



(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/153935**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)

(51) Int Cl.: **H04N 23/743** (2023.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 000 239.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/000335**

(86) PCT-Anmeldetag: **07.01.2022**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **21.07.2022**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **28.09.2023**

(30) Unionspriorität:  
**2021-002903**      **12.01.2021**    **JP**

(74) Vertreter:  
**HOFFMANN - EITL Patent- und Rechtsanwälte  
PartmbB, 81925 München, DE**

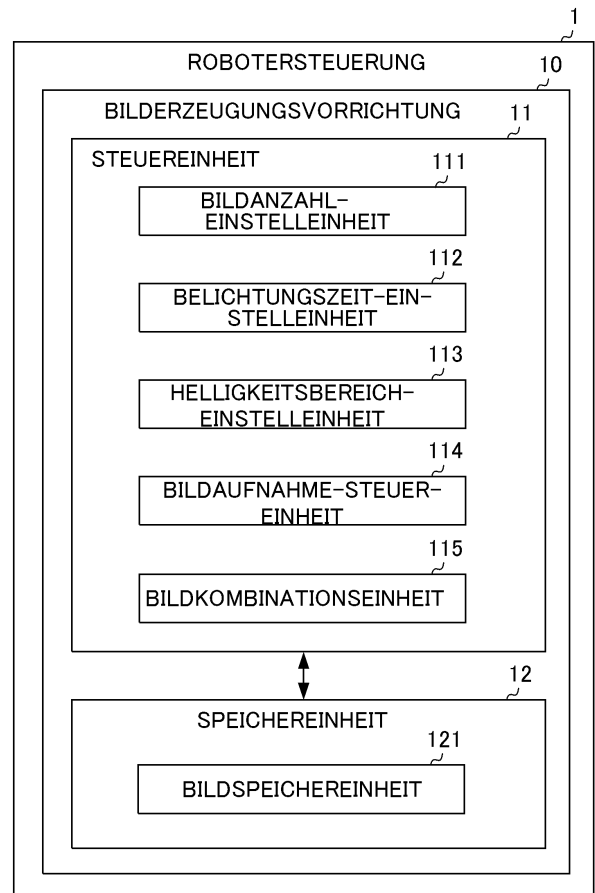
(71) Anmelder:  
**FANUC CORPORATION, Oshino-mura,  
Yamanashi, JP**

(72) Erfinder:  
**Takahashi, Yuuki, Oshino-mura, Yamanashi, JP;  
Namiki, Yuta, Oshino-mura, Yamanashi, JP**

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

(54) Bezeichnung: **Bilderzeugungsvorrichtung, Robotersteuervorrichtung und Computerprogramm**

(57) Zusammenfassung: Es werden eine Bilderzeugungsvorrichtung, eine Robotersteuervorrichtung und ein Computerprogramm bereitgestellt, die es ermöglichen, den Bereich der Pixelwerte in einem Komposit-Bild zu erweitern. Diese Bilderzeugungsvorrichtung zum Erzeugen eines Komposit-Bildes durch Kombinieren von Bildern ist versehen mit: einer Bildaufnahmezahl-Einstelleinheit, die die Anzahl der aufgenommenen Bilder, die von einem Objekt aufgenommen werden, einstellt; einer Belichtungszeit-Einstelleinheit, die die Belichtungszeit der aufgenommenen Bilder einstellt; einer Helligkeitsbereich-Einstelleinheit, die den Helligkeitsbereich des Objekts einstellt; einer Bildsteuerungseinheit, die eine Steuerung so durchführt, dass die Bildeinheit das Objekt auf Basis der vorgenannten Anzahl der aufgenommenen Bilder und der Belichtungszeit abbildet; und einer Bildkombinationseinheit, die die vorgenannten aufgenommenen Bilder auf Basis des Helligkeitsbereichs kombiniert und ein Komposit-Bild erzeugt.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Bilderzeugungsvorrichtung, eine Robotersteuerung und ein Computerprogramm.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Um Arbeiten wie die Handhabung oder Bearbeitung eines Werkstücks mit einem Roboter genau durchführen zu können, ist es normalerweise erforderlich, eine Position, an der das Werkstück platziert ist, und eine Abweichung des vom Roboter gegriffenen Werkstücks genau zu erkennen. Aus diesem Grund wurde in den letzten Jahren ein visueller Sensor verwendet, um die Position des Werkstücks und die Abweichung des Werkstücks visuell zu erkennen (siehe zum Beispiel Patentdokument 1).

**[0003]** Patentdokument 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung, Veröffentlichung Nr. JP 2013-246149 A

## OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

## Durch die Erfindung zu lösende Probleme

**[0004]** Es gibt einen Fall, in dem ein Helligkeitsbereich nicht angemessen in einem Bild dargestellt werden kann, wenn ein Objekt (z. B. ein Werkstück) von einem visuellen Sensor abgebildet wird. Wenn z.B. die Helligkeit mit einem hellen Bereich im Sichtfeld übereinstimmt, wird ein dunkler Bereich geschwächt und kann visuell nicht erkannt werden. Umgekehrt wird bei Übereinstimmung der Helligkeit mit einem dunklen Bereich im Sichtfeld ein heller Bereich aufgehellt und kann nicht visuell erkannt werden.

**[0005]** Eine Technik namens HDR (High Dynamic Range) Composite ist bekannt, um solche Probleme zu lösen. Bei dieser Technik wird durch die Kombination mehrerer aufgenommener Bilder ein Komposit-Bild (zusammengesetztes Bild) mit einem großen Dynamikbereich erzeugt, der mit einem einzelnen Bild nicht erreicht werden kann.

**[0006]** Ein Verfahren zur Erzeugung eines Komposit-Bilds aus einer Vielzahl von aufgenommenen Bildern ist ein effektives Verfahren, da ein großer Bereich von Helligkeitswerten innerhalb eines bestimmten Helligkeitswertes eingestellt werden kann, während kleine Helligkeitsmerkmale beibehalten werden. Allerdings kann bei einem solchen Verfahren der Helligkeitswert als Pixelwert reduziert werden, so dass ein Bild mit geringen Veränderungen erzeugt werden kann.

**[0007]** Bei der maschinellen Bildverarbeitung, die in Robotern eingesetzt wird, wird ein Bild erkannt, indem Unterschiede im Pixelwert als Merkmale erkannt werden. Die Verringerung des Pixelwertunterschieds bei einer solchen Verarbeitung führt zu einer Verringerung des Schwellenwerts für den zu erkennenden Pixelwertunterschied. Daraus ergibt sich das Problem, dass die zu erkennenden Merkmale zunehmen, was zu einer Verlängerung der Verarbeitungszeit und einer fehlerhaften Erkennung führt. Daher besteht ein Bedarf an einer Technik, die in der Lage ist, den Bereich, in dem Pixelwerte in einem Komposit-Bild existieren, zu erweitern.

## Mittel zur Lösung der Probleme

**[0008]** Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist auf eine Bilderzeugungsvorrichtung gerichtet, die ein Komposit-Bild erzeugt, in dem Bilder kombiniert werden, wobei die Bilderzeugungsvorrichtung Folgendes umfasst: eine Bildanzahl-Einstelleinheit, die eine Anzahl von Bildern einstellt, in denen ein Objekt erfasst werden soll; eine Belichtungszeit-Einstelleinheit, die eine Belichtungszeit für die zu erfassenden Bilder einstellt; eine Helligkeitsbereich-Einstelleinheit, die einen Helligkeitsbereich des Objekts einstellt; eine Bildaufnahme-Steuereinheit, die eine Bildaufnahmeeinheit steuert und veranlasst, Bilder des Objekts auf der Grundlage der Anzahl von Bildern und der Belichtungszeit aufzunehmen; und eine Bildkombinationseinheit, die die aufgenommenen Bilder auf der Grundlage des Helligkeitsbereichs kombiniert, um dadurch das Komposit-Bild zu erzeugen.

**[0009]** Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung bezieht sich auf eine Robotersteuerung, die ein Komposit-Bild erzeugt, in dem Bilder kombiniert werden, wobei die Robotersteuerung Folgendes umfasst: eine Bildanzahl-Einstelleinheit, die eine Anzahl von Bildern einstellt, in denen ein Objekt erfasst werden soll; eine Belichtungszeit-Einstelleinheit, die eine Belichtungszeit für die zu erfassenden Bilder einstellt; eine Helligkeitsbereich-Einstelleinheit, die einen Helligkeitsbereich des Objekts einstellt; eine Bildaufnahme-Steuereinheit, die eine Bildaufnahmeeinheit steuert und veranlasst, Bilder des Objekts auf Basis der Anzahl von Bildern und der Belichtungszeit aufzunehmen; und eine Bildkombinationseinheit, die die aufgenommenen Bilder auf Basis des Helligkeitsbereichs kombiniert, um dadurch das Komposit-Bild zu erzeugen.

