



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 114 090.2**

(22) Anmeldetag: **29.07.2016**

(43) Offenlegungstag: **02.02.2017**

(51) Int Cl.: **G01J 1/42 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
14/815,266 **31.07.2015** **US**

(71) Anmelder:
**Avago Technologies General IP (Singapore) Pte.
Ltd., Singapore, SG**

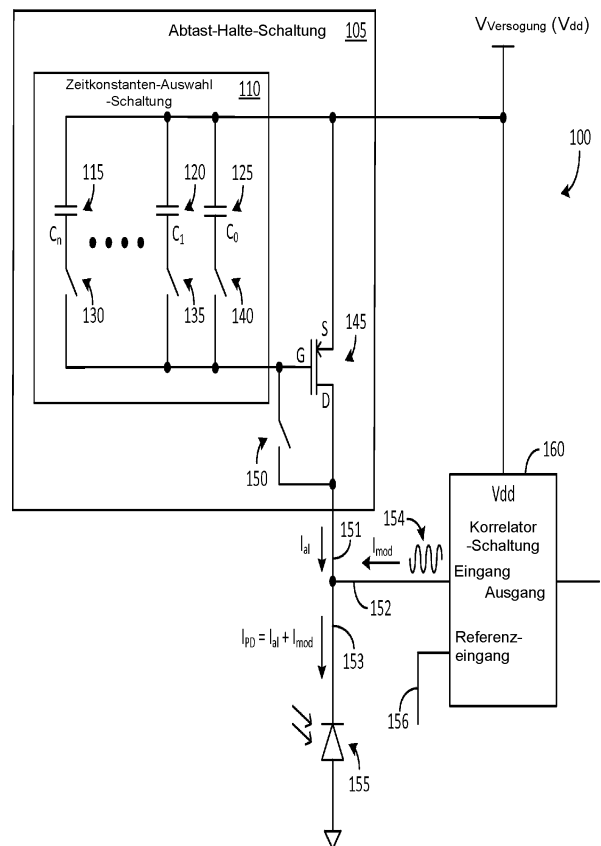
(74) Vertreter:
**Dilg Haeusler Schindelmann
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80636 München,
DE**

(72) Erfinder:
**Davidovic, Milos, Wien, AT; Gaberl, Wolfgang,
Wien, AT; Steinle, Gunther, 93049 Regensburg,
DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optisches Messsystem mit einem Ausgleich einer Umgebungslicht-Komponente**

(57) Zusammenfassung: Ein optisches Messsystem umfasst einen Fotodetektor, der in Reihe mit einem Feldeffekt-Transistor (FET), der ein Teil von einer Abtast-Halte-Schaltung ist, gekoppelt ist. Wenn die Abtast-Halte-Schaltung in einer Abtastbetriebsart ist, wird dem FET eine Spannungsvorspannung beaufschlagt und der Fotodetektor wird in Umgebungslicht ausgesetzt, was zu einem ersten Stromfluss durch den Fotodetektor führt. In der Abtast-Halte-Schaltung kann eine von mehreren Komponenten zum Erhalten einer gewünschten Zeitkonstante ausgewählt werden. Wenn die Abtast-Halte-Schaltung anschließend in eine Haltebetriebsart versetzt wird, fließt ein zweiter Strom durch den Fotodetektor aufgrund eines Aussetzens des Fotodetektors in eine Kombination von Umgebungslicht und Licht, das mit einer optischen Messung zusammenhängt. Ein Teil des zweiten Stroms, der dem mit der optischen Messung zusammenhängenden Licht zuordenbar ist, wird zum Ausführen der optischen Messung verwendet.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf optische Messsysteme, und genauer gesagt auf optische Messsysteme, die eine Umgebungslichtmessung eingebaut haben.

HINTERGRUND

[0002] Optische Messsysteme setzen typischerweise einen oder mehrere Fotodetektoren ein, um einfaches Licht zu detektieren und dann von dem detektierten Licht abgeleitete Information für verschiedene Zwecke zu verwenden. Beispielsweise kann ein Fotodetektor, der in einer digitalen Kamera (in der Form eines Bildsensors) eingebaut ist, verwendet werden, um Lichtintensitäten, die verschiedenen Objekten in einer Szene, die von der digitalen Kamera aufgenommen werden soll, zugeordnet sind, zu messen. Digitalkameras enthalten allgemein verschiedene Belichtungseinstellungen, die verwendet werden können, um auf verschiedene Hintergrundlicht-Bedingungen abzuheben. Die Belichtungseinstellungen können in geeigneter Weise eingestellt werden, nachdem eine anfängliche Messung von Umgebungslicht ausgeführt worden ist. Die anfängliche Messung kann entweder unter Verwendung eines Schaltkreises, der in der Digitalkamera selbst enthalten ist, oder durch Verwendung eines externen Lichtmess-Geräts ausgeführt werden. Jedoch stellt sich heraus, dass derartige Hintergrundmessungen häufig nur grobe Näherungen sind, welche die tatsächliche Menge (oder Intensität) von Umgebungslicht widerspiegeln kann, das zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhanden ist, wenn die Kamera verwendet wird, um ein Bild von einem Objekt, das weit von der Kamera entfernt ist, aufzunehmen.

