hierfür braucht der Bildsensor 1 je nach gewünschter Belichtungszeit eine gewisse Zeit, bspw. 3 ms. Wenn der Anwender für die Kamera 1 eine Frequenz von bspw. 10 Hz (alle 100 ms ein Bild) gewählt hat, so verbleibt zwischen zwei aufeinander folgenden Bildern eine Pause bzw. Austastlücke von 97 ms. Abzüglich der Zeit für das Auslesen des Bildes, beispielsweise 1 ms, entsteht eine Austastlücke 1a von 96 ms. Wenn er nun bspw. die Belichtungszeit verdoppelt, so sind pro Bild 7 ms notwendig, sodass die Austastlücke 1a auf 93 ms schrumpft.

Kameras 1 bzw. Bildsensoren besserer Art können während des Auslesens des Bildes schon mit der Belichtung des nächsten Bildes beginnen, sodass mit Bezug auf das vorgenannte Beispiel die Austastlücke 1a auf 3 ms bzw. 6 ms anwächst.

Normale Kameras 1 bzw. Bildsensoren können im Freilauf eine höhere Bildfrequenz leisten als im Trigger-Modus. Hier sinken die Bildfrequenzen auf etwa die Hälfte. Kameras 1 bzw. Bildsensoren besserer Art können sowohl im Freilauf als auch im Trigger-Modus gleich hohe Bildfrequenzen leisten. Hier spricht man von Pipeline-Trigger-Modus

Aufgrund der Auswahl der Belichtungszeit findet bei der getriggerten Vorgehensweise nach dem Stand der Technik keine Veränderung der Austastlücke zwischen jeweils zwei aufeinander folgenden Bildern statt. Sobald der Trigger-Pin 1' mit einem Trigger-Signal 2.1 eines Projektors 2 beaufschlagt wird, erstellt der Bildsensor auf Grundlage der gewünschten Belichtungszeit ein Bild. Erst wenn dieser Vorgang abgeschlossen ist, d.h. Belichten und Auslesen des

Bildes, ist der Bildsensor bzw. die Kamera 1 in der Lage, einen nächsten Impuls des Trigger-Signals 1.2 zu verarbeiten. Bis zum Erhalt dieses nächsten Impulses macht der Bildsensor nichts. Er befindet sich sozusagen im Standby-Modus. Damit ist der zeitliche Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Bildern zwar veränderbar. Eine Anpassung der Austastlücke erfolgt jedoch nicht.

Eine Anpassung bzw. Regelung der Austastlücke 1a, 1b zwecks Anpassung der Frequenz F1 des Bildsensors 1 bzw. dessen Phase P1 an die eines Projektors 2 oder einer sonstigen, ein Synchronisationssignal abgebenden Einheit findet nach dem Stand der Technik weder im Freilauf- noch im Trigger-Modus statt.

Nach Fig. 3b ist der Trigger-Pin 1' trotz Synchronisation mit einem Synchronisationssignal 2.1 erfindungsgemäß nicht in Kontakt mit dem Elektronikbaustein 3, zumindest wird der Trigger-Pin 1' - sofern mit dem Elektronikbaustein 3 kontaktiert - nicht mit einem Trigger-Signal 2.1 beaufschlagt. Über den als Steuer- und Regelglied 3 ausgebildeten Elektronikbaustein und die weiteren Steuer-Pins 1'' wird die Länge der Austastlücke 1a, 1b und die Frequenz F1 der Kamera ausgelesen. Somit kann die Frequenz F1 und/oder die Phase P1 des Bildsensors 1 mit der Frequenz F2 und/oder Phase P2 des Synchronisationssignals 2.1 verglichen und die Austastlücke 1a, 1b derart verändert werden, dass die Frequenz F1 und/oder die Phase P1 des Bildsensors 1 mit der Frequenz F2 und/oder der Phase P2 des Synchronisationssignals 2.1 übereinstimmt. Dabei kann die Kamera 1 im Freilauf betrieben werden, sodass ein Belichten eines Bildes schon erfolgen kann, wenn das vorherige Bild noch ausgelesen wird und damit die maximale Bild-Frequenz möglich ist.