**[0010]** Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung betrifft ein Computerprogramm, das einen Computer veranlasst, Schritte auszuführen, die Folgendes umfassen: einen Schritt zum Einstellen der Anzahl von Bildern, in denen ein Objekt erfasst werden soll; einen Schritt zum Einstellen einer Belichtungszeit für die aufzunehmenden Bilder; einen Schritt zum Einstellen eines Helligkeitsbereichs des Objekts; einen

Schritt zum Steuern und Veranlassen einer Bildaufnahmeinheit, Bilder des Objekts auf der Grundlage der Anzahl von Bildern und der Belichtungszeit aufzunehmen; und einen Schritt zum Kombinieren der aufgenommenen Bilder auf der Grundlage des Helligkeitsbereichs, um das Komposit-Bild zu erzeugen.

#### Wirkungen der Erfindung

**[0011]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, den Bereich, in dem die Pixelwerte im Komposit-Bild vorhanden sind, zu erweitern.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**Fig. 1** ist ein Diagramm, das die Konfiguration eines Robotersystems gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt;

**Fig. 2** ist ein Diagramm, das eine Konfiguration der Robotersteuerung gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt;

**Fig. 3** ist ein Graph, der die Beziehung zwischen Helligkeit und Pixelwerten eines Komposit-Bilds in einer Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt;

**Fig. 4** ist ein Graph, der ein Beispiel für die Einstellung eines Helligkeitsbereichs in der Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt;

**Fig. 5** ist ein Graph, der ein weiteres Beispiel für die Einstellung eines Helligkeitsbereichs in der Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt;

**Fig. 6** ist ein Graph, der ein Beispiel für die Einstellung einer Belichtungszeit in der Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt;

**Fig. 7** ist ein Graph, der ein Beispiel für die Einstellung der Anzahl der zu erfassenden Bilder in der Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt;

**Fig. 8** ist ein Flussdiagramm, das den Ablauf der Verarbeitung der Bilderzeugungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt;

**Fig. 9** ist ein Diagramm, das schematisch ein Beispiel für ein Bildverarbeitungssystem zeigt, an das eine Vielzahl von visuellen Sensoren gemäß der vorliegenden Ausführungsform angeschlossen sind; und

**Fig. 10** ist ein Diagramm, das schematisch ein Beispiel für ein Bildverarbeitungssystem zeigt, an das eine Vielzahl von Bilderzeugungsvorrichtungen gemäß der vorliegenden Ausführungsform angeschlossen sind.

#### BEVORZUGTER MODUS ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Im Folgenden wird ein Beispiel für Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. **Fig. 1** ist ein Diagramm, das eine Konfiguration eines Robotersystems 100 gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst das Robotersystem 100 eine Robotersteuerung 1, einen Roboter 2, einen Arm 3 und einen visuellen Sensor 4.

**[0013]** An einer Spitze des Arms 3 des Roboters 2 ist eine Hand oder ein Werkzeug angebracht. Der Roboter 2 führt Arbeiten wie die Handhabung oder Bearbeitung eines Werkstücks W unter der Kontrolle der Robotersteuerung 1 durch. Außerdem ist der optische Sensor 4 an der Spitze des Arms 3 des Roboters 2 angebracht. Der visuelle Sensor 4 muss nicht am Roboter 2 angebracht sein, sondern kann z. B. fest und an einer vorbestimmten Stelle installiert sein.

**[0014]** Der visuelle Sensor 4 nimmt unter der Kontrolle der Robotersteuerung 1 ein Bild des Werkstücks W auf. Der visuelle Sensor 4 kann eine zweidimensionale Kamera sein, die ein Bilderfassungselement in Form eines CCD-Bildsensors (Charge Coupled Device) und ein optisches System mit Linsen aufweist.

**[0015]** Die Robotersteuerung 1 führt ein Roboterprogramm für den Roboter 2 aus, um eine Bewegung des Roboters 2 zu steuern. Zu diesem Zeitpunkt gleicht die Robotersteuerung 1 die Bewegung des Roboters 2 so aus, dass der Roboter 2 eine vorbestimmte Arbeit in Bezug auf die Position des Werkstücks W unter Verwendung eines vom visuellen Sensor 4 erfassten Bildes ausführt.

**[0016]** **Fig. 2** ist ein Diagramm, das eine Konfiguration der Robotersteuerung 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Die Robotersteuerung 1 umfasst eine Bilderzeugungsvorrichtung 10. Obwohl die Robotersteuerung 1 eine allgemeine Konfiguration zur Steuerung des Roboters 2 aufweist, wird die allgemeine Konfiguration zur Vereinfachung der Beschreibung nicht beschrieben. Die Bilderzeugungsvorrichtung 10 ist eine Vorrichtung zur Verarbeitung des vom visuellen Sensor 4 aufgenommenen Bildes und zur Erzeugung eines Komposit-Bilds. Die Robotersteuerung 1 kompensiert die Bewegung des Roboters 2, so dass der Roboter 2 unter Verwendung des von der Bilderzeugungsvorrichtung 10 erzeugten Komposit-Bilds eine vorbestimmte Arbeit in Bezug auf die Position des Werkstücks W ausführt. Die Bilderzeugungsvorrichtung 10 umfasst eine Steuereinheit 11 und eine Speichereinheit 12.

**[0017]** Die Steuereinheit 11 ist ein Prozessor, z.B. eine CPU (Central Processing Unit), und führt verschiedene Funktionen aus, indem sie in der Speichereinheit 12 gespeicherte Programme ausführt.

**[0018]** Die Steuereinheit 11 umfasst eine Bildanzahl-Einstelleinheit 111, eine Belichtungszeit-Einstelleinheit 112, eine Helligkeitsbereich-Einstelleinheit 113, eine Bildaufnahme-Steuereinheit 114 und eine Bildkombinationseinheit 115.

**[0019]** Die Speichereinheit 12 ist ein Speichergerät wie ein ROM (Read Only Memory) zum Speichern eines Betriebssystems oder von Anwendungsprogrammen, ein RAM (Random Access Memory) oder ein Festplattenlaufwerk und SSD (Solid State Drive), die verschiedene andere Informationen speichern. Die Speichereinheit 12 speichert verschiedene Informationen, z.B. Roboterprogramme. Darüber hinaus enthält die Speichereinheit 12 eine Bildspeichereinheit 121, die aufgenommene Bilder speichert.

**[0020]** Die Bildanzahl-Einstelleinheit 111 stellt die Anzahl der Bilder eines Objekts (z. B. eines Werkstücks W) ein, die vom visuellen Sensor 4 erfasst werden. Insbesondere stellt die Bildanzahl-Einstelleinheit 111 die Anzahl der zu erfassenden Bilder auf Basis eines Helligkeitsbereichs des Objekts ein.

**[0021]** Die Belichtungszeit-Einstelleinheit 112 stellt eine Belichtungszeit für das vom visuellen Sensor 4 aufgenommene Bild ein. Insbesondere stellt die Belichtungszeit-Einstelleinheit 112 die Belichtungszeit auf Basis des Helligkeitsbereichs des Objekts ein.

**[0022]** Die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit 113 stellt einen Helligkeitsbereich des Objekts ein. Hier kann der Helligkeitsbereich zum Beispiel durch eine Benutzereingabe eingestellt werden. Außerdem kann die Helligkeitsbereich-Einstelleinheit 113 den Helligkeitsbereich des Objekts auf der Grundlage von Bildinformationen einstellen, die vom visuellen Sensor 4 erfasst werden. Darüber hinaus kann die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit 113 den Helligkeitsbereich des Objekts auf der Grundlage der vom visuellen Sensor 4 erfassten Bildinformationen des Objekts einstellen. Beispiele für Bildinformationen sind hier die Verteilung von Helligkeitswerten, die aus dem vom visuellen Sensor 4 erfassten Bild geschätzt werden, und die Helligkeit eines Ziels in dem vom visuellen Sensor 4 erfassten Bild.

**[0023]** Die Bildaufnahme-Steuereinheit 114 steuert und veranlasst den visuellen Sensor 4, Bilder des Objekts aufzunehmen, basierend auf der Anzahl der zu erfassenden Bilder, die von der Bildanzahl-Einstelleinheit 111 eingestellt wurde, und der Belichtungszeit, die von der Belichtungszeit-Einstelleinheit 112 eingestellt wurde.