[0003] In einigen Anwendungen verschieden von der Fotografie können Umgebungslicht-Messungen unter Verwendung von verschiedenen anderen Techniken und Vorgehensweisen ausgeführt werden. In vielen Fällen versagt jedoch selbst die Verwendung von diesen anderen Techniken und Vorgehensweisen darin, zufriedenstellende Ergebnisse bereitzustellen. Beispielsweise zeigt sich, dass Hintergrundlicht-Messschaltungen, die in manchen herkömmlichen optischen Messsystemen für laufzeitbasierte Abstandsmessungen zum Messen von Hintergrundlicht und zum Berücksichtigen von resultierenden, abträglichen Effekten verwendet werden, häufig nicht adäquat und weniger als optimal sind. Dieser Nachteil kann zumindest teilweise der komplexeren Natur der Vorgehensweise bei der Abstandsmessung im Vergleich zu verschiedenen Vorgehensweisen von Licht-Messungen, die beispielsweise in Digitalkameras eingesetzt werden, zuschreibbar sein.

[0004] So wie das bekannt ist, arbeitet ein laufzeitbasiertes, optisches Abstandsmesssystem, indem es einen Lichtstrahl in Richtung zu einem Zielobjekt überträgt und dann wartet, um einen reflektierten Anteil des ausgesendeten Lichts nach der Reflexion von dem Zielobjekt zu empfangen. Die Zeitverzögerung zwischen der Übertragung des Lichtstrahls und dem Empfangen des reflektierten Lichts wird verwendet, um den Abstand zwischen dem Messsystem und dem Zielobjekt zu berechnen. Verständlicherweise kann die Menge (oder Intensität) des reflektierten Lichts im Vergleich zu der Menge des Umgebungslichts, das in der Nähe des optischen Abstandsmesssystems vorhanden sein kann, sehr klein sein. Bestehende optische Abstandsmesssysteme versuchen, die Effekte des Umgebungslichts zu eliminieren, jedoch mit begrenztem Erfolg, und zwar hauptsächlich aufgrund der Schwierigkeiten, die mit dem Bestimmen einer optimalen Zeitdauer (Abtast-Intervall), das zum Detektieren einer Menge von Umgebungslicht mit einem zufriedenstellenden Niveau der Genauigkeit verwendet werden kann. Eine übermäßig lange Abtast-Zeitdauer kann zu ungewünschten Messverzögerungen führen, ohne Zusicherungen, dass das Umgebungslicht in dem Moment, wenn das reflektierte Licht einen Detektor zu einem späteren Zeitpunkt tatsächlich erreicht, unverändert bleiben wird. Andererseits kann eine kurze Abtast-Zeitdauer zu einer ungenauen Messung des Umgebungslichts führen.

[0005] Es ist daher wünschenswert, ein optisches Messsystem bereitzustellen, das zumindest einige der Themen, die mit herkömmlichen optischen Messsystemen, die eine Schaltung zum Messen des Umgebungslichts eingebaut haben, einhergehen.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0006] Viele Aspekte der Erfindung können durch Verweis auf die nachfolgende Beschreibung im Zusammenhang mit den beigefügten Patentansprüchen und Zeichnungen besser verstanden werden. In den verschiedenen Zeichnungen verweisen gleiche Bezugszeichen auf gleiche strukturelle Elemente und Merkmale. Zur Verdeutlichung kann nicht jedes Element in jeder Zeichnung mit einem Bezugszeichen versehen sein. Die Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu gezeichnet, stattdessen wird eine Betonung darauf gelegt, die Prinzipien der Erfindung zu veranschaulichen. Die Zeichnungen sollten nicht dahingehend interpretiert werden, dass sie den Schutzzumfang der Erfindung auf die hierin gezeigten, beispielhaften Ausführungsformen beschränken.

[0007] Fig. 1 zeigt eine erste beispielhafte Ausführungsform eines optischen Messsystems gemäß der Offenbarung.

[0008] Fig. 2 zeigt eine zweite beispielhafte Ausführungsform eines optischen Messsystems gemäß der Offenbarung.

[0009] Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform eines optischen Messsystems gemäß der Offenbarung.

[0010] Fig. 4 zeigt eine vierte beispielhafte Ausführungsform eines optischen Messsystems gemäß der Offenbarung.

[0011] Fig. 5 zeigt eine fünfte beispielhafte Ausführungsform eines optischen Messsystems gemäß der Offenbarung.