Ergänzend zu einem Trigger-Eingang 1' der Kamera könnte die Schnittstelle 5 als Synchronisations-Eingang 1' bezeichnet sein, sodass der Anwender schon beim Anschließen der Kamera zwischen Trigger-Modus und Synchronisationsmodus auswählen kann. Denn im Synchronisationsmodus ist es wichtig, dass die Frequenz und die Phase des Synchronisationssignals möglichst konstant sind, zumindest eine sehr geringe Abweichung aufweisen, da sonst die Einhaltung eines Soll-Wertes für die Phase P1 und die Frequenz F1 nicht möglich ist. Diese Anforderung ist an ein Trigger-Signal nicht zu stellen. Im Trigger-Modus kann die Kamera jede beliebige Trigger-Signal-Folge abbilden, sofern sie die maximal mögliche Bildfrequenz nicht überschreitet.

Bezugszeichenliste

- 1 Kamera, Bildsensor
- 1` Trigger-Eingang, Trigger-Pin, Synchronisationseingang
- 1`` Steuer-Stelle, Steuer-Pin
- 1a Austastlücke
- 1b Austastlücke
- 1.1 Bild
- 1.2 Bild
- 1.3 Bild
- 2 Projektor, weitere Kamera, Synchronisationssignal
abgebende Einheit
- 2.1 Trigger-Signal, Synchronisationssignal, Muster
- 2.2 Trigger-Signal, Synchronisationssignal, Muster
- 2.3 Trigger-Signal, Synchronisationssignal, Muster
- 3 Elektronik, Steuer- und Regelglied, IC
- 3.1 Regelkreis
- 4 Anschluss
- 5 Schnittstelle

- F1 Bildfrequenz der Kamera
- F2 Bildfrequenz des Projektors
- P1 Phase Kamera
- P2 Phase Projektor

Patentansprüche

1. Verfahren zur zeitlichen Abstimmung einer einen Bildsensor aufweisenden Kamera (1) mit einem Projektor (2), der ein seiner Bildfrequenz entsprechendes Synchronisationssignal (2.1) erzeugen kann, bei dem
 - a) der Projektor (2) mit einer Bildfrequenz F2 betrieben wird,
 - b) die Kamera (1) mit einer Bildfrequenz F1 betrieben wird, wobei zwischen einzelnen Bildern (1.1, 1.2, 1.3) eine Austastlücke (1a, 1b) gebildet wird,
 - c) das Synchronisationssignal (2.1) des Projektors (2) zur Steuerung der Kamera (1) bereitgestellt wird,
 - d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
 - d) zwecks Anpassung einer Phase P1 der Bildfrequenz F1 der Kamera (1) an eine Phase P2 der Bildfrequenz F2 des Projektors (2) und/oder zwecks Anpassung der Bildfrequenz F1 der Kamera (1) an die Bildfrequenz F2 des Projektors (2) eine oder mehrere Austastlücken (1a, 1b) zwischen den einzelnen Bildern (1.1 bis 1.3) der Kamera (1) in Abhängigkeit von dem Synchronisationssignal (2.1) des Projektors (2) variiert werden und hierzu durch einen Regelkreis (3.1) ein Vergleich zwischen der Phase P1 der Bildfrequenz F1 der Kamera (1) und der Phase P2 der Bildfrequenz F2 des Projektors (2) und/oder zwischen der Bildfrequenz F1 der Kamera (1) und der Bildfrequenz F2 des Projektors (2) erfolgt, wobei der Trigger-Eingang des Bildsensors (1) für die Anpassung der Austastlücke (1a, 1b) nicht angesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Synchronisationssignal (2.1) eine nahezu konstante Frequenz aufweist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Fall, in dem die Phase P1 der Bildfrequenz F1 der Kamera (1) gegenüber der Phase P2 der Bildfrequenz F2 des Projektors (2) nach früh verschoben ist, die Austastlücken (1a, 1b) vergrößert werden und
in dem Fall, in dem die Phase P1 der Bildfrequenz F1 der Kamera (1) gegenüber der Phase P2 der Bildfrequenz F2 des Projektors (2) nach spät verschoben ist, die Austastlücken (1a, 1b) verkleinert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Fall, in dem die Bildfrequenz F1 der Kamera (1) größer ist als die Bildfrequenz F2 des Projektors (2), die Austastlücken (1a, 1b) vergrößert werden und/oder in dem Fall, in dem die Bildfrequenz F1 der Kamera (1) kleiner ist als die Bildfrequenz F2 des Projektors (2), die Austastlücken (1a, 1b) verkleinert werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Kamera (1) zur Anwendung gebracht wird, deren Frequenz F1 im Vorfeld der zeitlichen Abstimmung größer ist als die Frequenz F2 des Projektors (2).