**[0024]** Die Bildkombinationseinheit 115 kombiniert die aufgenommenen Bilder auf der Grundlage des Helligkeitsbereichs und erzeugt so ein Komposit-Bild. Darüber hinaus kann die Bildkombinationseinheit 115 die Pixelwerte der aufgenommenen Bilder auf Basis des Helligkeitsbereichs anpassen. Zum Beispiel kann die Bildkombinationseinheit 115 die aufgenommenen Bilder kombinieren, indem sie den Minimalwert des Helligkeitsbereichs auf 1 des Pixelwerts des aufgenommenen Bildes und den Maximalwert des Helligkeitsbereichs auf eine Zahl setzt, die durch Subtraktion von 1 vom maximal möglichen Wert des Pixelwerts erhalten wird.

**[0025]** Fig. 3 ist ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen Helligkeit und Pixelwerten des Komposit-Bilds in der Bilderzeugungsvorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. In dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel wird das Komposit-Bild durch Kombination von drei aufgenommenen Bildern mit unterschiedlichen Belichtungszeiten erhalten. Außerdem zeigt  $I_{\max}$  in Fig. 3 den maximalen Pixelwert an.

**[0026]** Bildmerkmale, die bei der Erkennung des Objekts (z. B. des Werkstücks W) aus dem Komposit-Bild verwendet werden, umfassen nur den Helligkeitsbereich eines effektiven Bereichs. In diesem Fall werden die Bereiche oberhalb und unterhalb des effektiven Bereichs zu unbrauchbaren Bereichen, in denen keine Pixelwerte vorhanden sind.

**[0027]** Daher stellt die Bilderzeugungsvorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Pixelwerte als 1 bis  $I_{\max}-1$  dar, was z.B. dem Helligkeitsbereich einer Bildaufnahmeumgebung entspricht. Mit anderen Worten, die Bilderzeugungsvorrichtung 10 setzt Werte außerhalb des Bereichs der Pixelwerte auf 0 und  $I_{\max}$ . Auf diese Weise kann die Bilderzeugungsvorrichtung 10 ein Komposit-Bild erzeugen, aus dem unbrauchbare Bereiche eliminiert werden, und somit ein Bild mit einer größeren Differenz in Pixeln erzeugen.

**[0028]** Fig. 4 ist ein Graph, der ein Beispiel für die Einstellung des Helligkeitsbereichs in der Bilderzeugungsvorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Wie oben beschrieben, kann die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit 113 den Helligkeitsbereich des Objekts auf der Grundlage der vom visuellen Sensor 4 erfassten Bildinformationen einstellen.

**[0029]** Wie in Fig. 4 gezeigt, schätzt die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit 113 als Bildinformation Helligkeitswerte aus dem vom visuellen Sensor 4 erfassten Bild und zeichnet eine Verteilung der geschätzten Helligkeitswerte. Dann bestimmt und setzt die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit 113 den Helligkeitsbe-

reich aus der Verteilung der Helligkeitswerte, die wie in **Fig. 4** gezeigt gezeichnet wurde.

**[0030]** Die Beziehung zwischen Helligkeit und Pixelwerten wird durch Formel (1) wie folgt beschrieben.

$$I = C - L - t \quad \text{Formel (1)}$$

**[0031]** Dabei steht  $I$  für einen Pixelwert,  $C$  für eine beliebige Konstante,  $L$  für die Helligkeit und  $t$  für die Belichtungszeit. Aus der obigen Formel ergibt sich dann eine Formel zur Berechnung der Helligkeit.

$$L = I / (Ct) \quad \text{Formel (2)}$$

**[0032]** Durch Ändern der Belichtungszeit  $t$  und Erzeugen eines aufgenommenen Bildes durch den visuellen Sensor 4 in Formel (2) kann die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit 113 eine Verteilung der Helligkeit  $L$  in dem aufgenommenen Bild erhalten.

**[0033]** **Fig. 5** ist ein Diagramm, das ein weiteres Beispiel für die Einstellung des Helligkeitsbereichs in der Bilderzeugungsvorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Wie oben beschrieben, stellt die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit 113 den Helligkeitsbereich des Objekts auf der Grundlage der Bildinformationen des Objekts ein, die vom visuellen Sensor 4 erfasst wurden.

**[0034]** Insbesondere kann die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit 113 als Bildinformation des Objekts einen Helligkeitsbereich des Objekts auf der Grundlage der Helligkeit eines Zielteils (z.B. eines bestimmten Teils in dem erfassten Bild oder eines bestimmten Bereichs in dem erfassten Bild) in dem vom visuellen Sensor 4 erfassten Bild einstellen.

**[0035]** In dem in **Fig. 5** gezeigten Beispiel stellt die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit 113 als Bildinformation des Objekts z.B. den Helligkeitsbereich des Objekts auf Basis der charakteristischen Helligkeitsinformationen des Zielteils in dem aufgenommenen Bild ein. In dem in **Fig. 5** gezeigten Beispiel ist der einzustellende Helligkeitsbereich schmäler als die Verteilung der Helligkeitswerte des gesamten Komposit-Bilds.

**[0036]** Anstelle der in den **Fig. 4** und **Fig. 5** beschriebenen Beispiele kann die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit 113 den Helligkeitsbereich des Objekts auf Basis eines Helligkeitsbereichs der Bildaufnahmeumgebung einstellen, der mit einem anderen Helligkeitsmessgerät oder dergleichen erfasst wurde.

**[0037]** **Fig. 6** ist ein Graph, der ein Beispiel für die Einstellung einer Belichtungszeit in der Bilderzeugungsvorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Wie oben beschrieben, stellt die Belichtungszeit-Einstelleinheit 112 die Belichtungs-

zeit auf Basis des Helligkeitsbereichs ein. Insbesondere, wenn die maximalen und minimalen Werte der Helligkeit bekannt sind, kann die Belichtungszeit-Einstelleinheit 112 die Belichtungszeit des aufzunehmenden Bildes wie folgt bestimmen und einstellen.

(1) Bestimme eine Mindestbelichtungszeit  $t_{\min}$ , um den maximalen Helligkeitswert zu erhalten.

(2) Bestimme eine maximale Belichtungszeit  $t_{\max}$ , die dem Mindestwert der Helligkeit entspricht.

(3) Bestimme eine Kombination von Belichtungszeiten aus der maximalen Belichtungszeit, der minimalen Belichtungszeit und der Anzahl der aufzunehmenden Bilder.

**[0038]** Die Kombination von Belichtungszeiten für Mehrfachbelichtungen kann nach der folgenden Methode erfolgen, wobei  $a$  eine beliebige Konstante ist.

$$t_i = T / a^i \quad (i = 0, 1, 2, \dots, n-1) \quad \text{Formel (3)}$$

**[0039]** Dabei steht  $a$  für eine Konstante, die den Grad der Änderung der Belichtungszeit bestimmt, und  $n$  für die Anzahl der aufzunehmenden Bilder.

**[0040]**  $t_i$  gibt die Belichtungszeit an, zu der das  $i$ -te Bild aufgenommen wird. Der Grund dafür ist, dass die menschlichen Sinne physikalische Größen logarithmisch wahrnehmen und sich diesem Wert annähern.

**[0041]** Die Belichtungszeit-Einstelleinheit 112 implementiert eine solche logarithmische Darstellung zwischen spezifischen Helligkeitstypen. Mit anderen Worten erzielt die Belichtungszeit-Einstelleinheit 112 eine logarithmische Darstellung nur innerhalb einer bestimmten Helligkeit. Ein unten beschriebenes Verfahren zeigt ein Beispiel für die Realisierung einer logarithmischen Darstellung nur innerhalb einer spezifischen Helligkeit.

**[0042]** Wie oben beschrieben, kann die Belichtungszeit-Einstelleinheit 112  $n$  Bilder zwischen der minimalen Belichtungszeit  $t_{\min}$  und der maximalen Belichtungszeit  $t_{\max}$  erfassen, wodurch eine logarithmische Beziehung nur innerhalb eines bestimmten Helligkeitsbereichs erzielt wird. Kombinationen der Belichtungszeiten sind in diesem Fall wie nachfolgend gezeigt.

**[0043]** Auf Basis von  $t_{\min}$  wird das nächste Bild bei  $t_{\min} \times x$  aufgenommen, das nächste Bild bei  $(t_{\min} \times x) \times x$  aufgenommen und wird das nächste Bild bei  $(t_{\min} \times x) \times x \times x$  aufgenommen, wobei die Bilder jeweils zu dem mit  $x$  multiplizierten Zeitpunkt aufgenommen werden.

**[0044]** Mit anderen Worten, wenn  $n$  Bilder aufgenommen werden, ist  $t_{\max}$  gleich  $t_{\min} \times x^{(n-1)}$ . Hier kann  $x$  aus einer Beziehung zwischen  $t_{\min}$  und  $t_{\max}$  berechnet werden.