[0012] Fig. 6 zeigt einige Wellenformen, die einer ersten beispielhaften optischen Messung gemäß der Offenbarung zugeordnet sind.

[0013] Fig. 7 zeigt einige Wellenformen, die einer zweiten beispielhaften optischen Messung gemäß der Offenbarung zugeordnet sind.

SCHRIFTLICHE BESCHREIBUNG

[0014] Durchgehend in dieser Beschreibung werden Ausführungsformen und Abwandlungen beschrieben zu dem Zweck, Verwendungen und Implementierungen der erfinderischen Konzepte zu veranschaulichen. Die veranschaulichende Beschreibung sollte so verstanden werden, dass sie Beispiele von erfinderischen Konzepten darstellt, anstatt dass sie den Schutzzumfang der hierin offenbarten Konzepte beschränkt. Es sollte ferner verstanden werden, dass bestimmte Wörter und Ausdrücke hierin lediglich zur Vereinfachung verwendet werden, und dass derartige Worte und Ausdrücke so interpretiert werden sollten, dass sie auf verschiedene Objekte und Aktionen verweisen, die allgemein in verschiedenen Formen und Äquivalenten von Fachleuten in dem technischen Gebiet verstanden werden. Beispielsweise verweist das Wort „Schalter“ allgemein auf verschiedene Arten von Schaltelementen, wie beispielsweise etwa ein Relais oder einen Festkörperschalter, und das Wort „Fotodetektor“ bezeichnet verschiedene Arten von Lichtmeselementen, wie beispielsweise etwa eine Fotodiode, eine Fotozelle oder einen Komplementär-Metalloxid-Halbleiter (CMOS, complementary metal oxide semiconductor)-Bildsensor. Es sollte auch verstanden werden, dass das Wort „Beispiel“, so wie dies hierin verwendet wird, dazu gedacht ist, nicht ausschließlich und in seiner Natur nicht begrenzend zu sein. Genauer gesagt, verweist das Wort „beispielhaft“, so wie es hierin verwendet wird, auf eines unter mehreren Beispielen, und es muss verstanden werden, dass keine übertriebene Betonung oder Vorzug auf die bestimmten, beschriebenen Beispiele gerichtet ist.

[0015] Im Sinne einer allgemeinen Übersicht umfasst ein optisches Messsystem gemäß der Offenbarung einen Fotodetektor, der in Reihe mit einem Feldeffekt-Transistor (FET) geschaltet ist. Der FET ist ein Teil von einer Abtast-Halte-Schaltung (sample and hold circuit), und eine Menge (oder Stärke) des durch den Fotodetektor fließenden Stroms ist proportional zu einem Leitfähigkeitszustand des FET. Genauer gesagt, wird der Leitfähigkeitszustand des FET bestimmt durch eine Spannungsausrichtung (oder Vorspannung, voltage bias), die an einem Gate-Anschluss des FET angelegt wird, wenn die Abtast-Halte-Schaltung eine Abtastbetriebsart (sampling mode of operation) ausführt. Die Abtastbetriebsart wird ausgeführt, um eine Menge des auf dem Fotodetektor auftreffenden Umgebungslichts zu detektieren und um daraus zu bestimmen, welche eine von einer Mehrzahl von Schaltelementen in einer Zeitkonstanten-Auswahl-Schaltung der Abtast-Halte-Schaltung ausgewählt werden soll. Jede Zeitkonstante stellt eine verschiedene Messeigenschaft (measurement characteristic) dar, wenn die Menge des auf den Fotodetektor auftreffenden Umgebungslichts abgetastet wird. Somit und gemäß der Offenbarung kann eine Vielfalt von Zeitkonstanten wahlweise (oder selektiv) angewendet werden, wenn ein Lichtsignal, das einer gewünschten optischen Messung zugeordnet ist, detektiert wird, selbst wenn unterschiedliche Umgebungslicht-Bedingungen vorhanden sind.

[0016] Optische Messsysteme gemäß der Offenbarung bieten verschiedene Vorteile gegenüber herkömmlichen optischen Messsystemen, bei denen unabhängig von Veränderungen des Umgebungslichts eine einzelne, feste Zeitkonstante verwendet wird. Genauer gesagt, bietet ein optisches Messsystem gemäß der Offenbarung eine Messung (oder Detektion) von einem gewünschten Stromfluss durch einen Fotodetektor selbst in der Anwesenheit eines durch Umgebungslicht verursachten, großen Stromflusses, wodurch nachteilige Effekte der Umgebungslicht-Komponente auf die Messung ausgeglichen (oder aufgehoben, nullified) werden. Die hierin beschriebenen Systeme und Verfahren können in einer breiten Vielfalt von Anwendungen verwendet werden, einschließlich beispielsweise in einem laufzeitbasierten, optischen Abstandsmesssystem.