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Synchronisationssignal (2.1) vom Projektor (2)
über einen Elektronikbaustein, einen Schaltkreis, einen
Regelkreis oder einen IC (3) erfasst und die Länge der
Austastlücken (1a, 1b) über den Elektronikbaustein, den
Schaltkreis, einen Regelkreis oder den IC (3) gesteuert
und/oder geregelt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass alternativ oder ergänzend zum Projektor (2) eine
weitere Kamera oder eine ein Synchronisationssignal ab-
gebende Einheit Anwendung findet, an deren Frequenz F2
die Frequenz F1 und/oder die Phase P1 der Kamera (1)
angepasst wird.
8. System zur Erzeugung von 3D-Bildern mit einer Kame-
ra (1) und einem Projektor (2) oder einer weiteren Ka-
mera (2), welches nach einem Verfahren nach einem der
vorhergehenden Ansprüche betrieben wird.

1/2

Fig. 1

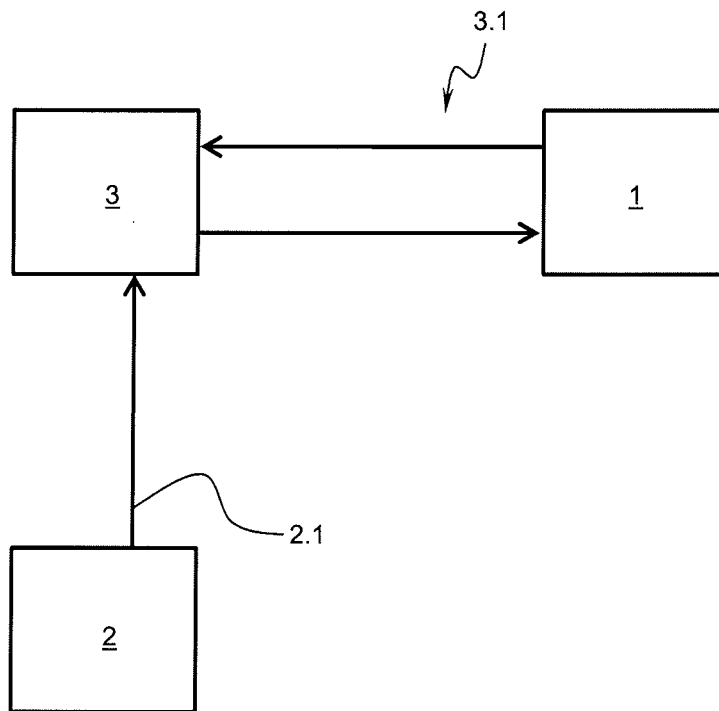
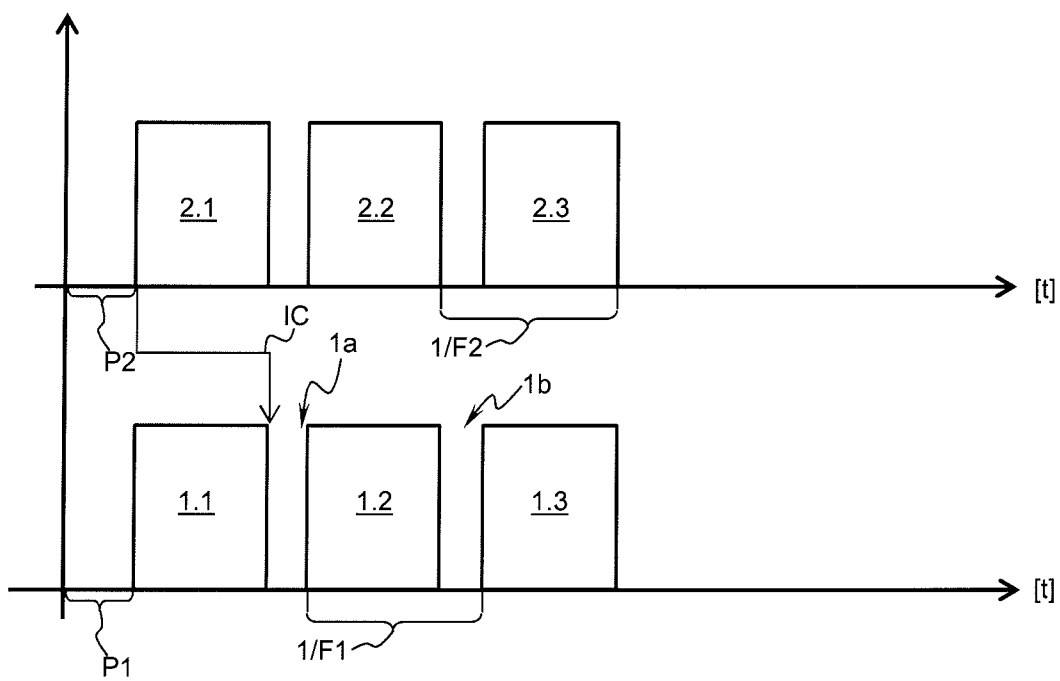