**[0045]** Fig. 7 ist ein Diagramm, das ein Beispiel für die Einstellung der Anzahl der zu erfassenden Bilder in der Bilderzeugungsvorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Wie oben beschrieben, stellt die Bildanzahl-Einstelleinheit 111 die Anzahl der zu erfassenden Bilder auf Basis des Helligkeitsbereichs des Objekts ein. Insbesondere schätzt die Bildanzahl-Einstelleinheit 111, wie in Fig. 7 gezeigt, mögliche Pixelwerte aus dem Helligkeitsbereich.

**[0046]** Der Bereich der geschätzten Pixelwerte reicht von  $I_{\max}$  bis  $I_{\min}$ . In einem Fall, in dem der Bereich der Pixelwerte durch 0 bis  $I_{\max}$  dargestellt wird, sind die Pixelwerte ganze Zahlen, wenn der Bereich einfach erweitert wird, so dass die Werte diskret werden. Damit die Pixelwerte aufgefüllt werden können, sollte mindestens  $(I_{\max} - I_{\min}) \times n \geq I_{\max}$  erfüllt sein. Mit anderen Worten ist  $n = I_{\max} / (I_{\max} - I_{\min})$ . Die Bildanzahl-Einstelleinheit 111 kann das so erhaltene  $n$  als Anzahl der aufzunehmenden Bilder festlegen.

**[0047]** Fig. 8 ist ein Flussdiagramm, das den Ablauf der Verarbeitung in der Bilderzeugungsvorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. In Schritt S1 stellt die Helligkeitsbereich-Einstelleinheit 113 einen Helligkeitsbereich des Objekts ein. In Schritt S2 stellt die Bildanzahl-Einstelleinheit 111 die Anzahl der Bilder des Objekts (z.B. des Werkstücks W) ein, die von dem visuellen Sensor 4 aufgenommen werden sollen. In Schritt S3 stellt die Belichtungszeit-Einstelleinheit 112 eine Belichtungszeit des vom visuellen Sensor 4 aufgenommenen Bildes ein.

**[0048]** Es ist anzumerken, dass die oben beschriebenen Schritte S1 bis S3 in zufälliger Reihenfolge ablaufen und die Reihenfolge der einzelnen Schritte geändert werden kann, oder dass alle Schritte gleichzeitig ausgeführt werden können.

**[0049]** In Schritt S4 steuert die Bildaufnahme-Steuereinheit 114 den visuellen Sensor 4 und veranlasst ihn, Bilder des Objekts aufzunehmen, basierend auf der in Schritt S2 eingestellten Anzahl der aufzunehmenden Bilder und der in Schritt S3 eingestellten Belichtungszeit. Dann speichert die Bildspeichereinheit 121 die aufgenommenen Bilder. In Schritt S5 kombiniert die Bildkombinationseinheit 115 die in Schritt S4 aufgenommenen Bilder basierend auf dem in Schritt S1 eingestellten Helligkeitsbereich, um dadurch ein Komposit-Bild zu erzeugen.

**[0050]** Wie oben beschrieben, umfasst die Bilderzeugungsvorrichtung 10, die das Komposit-Bild

erzeugt, in dem Bilder kombiniert werden, gemäß der vorliegenden Ausführungsform: die Bildanzahl-Einstelleinheit 111, die die Anzahl der Bilder einstellt, in denen das Objekt erfasst werden soll; die Belichtungszeit-Einstelleinheit 112, die die Belichtungszeit für die zu erfassenden Bilder einstellt; die Helligkeitsbereich-Einstelleinheit 113, die den Helligkeitsbereich des Objekts einstellt; die Bildaufnahme-Steuereinheit 114, die den visuellen Sensor 4 steuert und veranlasst, das Bild des Objekts basierend auf der Anzahl der zu erfassenden Bilder und der Belichtungszeit aufzunehmen; und die Bildkombinationseinheit 115, die die erfassten Bilder basierend auf dem Helligkeitsbereich kombiniert, um das Komposit-Bild zu erzeugen.

**[0051]** Auf diese Weise kann die Bilderzeugungsvorrichtung 10 den Bereich, in dem kein Pixelwert vorhanden ist, im Komposit-Bild eliminieren und den Bereich, in dem der Pixelwert vorhanden ist, weitgehend darstellen. Daher kann die Bilderzeugungsvorrichtung 10 ein Bild mit einer kleinen Pixeldifferenz als ein Bild mit einer großen Pixeldifferenz darstellen und klare Merkmale erhalten. Dadurch kann die Robotersteuerung 1 beispielsweise die Verarbeitungszeit und die fehlerhafte Erkennung durch Verwendung des von der Bilderzeugungsvorrichtung 10 erzeugten Komposit-Bilds reduzieren.

**[0052]** Darüber hinaus kann der Helligkeitsbereich z.B. vom Benutzer eingestellt werden. Auf diese Weise kann die Bilderzeugungsvorrichtung 10 in geeigneter Weise das vom Benutzer gewünschte Komposit-Bild erzeugen.

**[0053]** Außerdem kann die Helligkeitsbereich-Einstelleinheit 113 den Helligkeitsbereich auf der Grundlage der vom visuellen Sensor 4 aufgenommenen Bildinformation einstellen. So kann die Bilderzeugungsvorrichtung 10 den Helligkeitsbereich angemessen einstellen, um den Bereich zu erweitern, in dem der Pixelwert im Komposit-Bild vorhanden ist.

**[0054]** Außerdem kann die Helligkeitsbereich-Einstelleinheit 113 den Helligkeitsbereich auf der Grundlage der Bildinformationen des vom visuellen Sensor 4 erfassten Objekts einstellen. So kann die Bilderzeugungsvorrichtung 10 den Helligkeitsbereich angemessen einstellen, um den Bereich zu erweitern, in dem der Pixelwert im Komposit-Bild vorhanden ist.

**[0055]** Außerdem stellt die Belichtungszeit-Einstelleinheit 112 die Belichtungszeit auf der Grundlage des Helligkeitsbereichs ein. Auf diese Weise kann die Bilderzeugungsvorrichtung 10 die Belichtungszeit in geeigneter Weise einstellen, um den Bereich zu erweitern, in dem der Pixelwert im Komposit-Bild vorhanden ist.

**[0056]** Außerdem stellt die Bildanzahl-Einstelleinheit 111 die Anzahl der aufzunehmenden Bilder auf der Grundlage des Helligkeitsbereichs ein. Auf diese Weise kann die Bilderzeugungsvorrichtung 10 die Anzahl der aufzunehmenden Bilder in geeigneter Weise einstellen, um den Bereich zu erweitern, in dem der Pixelwert im Komposit-Bild vorhanden ist.

**[0057]** Außerdem passt die Bildkombinationseinheit 115 den Pixelwert des aufgenommenen Bildes auf der Grundlage des Helligkeitsbereichs an. So kann die Bilderzeugungsvorrichtung 10 das Komposit-Bild, in dem der Bereich, wo der Pixelwert vorhanden ist, erweitert wird, durch Anpassen des Pixelwerts erzeugen.

**[0058]** Fig. 9 ist ein Diagramm, das schematisch ein Beispiel eines Bildverarbeitungssystems 201, an das eine Vielzahl von visuellen Sensoren 4 gemäß der vorliegenden Ausführungsform angeschlossen sind, zeigt. In Fig. 6 sind N visuelle Sensoren 4 über einen Netzwerkbus 210 mit einer Zellensteuerung 200 verbunden. Die Zellensteuerung 200 hat die gleiche Funktion wie die oben beschriebene Bilderzeugungsvorrichtung 10 und erfasst die von jedem der N visuellen Sensoren 4 aufgenommenen Bilder.

**[0059]** In einem solchen, in Fig. 9 gezeigten Bildverarbeitungssystem 201 kann die Zellensteuerung 200 beispielsweise eine maschinelle Lernvorrichtung (nicht dargestellt) enthalten. Die maschinelle Lernvorrichtung erfasst eine Sammlung von Lerndaten, die in der Zellensteuerung 200 gespeichert sind, und führt überwachtes Lernen durch. In diesem Beispiel kann ein Lernprozess auch sequentiell online durchgeführt werden.

**[0060]** Fig. 10 ist ein Diagramm, das schematisch ein Beispiel eines Bildverarbeitungssystems 301 zeigt, an das eine Vielzahl von Bilderzeugungsvorrichtungen 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform angeschlossen sind. In Fig. 10 sind m Bilderzeugungsvorrichtungen 10 über einen Netzwerkbus 210 mit einer Zellensteuerung 200 verbunden. An jede der Bilderzeugungsvorrichtungen 10 sind ein oder mehrere visuelle Sensoren 4 angeschlossen. Das Bildverarbeitungssystem 301 als Ganzes umfasst insgesamt n visuelle Sensoren 4.