[0017] Die Aufmerksamkeit wird nun auf Fig. 1 gelenkt, die eine erste beispielhafte Ausführungsform eines optischen Messsystems **100** gemäß der Offenbarung zeigt. Das optische Messsystem **100** umfasst einen Fotodetektor **155**, der dazu ausgebildet ist, verschiedene Arten von Lichteingaben, die einer breiten Vielfalt von Anwendungen zugeordnet sind, zu empfangen. In einer ersten Anwendung beispielsweise, die eine Bildaufnahme-Anwendung ist, mag das empfangene Licht mit einem Licht korrespondieren (oder entsprechen), das verschiedenen Punkten auf einem oder mehreren Zielobjekten (nicht gezeigt), die

in Form eines Bildes aufgenommen werden sollen, zugeordnet ist. In einer zweiten Anwendung, die eine laufzeitbasierte, optische Abstandsmessanwendung ist, mag das empfangene Licht mit Licht korrespondieren, das von einem Zielobjekt (nicht gezeigt) in Antwort auf einen Strahl von Licht, das durch das optische Messsystem **100** in Richtung zu dem Zielobjekt übertragen worden ist, reflektiert wird. Die Zeitverzögerung zwischen dem Übertragen des Lichtstrahls durch das optische Messsystem **100** und dem Empfangen des reflektierten Lichts in dem Fotodetektor **155** wird von dem optischen Messsystem **100** verwendet, um einen Abstand zwischen dem optischen Messsystem **100** und dem Zielobjekt zu berechnen.

[0018] Ungeachtet der Art der Anwendung mag der Fotodetektor **155** zu dem Zeitpunkt, wenn der gewünschte Lichteingang auf dem Fotodetektor **155** eintrifft, im Umgebungslicht ausgesetzt sein. In vielen Situationen kann die Intensität des Umgebungslichts signifikant höher sein als ein gewünschter Lichteingang, welcher beispielsweise reflektiertes Licht sein kann, das in einem Fotodetektor eines laufzeitbasierten, optischen Abstandsmesssystems empfangen wird. Es ist daher wünschenswert, die nachteiligen Effekte von auf dem Fotodetektor **155** auftretendem Umgebungslicht, wenn das optische Messsystem **100** zum Ausführen von verschiedenen Arten von optischen Messungen verwendet wird, aufzuheben oder zu eliminieren. Das Aufheben oder Eliminieren der nachteiligen Effekte von Umgebungslicht bei optischen Messungen kann typischerweise ausgeführt werden, indem eine Menge (oder Stärke) des Stroms, der in Antwort auf Umgebungslicht, das vorhanden ist, wenn ein Messvorgang von dem optischen Messsystem **100** initiiert wird, durch den Fotodetektor **155** fließt, detektiert wird und dann der detektierte Stromfluss in Betracht gezogen wird, wenn der Fotodetektor **155** anschließend ein gewünschtes Lichtsignal in der Anwesenheit des Umgebungslichts empfängt. Diese Aspekte werden nachstehend in näherer Einzelheit beschrieben.

[0019] Der Fotodetektor **155** ist in Reihe geschaltet mit einem FET **145**, der ein Teil von einer Abtast-Halte-Schaltung **105** ist. Es sollte verstanden werden, dass in anderen Ausführungsformen andere Arten von Transistoren anstelle des FET **145** verwendet werden können. Die Abtast-Halte-Schaltung **105** enthält einen Abtast-Schalter **150**, der verwendet werden kann, um einen Gate-Anschluss des FET **145** mit einem Drain-Anschluss des FET **145** zu koppeln, und enthält des Weiteren eine Zeitkonstanten-Auswahl-Schaltung **110**. In dieser beispielhaften Ausführungsform enthält die Zeitkonstanten-Auswahl-Schaltung **110** eine Schaltmatrix (array) von Kondensatoren, die parallel zueinander gekoppelt (oder verbunden oder geschaltet) sind. Eine oder mehrere von den „n“ Kondensatoren ($n \geq 2$), welche die Schaltmatrix der Kondensatoren ausbilden, können selektiv zwischen dem

Gate-Anschluss des FET **145** und einem Source-Anschluss des FET **145** gekoppelt werden, indem einer oder mehrere von entsprechenden Schaltern in einer Schaltmatrix von Schaltern, die mit der Schaltmatrix der Kondensatoren verbunden sind, betätigt (actuated) werden. Beispielsweise kann ein Kondensator **115** selektiv zwischen dem Gate-Anschluss des FET **145** und dem Source-Anschluss des FET **145** gekoppelt werden, indem ein Schalter **130**, der mit dem Kondensator **115** verbunden ist, betätigt wird. Gleichmaßen kann jeder von einem Kondensator **120** und einem Kondensator **125** selektiv gekoppelt werden, indem ein Schalter **135** und ein Schalter **140**, respektive, betätigt werden.