Fig. 2



2/2

Fig. 3a Stand der Technik

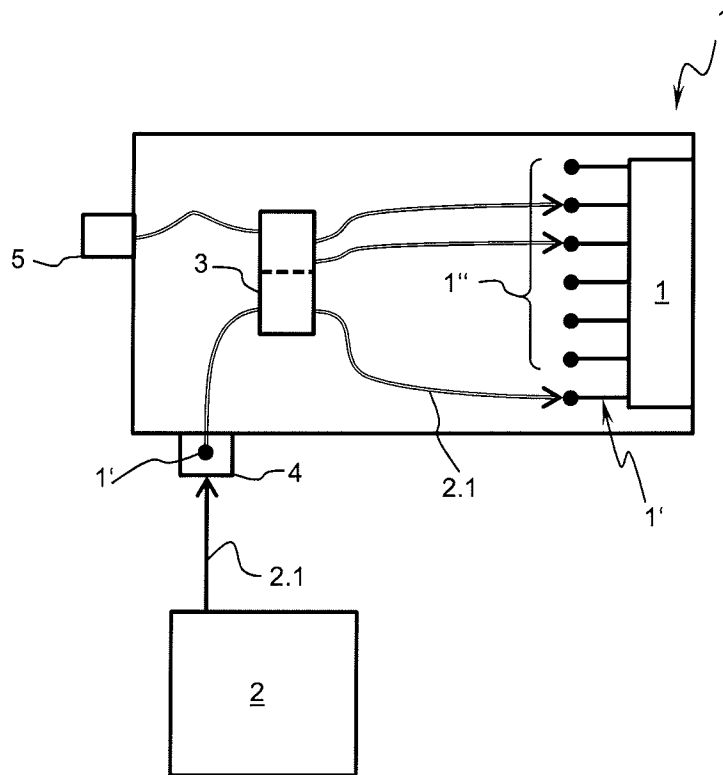


Fig. 3b