**[0061]** In einem solchen, in Fig. 10 gezeigten Bildverarbeitungssystem 301 kann die Zellensteuerung 200 beispielsweise eine maschinelle Lernvorrichtung (nicht gezeigt) enthalten. Die Zellensteuerung 200 kann als Lerndatensatz eine Sammlung von Lerndaten speichern, die von der Vielzahl der Bilderzeugungsvorrichtungen 10 gesendet wurden, und maschinelles Lernen durchführen, um ein Lernmodell zu erstellen. Das Lernmodell wird für jede der Bilderzeugungsvorrichtungen 10 verfügbar.

**[0062]** Obwohl die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oben beschrieben wurde, kann die oben beschriebene Bilderzeugungsvorrichtung 10 durch Hardware, Software oder eine Kombination davon implementiert werden. Ferner kann das Steuerungsverfahren, das von der oben beschriebenen Robotersteuerung 1 durchgeführt wird, auch durch Hardware, Software oder eine Kombination davon implementiert werden. Hier bedeutet „durch Software implementiert“, dass ein Computer ein Programm liest und ausführt.

**[0063]** Das Programm kann auf verschiedenen Arten von nichtübertragbaren, computerlesbaren Medien gespeichert und einem Computer zugeführt werden. Zu den nicht transitorischen computerlesbaren Medien gehören verschiedene Arten von materiellen Speichermedien. Beispiele für nicht transitorische computerlesbare Medien sind ein magnetisches Aufzeichnungsmedium (z. B. ein Festplattenlaufwerk), ein magneto-optisches Aufzeichnungsmedium (z. B. eine magneto-optische Platte), eine CD-ROM (Read Only Memory), eine CD-R, eine CD-R/W und ein Halbleiterspeicher (z. B. ein Mask-ROM, ein PROM (Programmable ROM), ein EPROM (Erasable PROM), ein Flash-ROM und ein RAM (Random Access Memory)).

**[0064]** Darüber hinaus, obwohl die oben beschriebene Ausführungsform ist eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, ist der Umfang der vorliegenden Erfindung nicht nur auf die oben beschriebene Ausführungsform beschränkt, und verschiedene Modifikationen können ohne Abweichung von dem Kern der vorliegenden Erfindung gemacht werden.

#### ERLÄUTERUNG DER BEZUGSZEICHEN

1	Robotersteuerung
2	Roboter
3	Arm
4	visueller Sensor
10	Bildverarbeitungsvorrichtung
11	Steuereinheit
12	Speichereinheit
111	Bildanzahl-Einstelleinheit
112	Belichtungszeit-Einstelleinheit
113	Helligkeitsbereich-Einstelleinheit
114	Bildaufnahme-Steuereinheit
115	Bildkombinationseinheit

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2013246149 A [0003]



**Patentansprüche**

1. Bilderzeugungsvorrichtung, die ein Komposit-Bild erzeugt, in dem Bilder kombiniert sind, wobei die Bilderzeugungsvorrichtung umfasst:

eine Bildanzahl-Einstelleinheit, die die Anzahl der Bilder festlegt, in denen ein Objekt aufgenommen werden soll;

eine Belichtungszeit-Einstelleinheit, die eine Belichtungszeit für die aufzunehmenden Bilder festlegt;

eine Helligkeitsbereich-Einstelleinheit, die einen Helligkeitsbereich des Objekts festlegt;

eine Bildaufnahme-Steuereinheit, die eine Bildaufnahmeeinheit steuert und veranlasst, Bilder des Objekts basierend auf der Anzahl der Bilder und der Belichtungszeit aufzunehmen; und

eine Bildkombinationseinheit, die die aufgenommenen Bilder auf der Grundlage des Helligkeitsbereichs kombiniert, um dadurch das Komposit-Bild zu erzeugen.

2. Bilderzeugungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei der Helligkeitsbereich von einem Benutzer eingestellt wird.

3. Bilderzeugungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit den Helligkeitsbereich auf Basis von Bildinformationen einstellt, die von der Bildaufnahmeeinheit erfasst werden.

4. Bilderzeugungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Helligkeitsbereichs-Einstelleinheit den Helligkeitsbereich auf Basis von Bildinformationen des von der Bildaufnahmeeinheit aufgenommenen Objekts einstellt.

5. Bilderzeugungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Belichtungszeit-Einstelleinheit die Belichtungszeit auf Basis des Helligkeitsbereichs einstellt.

6. Bilderzeugungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Bildanzahl-Einstelleinheit die Anzahl der aufzunehmenden Bilder auf Basis des Helligkeitsbereichs einstellt.

7. Bilderzeugungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Bildkombinationseinheit die Pixelwerte jedes der aufgenommenen Bilder auf Basis des Helligkeitsbereichs justiert.

8. Robotersteuerung, die ein Komposit-Bild erzeugt, in dem Bilder kombiniert werden, wobei die Robotersteuerung umfasst:

eine Bildanzahl-Einstelleinheit, die die Anzahl der Bilder festlegt, in denen ein Objekt aufgenommen werden soll;

eine Belichtungszeit-Einstelleinheit, die eine Belichtungszeit für die aufzunehmenden Bilder festlegt;

eine Helligkeitsbereich-Einstelleinheit, die einen Helligkeitsbereich des Objekts festlegt;

eine Bildaufnahme-Steuereinheit, die eine Bildaufnahmeeinheit steuert und veranlasst, Bilder des Objekts basierend auf der Anzahl der Bilder und der Belichtungszeit aufzunehmen; und

eine Bildkombinationseinheit, die die aufgenommenen Bilder auf Basis des Helligkeitsbereichs kombiniert, um dadurch das Komposit-Bild zu erzeugen.

9. Computerprogramm, das einen Computer veranlasst, Schritte auszuführen, die Folgendes umfassen:

einen Schritt der Einstellung einer Anzahl von Bildern, in denen ein Objekt aufgenommen werden soll;

einen Schritt zur Einstellung einer Belichtungszeit für die aufzunehmenden Bilder;

einen Schritt zur Einstellung eines Helligkeitsbereichs des Objekts;

einen Schritt, bei dem eine Bildaufnahmeeinheit gesteuert und veranlasst wird, Bilder des Objekts auf Basis der Anzahl von Bildern und der Belichtungszeit aufzunehmen; und

einen Schritt zum Kombinieren der aufgenommenen Bilder auf Basis des Helligkeitsbereichs, um dadurch das Komposit-Bild zu erzeugen.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