[0020] In einer beispielhaften Implementierung sind alle von den „n“ Kondensatoren identisch zueinander. Jedoch können in anderen beispielhaften Implementierungen zwei oder mehrere der „n“ Kondensatoren verschiedene Werte aufweisen. Die verschiedenen Werte können entweder eine lineare Beziehung oder eine nicht-lineare Beziehung aufweisen und können auch auf der Grundlage von einem Gewichtungsschema (z. B. einem binären Gewichtungsschema) ausgewählt werden. In noch einer anderen beispielhaften Implementierung kann mindestens einer von den „n“ Kondensatoren direkt zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET **145** verbunden sein, ohne dass ein Wahlschalter eingebaut ist. Ein derartiger Kondensator mag einen nominellen, vorbestimmten Wert haben.

[0021] Der Betrieb (oder die Arbeitsweise) der verschiedenen Komponenten des optischen Messsystems **100** werden nun in näherer Einzelheit beschrieben. Die Abtast-Halte-Schaltung **105** wird zunächst in eine Abtastbetriebsart versetzt, indem ein Schalter **150** in eine geschlossene Position versetzt wird, wodurch der Gate-Anschluss („G“) des FET **145** mit dem Drain-Anschluss („D“) des FET **145** direkt gekoppelt wird. Zumindest einer von dem Schalter **130**, dem Schalter **135** und dem Schalter **140** wird auch in eine geschlossene Position versetzt, so dass zumindest ein Kondensator zwischen dem Gate-Anschluss des FET **145** und dem Strom-Anschluss des FET **145** enthalten ist. Beispielsweise kann der Schalter **140** zuerst in eine geschlossene Position versetzt werden, um den Kondensator **125** zwischen dem Gate-Anschluss des FET **145** und einem Source-Anschluss des FET **145** aufzunehmen.

[0022] Die Abtastbetriebsart ist darauf gerichtet, eine angemessene Zeitkonstante auszuwählen, die ein gewünschtes Niveau der Messgenauigkeit bereitstellt, wenn das optische Messsystem **100** zum Detektieren von Umgebungslicht, das in der Nähe des optischen Messsystems **100** vorhanden ist, verwendet wird. Während der Abtastbetriebsart kann die Korrelator-Schaltung (nachfolgend auch kurz: Korrelator) **160** in einen inaktiven Zustand versetzt werden.

In bestimmten Anwendungen kann das Niveau der Messgenauigkeit weiter verbessert werden, indem verhindert wird, dass das von dem Umgebungslicht verschiedene Licht auf dem Fotodetektor **155** auftrifft. So kann beispielsweise, wenn das optische Messsystem **100** ein flugzeitbasiertes Abstandsmesssystem ist, die Abtastbetriebsart aktiviert werden, wenn von dem flugzeitbasierten Abstandsmesssystem kein Licht in Richtung zu einem Zielobjekt übertragen worden ist, wodurch verhindert wird, dass reflektiertes Licht von dem Zielobjekt auf dem Fotodetektor **155** auftrifft.

[0023] Wenn die Abtast-Halte-Schaltung **105** in die Abtastbetriebsart versetzt wird, weist der Fotodetektor **155** eine Stromleitfähigkeit auf, die zu der Intensität des auf dem Fotodetektor **155** auftreffenden Umgebungslichts proportional ist. Die Stromleitfähigkeit führt zu einem Source-Drain-Strom (mit „ I_{al} “ bezeichnet), der durch den FET **145** gezogen wird und über eine Leitung **151** zu dem Fotodetektor **155** fließt.

[0024] Eine dem sich durch den FET **145** ausbreitenden Source-Drain-Strom („ I_{al} “) zugeordnete Zeitkonstante „ Γ “ wird durch den Wert des Kondensators **125** bestimmt, der zwischen dem Gate-Anschluss des FET **145** und dem Source-Anschluss des FET **145** durch Betätigen des Schalters **140** gekoppelt wurde. Die Zeitkonstante „ Γ “ kann durch die folgende Gleichung dargestellt werden:

$$\Gamma \propto C_{nom} / \sqrt{I_{PD}},$$

wobei C_{nom} in diesem Fall mit dem Wert des Kondensators **125** korrespondiert und I_{PD} der durch den Fotodetektor **155** fließende Strom ist. Verständlicherweise kann die Zeitkonstante „ Γ “ verändert werden, indem der Wert von C_{nom} verändert wird. Wenn folglich eine größere Zeitkonstante „ Γ “ gewünscht wird, können zusätzliche Kondensatoren von den „ n “ Kondensatoren (Kondensator **115**, Kondensator **120** und Kondensator **125** usw.) zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET **145** eingefügt werden, indem der richtige eine von den „ n “ Schaltern (d. h. Schalter **130**, Schalter **135**, Schalter **140**, usw., respektive) betätigt wird. Des Weiteren kann in manchen Anwendungen, wenn einer oder mehrere von den „ n “ zusätzlichen Kondensatoren ausgewählt wird, der Kondensator **125** von zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET **145** abgekoppelt (abgetrennt) werden, indem der Schalter **140** in eine offene Position betätigt wird. Der Kondensator **125** kann beispielsweise abgetrennt werden, um einen anderen Eingang von den „ n “ Kondensatoren, der einen niedrigeren Kapazitätswert aufweist, einzufügen, wodurch die Zeitkonstante „ Γ “ verringert wird, wenn dies so gewünscht ist. Das Bestimmen eines optimalen Werts der Zeitkonstante „ Γ “ ist abhängig von vielfältigen Parametern, wie beispielsweise etwa Messgeschwin-

digkeit und Messgenauigkeit. Folglich kann in manchen Fällen das Auswählen der Zeitkonstante „ Γ “ auf dem Auswählen eines Kompromisses zwischen zwei oder mehreren von derartigen Parametern beruhen. Die Auswahl von einem oder mehreren von den „ n “ zusätzlichen Kondensatoren kann manuell oder automatisch ausgeführt werden. Einige beispielhafte Systeme zum Ausführen der Auswahl in automatischer Weise werden unten mit Verweis auf andere Figuren beschrieben.

[0025] Beim Vervollständigen (Abschließen) der Abtastbetriebsart wird die Abtast-Halte-Schaltung **105** in eine Haltebetriebsart versetzt, während der der Abtastschalter **150** in eine offene Position versetzt wird und der ausgewählte Kondensator von den „ n “ Kondensatoren wird zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET **145** verbunden, zurückgelassen. Die Verbindung des ausgewählten Kondensators zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET **145** bewirkt, dass die Abtast-Halte-Schaltung **105** eine gewünschte Zeitkonstante bereitstellt für den Strom, der während der Haltebetriebsart durch den Fotodetektor **155** fließt.

[0026] Während der Haltebetriebsart ist das optische Messsystem **100** in einer Betriebsart (operating condition), die ermöglicht, dass ein gewünschtes Lichtsignal auf dem Fotodetektor **155** auftreffend ist. Genauer gesagt, ist während der Haltebetriebsart die Menge von Licht, die auf dem Fotodetektor **155** auftrifft, eine Kombination von Umgebungslicht und dem gewünschten Lichtsignal, was zu einer Veränderung in der Art des durch den Fotodetektor **155** fließenden Stroms führt, welcher Strom in Fig. 1 als ein Stromfluss „ $I_{PD} = I_{al} + I_{mod}$.“ angedeutet ist. Die Veränderung in der Art dieses Stromflusses ist zu der Intensität des gewünschten Lichtsignals direkt proportional, und dieses Merkmal kann in Übereinstimmung mit der Offenbarung in vorteilhafter Weise zum Aufheben (nullifying) von abträglichen Effekten des Umgebungslichts auf optische Messungen verwendet werden.

[0027] So kann beispielsweise, wenn das optische Messsystem **100**, welches ein flugzeitbasiertes Abstandsmesssystem ist, die Haltebetriebsart aktiviert werden, nachdem ein modulierter Strahl von Licht von dem flugzeitbasierten Abstandsmesssystem in Richtung zu einem Zielobjekt übertragen worden ist. Ein Teil des modulierten Lichtstrahls wird von dem Zielobjekt reflektiert und ist auf dem Fotodetektor **155** einfallend, was zu dem Stromfluss „ $I_{PD} = I_{al} + I_{mod}$ “ durch den Fotodetektor **155** führt. Während der Haltebetriebsart ist der Korrelator **160** in einen aktiven Zustand versetzt. Wenn er in dem aktiven Zustand ist, verwendet der Korrelator den I_{mod} Strom, der sich durch die Leitung **152** ausbreitet, um einen Abstandsmessvorgang auszuführen.

[0028] In einer beispielhaften Implementierung kann ein digitales Taktsignal verwendet werden, um den modulierten Lichtstrahl, der von dem flugzeitbasierten Abstandsmesssystem in Richtung zu dem Zielobjekt übertragen wird, zu erzeugen. Typischerweise als ein Ergebnis von Bandbreiten-Begrenzungen weist der modulierte Strahl von Licht, das aus dem flugzeitbasierten Abstandsmesssystem übertragen worden ist, eine Sinuswellen-Charakteristik auf anstelle von einer quadratförmigen oder einer rechteckförmigen Wellen-Charakteristik auf. Folglich weist Licht, das von dem Zielobjekt reflektiert wird und auf dem Fotodetektor **155** auftrifft, ebenfalls eine Sinuswellen-Charakteristik auf, was dazu führt, dass der „I_{PD}“ Strom, der durch den Fotodetektor **155** fließt, eine Sinuswellen-Strom-Komponente („I_{mod}“) aufweist. Die Sinuswellen-Strom-Komponente („I_{mod}“) setzt sich über eine Leitung **152** zu dem Fotodetektor **155** fort, und ist in **Fig. 1** als ein Sinuswellen-Muster **154** angedeutet.