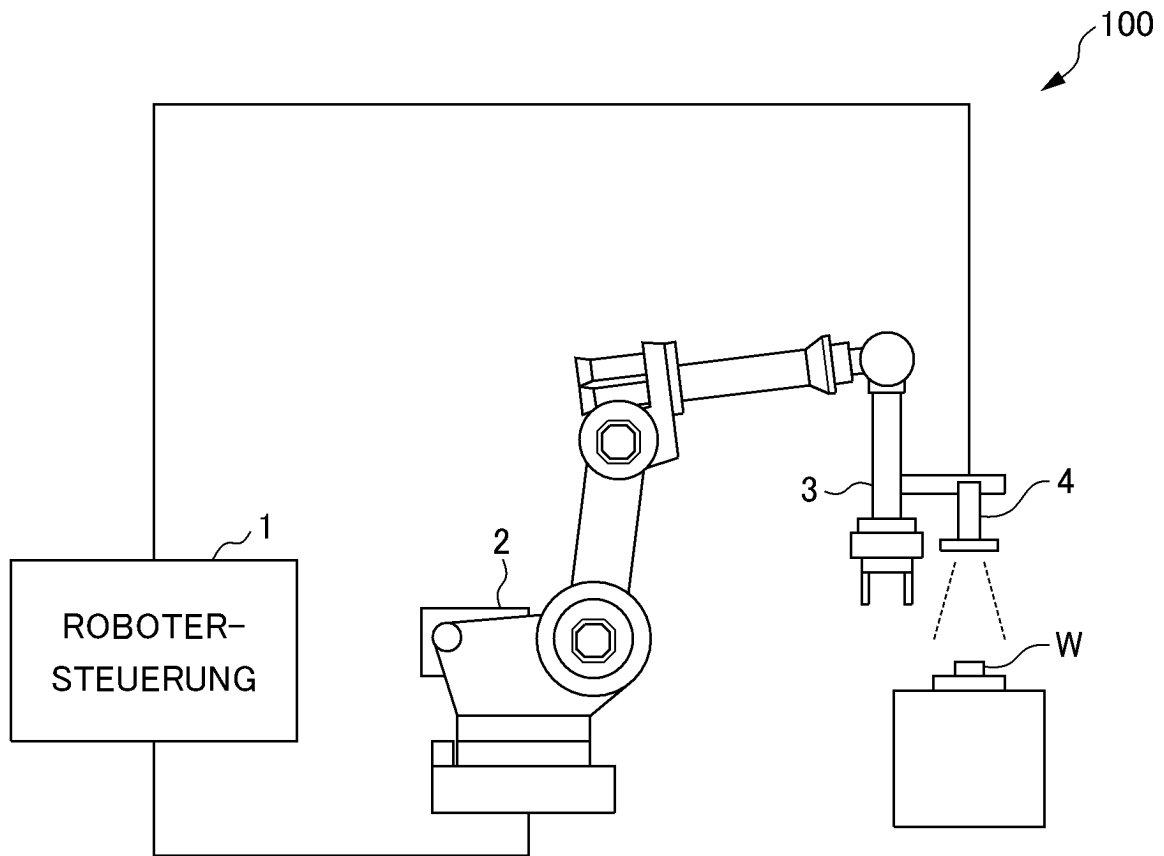


FIG. 2

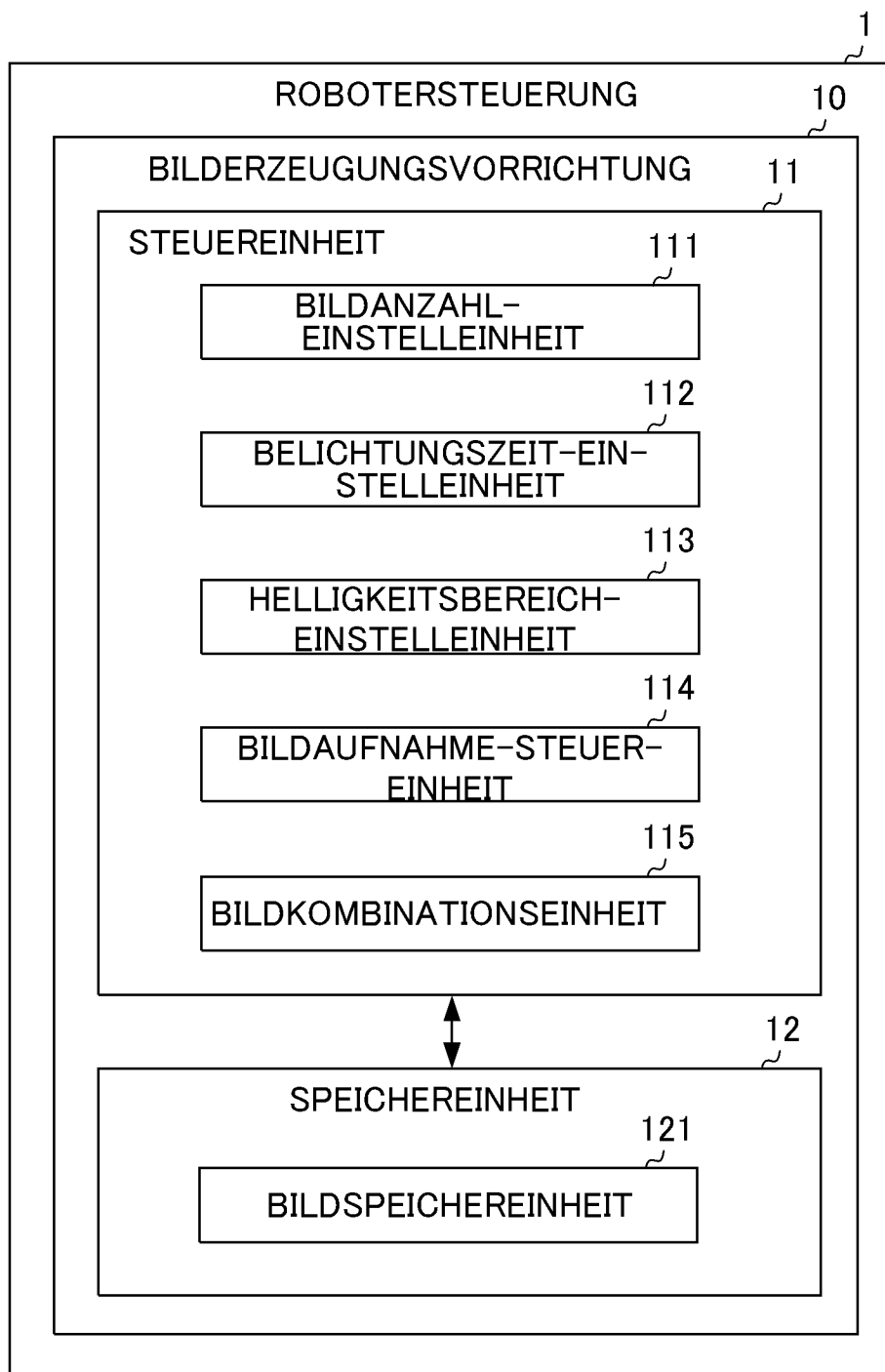


FIG. 3

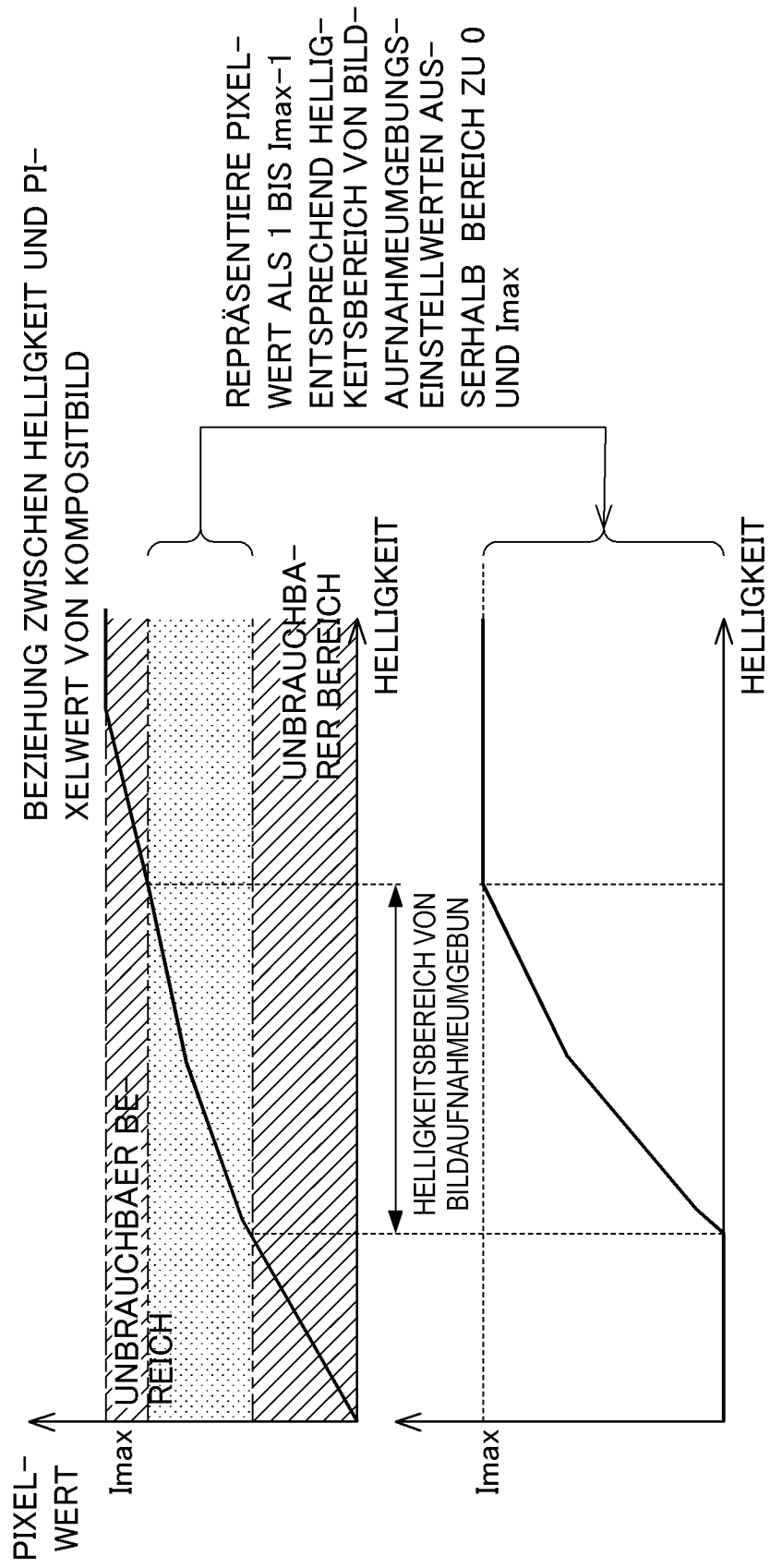


FIG. 4

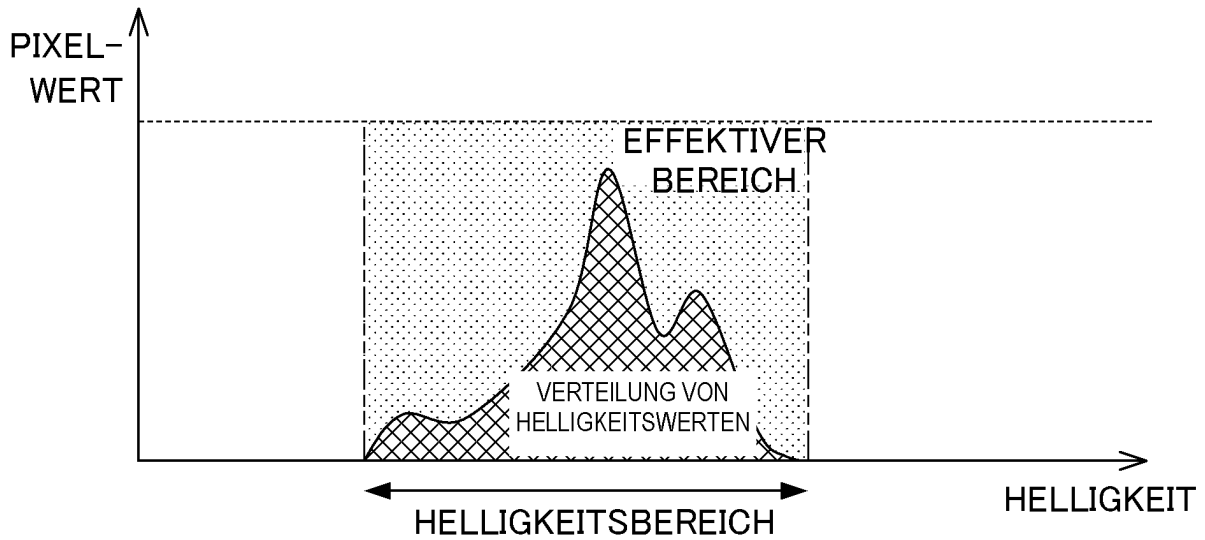


FIG. 5

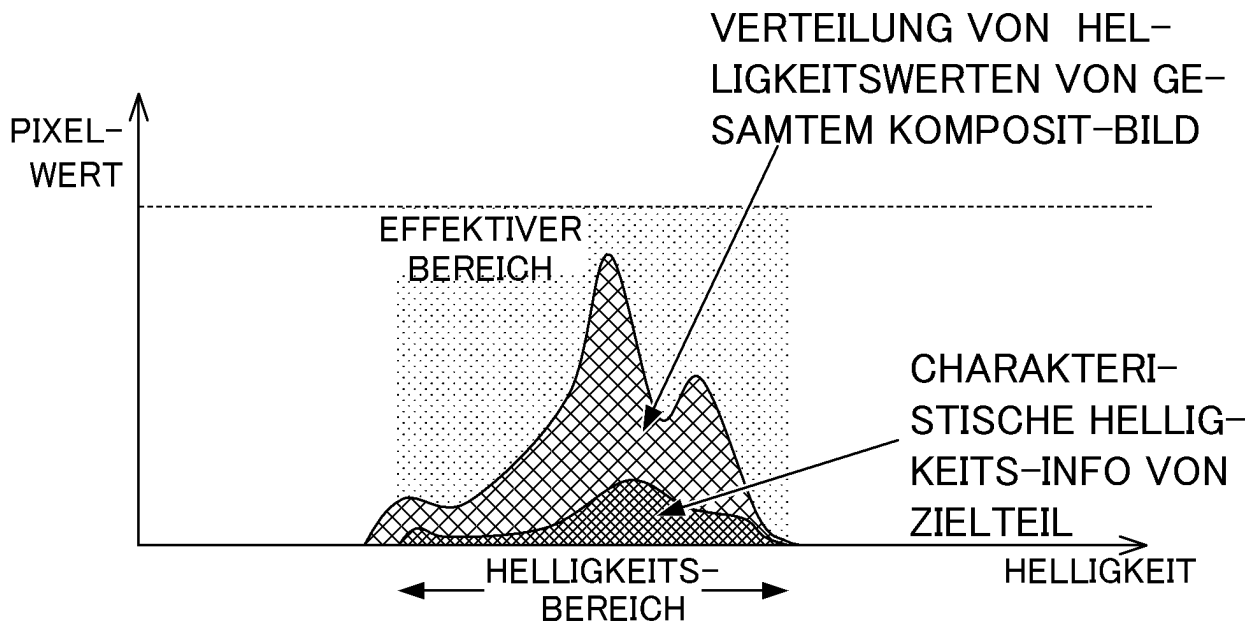


FIG. 6

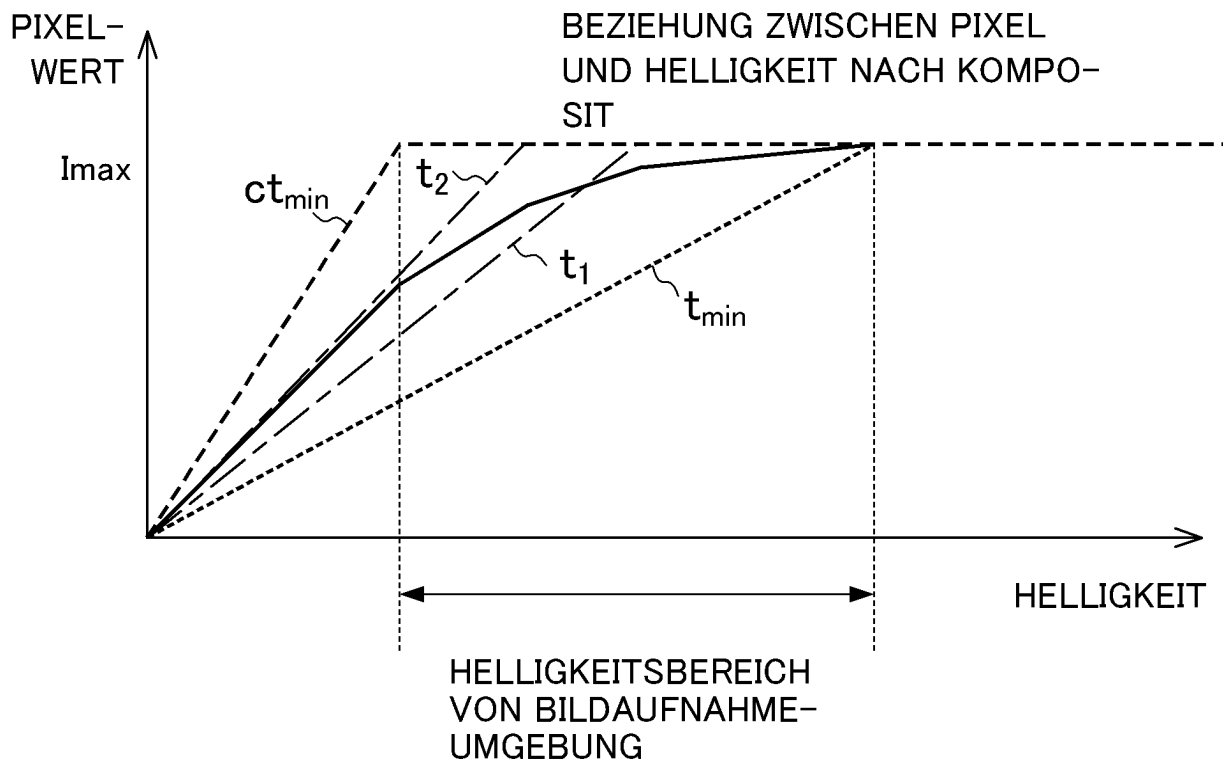
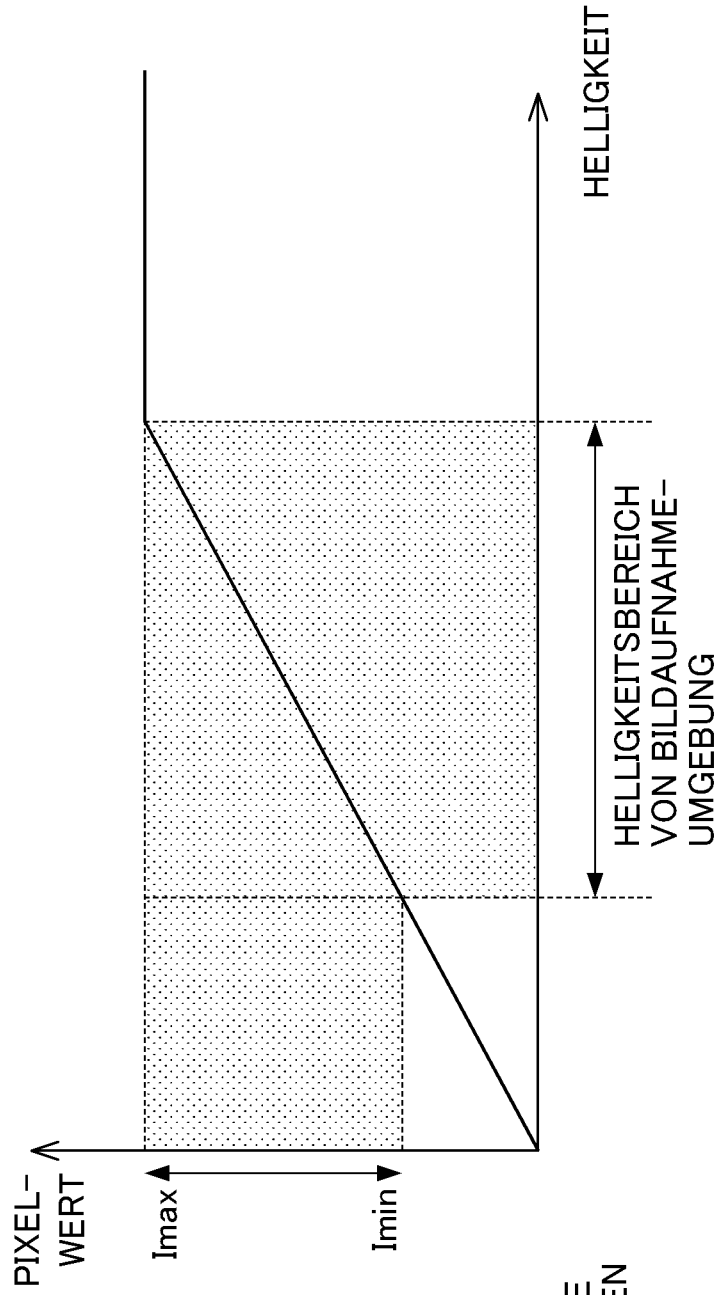