[0029] Einer oder mehrere Parameter des Sinuswellen-Musters **154** werden von dem Korrelator **160** zum Vergleichen mit einem oder mehreren Parametern eines Referenzeingangssignals, das über eine Leitung **156** in den Korrelator **160** eingekoppelt wird, verwendet. Das Referenzeingangssignal, welches das digitale Taktsignal sein kann, das ursprünglich zum Modulieren des ausgesendeten Lichtstrahls verwendet worden ist, wird von dem Korrelator **160** verwendet, um die Sinuswellen-Strom-Komponente („I_{mod}“) zu verarbeiten und ein Messergebnis für den Abstand abzuleiten. Beispielsweise kann der Korrelator **160** einen Phasenversatz zwischen dem Referenzeingangssignal und der Sinuswellen-Strom-Komponente („I_{mod}“) messen und den gemessenen Phasenversatz verwenden, um eine Hin- und Rücklaufzeit des modulierten Strahls zu bestimmen. Die Hin- und Rücklaufzeit kann dann verwendet werden, um einen Abstand zwischen dem flugzeitbasierten Abstandsmesssystem und dem Zielobjekt zu berechnen. In einer alternativen Herangehensweise kann anstelle einer Phasenversatzmessung beispielsweise eine Zeitverzögerungsmessung ausgeführt werden, wenn das übertragene Signal ein Lichtimpulssignal ist und das dem Korrelator **160** zugeführte Referenzeingangssignal ein Triggerimpuls ist, der verwendet worden ist, um das Lichtimpulssignal zu erzeugen.

[0030] **Fig. 2** zeigt eine zweite beispielhafte Ausführungsform eines optischen Messsystems **200** gemäß der Offenbarung. Das Messsystem **200** umfasst den Fotodetektor **155**, die Abtast-Halte-Schaltung **105** und den Korrelator **160**, die auch Komponenten des in **Fig. 1** gezeigten optischen Messsystems **100** sind. Zusätzlich zu diesen Komponenten umfasst das optische Messsystem **200** ferner eine Messschaltung (sensing circuit) **205**. Die Messschaltung **205** weist einen FET **215** auf, der in einer Stromspiegel-Schaltanordnung mit dem FET **145**

gekoppelt ist. Ein Drain-Anschluss des FET **215** ist mit einer Matrixschaltung (array) von „n“ Widerständen (Widerstand **240**, Widerstand **235** und „n-ter“ Widerstand **230**) gekoppelt. In einer anderen beispielhaften Implementierung ist der FET **215** identisch zu dem FET **145**. In einer anderen beispielhaften Implementierung jedoch ist der FET **215** von dem FET **145** verschieden. Beispielsweise kann der FET **215** einen Gewichtungsfaktor eingebaut haben, wie etwa ein anderes Breite-zu-Längen-Verhältnis (W/L, width-to-length) als das W/L-Verhältnis des FET **145**. Infolge des verschiedenen Gewichtungsfaktors, wie beispielsweise ein N:1-Gewichtungsfaktor, ist ein gespiegelter Strom, der durch den FET **215** fließt, „N“ mal ein Strom, der durch den FET **145** fließt.

[0031] Wenn das optische Messsystem **200** in die Abtastbetriebsart versetzt ist, weist der Fotodetektor **155** eine bestimmte Leitfähigkeit auf, die zu der Intensität des auf den Fotodetektor **155** auftreffenden Umgebungslichts proportional ist. Diese Leitfähigkeit führt zu einem Source-Drain-Strom (mit „I_{sd}“ bezeichnet), der durch den FET **145** gezogen wird. Eine dem Source-Drain-Strom („I_{sd}“) durch den FET **145** zugeordnete Zeitkonstante wird durch einen ersten Kondensator (wie etwa einen Kondensator, der einen Nennwert aufweist), der ein Teil der Zeitkonstanten-Auswahlschaltung **110** ist, bestimmt. Der erste Kondensator kann als Voreinstellung (d. h. ohne einen Auswahlvorgang über einen Wahlschalter, der innerhalb der Zeitkonstanten-Auswahlschaltung **110** angeordnet ist, auszuführen) zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET **145** gekoppelt sein oder kann selektiv unter Verwendung eines Schalters gekoppelt sein, so wie das oben beschrieben ist. Die Messschaltung **205** kann dann verwendet werden, um den durch den FET **145** fließenden „I_{sd}“ Strom zu messen und die Messinformation einem Steuerungsschaltkreis (nicht gezeigt), der zum Auswählen von zusätzlichen Kondensatoren, die in der Zeitkonstanten-Auswahlschaltung **110** angeordnet sind, verwendet wird, wenn dies so gewünscht ist, zuzuführen.