FIG. 7



MÖGLICHE PIXELWERTE, DIE AUS HELLIGKEITSBEREICH ABGESCHÄTZT SIND

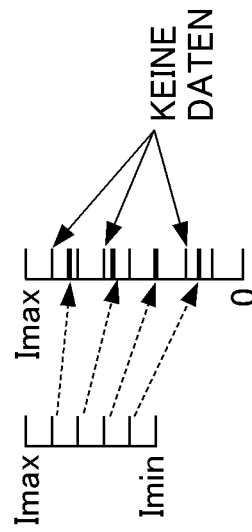


FIG. 8

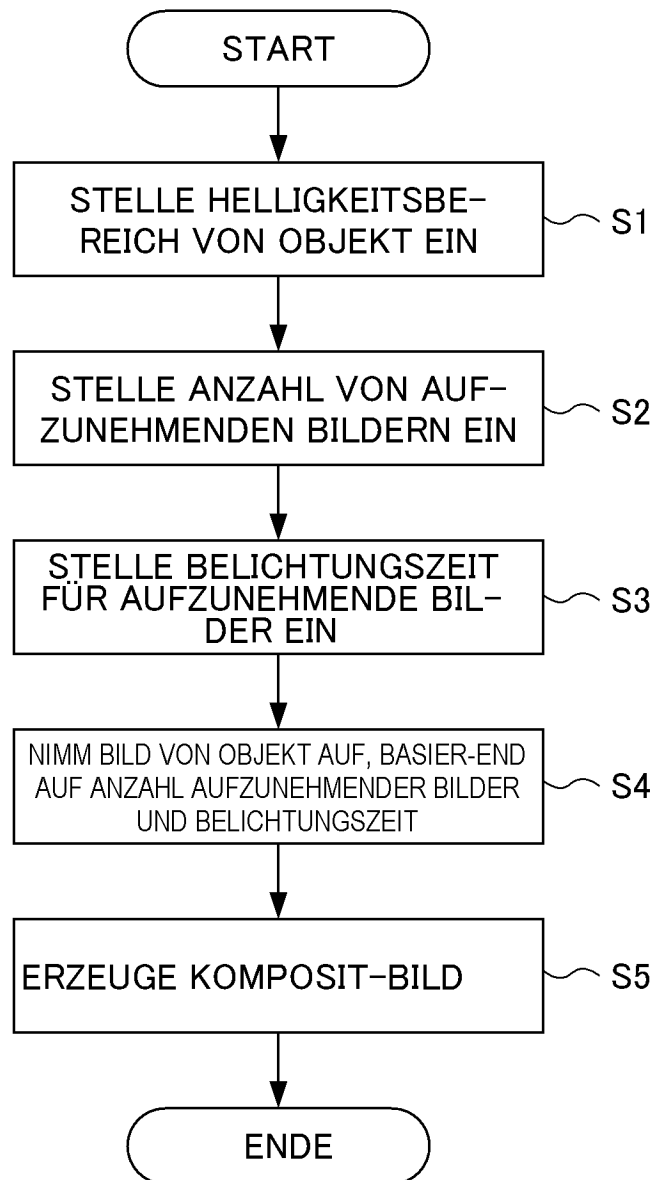




FIG. 9

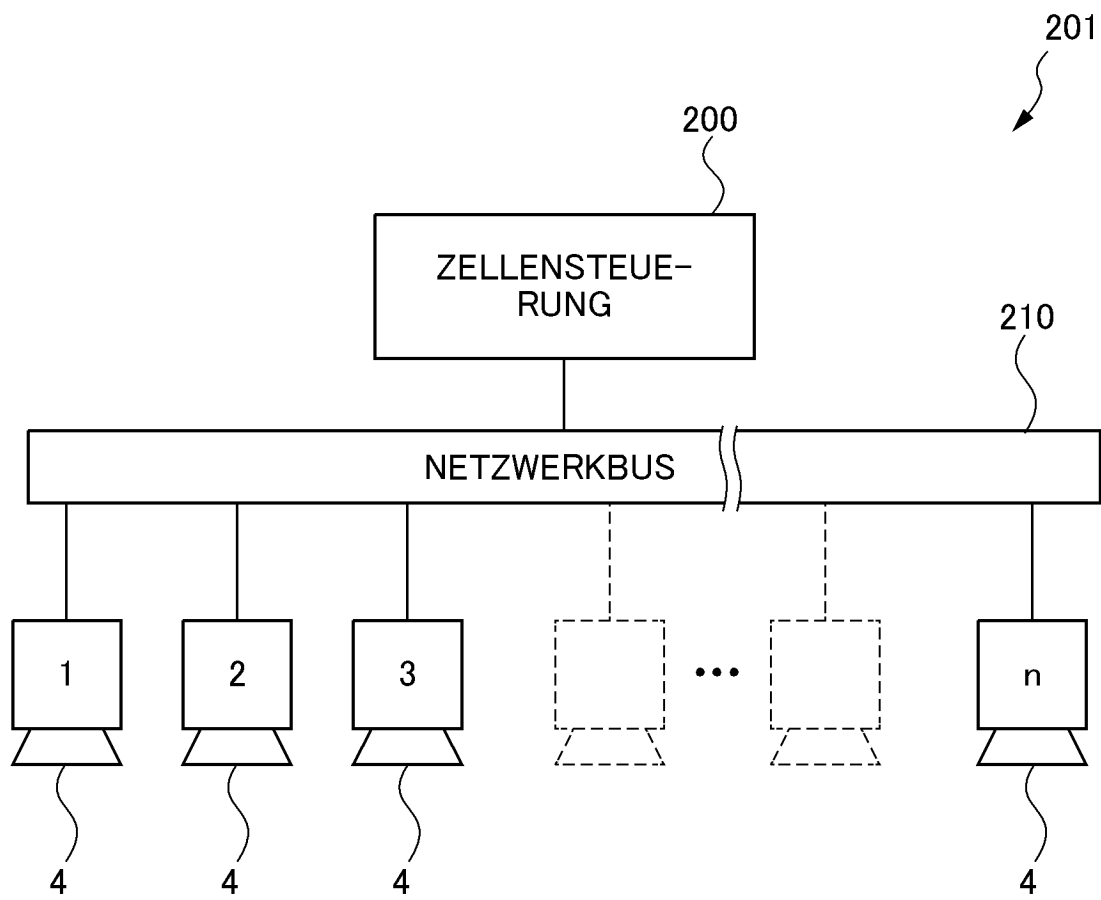


FIG. 10