[0032] Nach dem Auswählen der zusätzlichen Kondensatoren kann die Messschaltung **205** noch ein weiteres Mal verwendet werden, um den geänderten Stromfluss durch den FET **145** zu messen und der Steuerschaltung neue Messinformation zuzuführen. Der Messvorgang kann rekursiv ausgeführt werden, bis eine zufriedenstellende Zeitkonstanten-Funktionalität erhalten ist. Nachdem die Zeitkonstanten-Auswahlschaltung in geeigneter Weise konfiguriert worden ist, kann die Abtast-Halte-Schaltung **105** in die Haltebetriebsart versetzt werden, um eine gewünschte Zeitkonstante bereitzustellen.

[0033] In der in **Fig. 2** gezeigten beispielhaften Ausführungsform wird die Messinformation über den Stromfluss von einer Spannung („V_{AL}“), die an einem

Knoten **226** vorhanden ist, abgeleitet. Weil der Stromfluss durch den FET **215** eine Nachbildung (replica) des durch den FET **145** fließenden Stromes (oder eines skalierte Nachbildung, wenn der FET **215** eine gewichtete Version des FET **145** ist) ist, ist die Spannung an dem Knoten **226** indikativ für verschiedene Merkmale bzw. Charakteristiken des durch den FET **145** fließenden Stroms. Diese verschiedenen Merkmale können ausgewertet werden, wenn dies so gewünscht ist, um zu bestimmen, ob eine ausgewählte, von der Zeitkonstanten-Auswahlschaltung bereitgestellte Zeitkonstante zur Verwendung geeignet ist, wenn ein Niveau von Umgebungslicht, das auf dem Fotodetektor **155** auftreffen kann, detektiert wird, und zwar immer dann wenn die Abtast-Halte-Schaltung **105** in die Abtastbetriebsart versetzt wird. Des Weiteren kann die Spannung an dem Knoten **226** von einer Steuerungsschaltung **245** verwendet werden, um ein oder mehrere Steuersignale zu erzeugen, die der Zeitkonstanten-Auswahlschaltung **110** zugeführt werden, zum Betätigen von einem oder mehreren Schaltern, wie beispielsweise etwa einem oder mehreren von dem Schalter **130**, dem Schalter **135** oder dem Schalter **140**, die in Fig. 1 gezeigt sind.

[0034] Die Amplitude der Spannung an dem Knoten **226** kann vergrößert oder verringert werden, indem einer oder mehrere von den Widerständen (verschieden von dem Widerstand **240**, der mit dem Drain-Anschluss des FET **215** direkt verbunden ist) geeignet ausgewählt wird, um den durch den FET **215** fließenden Source-Drain-Strom zu vergrößern. In verschiedenen anderen beispielhaften Implementierungen können eine oder mehrere von den „n“ Widerständen (Widerstand **240**, Widerstand **235**, Widerstand **230**, usw.) durch andere Komponenten, wie beispielsweise etwa Potentiometer, Dioden oder Transistoren, ersetzt werden. Die Transistoren können bipolare Transistoren oder MOSFET-Transistoren sein, die eine nicht-lineare Übertragungskennlinie (transfer characteristic) aufweisen (wie beispielsweise etwa eine rechteckförmige Übertragungskennlinie oder eine logarithmische Übertragungskennlinie), wodurch ein großer dynamischer Bereich von gemessenen Stromwerten bereitgestellt wird.

[0035] Fig. 3 zeigt eine dritte beispielhafte Ausführungsform eines optischen Messsystems **300** gemäß der Offenbarung. Das optische Messsystem **300** ist dem optischen Messsystem **200** ähnlich im Hinblick auf das Einschließen des Fotodetektors **155**, der Abtast-Halte-Schaltung **105**, des Korrelators **160** und einer Messschaltung **305**. Jedoch ist die Art der Messschaltung **305** des optischen Messsystems **300** verschieden von der Messschaltung **205** des optischen Messsystems **200**. Primär und im Gegensatz zu der Messschaltung **205**, die konfiguriert ist, um Messinformationen in der Form einer Spannung an dem Knoten **226** bereitzustellen, ist die Messschaltung **305** konfiguriert, um Messinformationen in der Form

eines Stromflusses („Out_Ial“) aus einer Leitung **340** bereitzustellen.

[0036] Die Messschaltung **305** umfasst eine Matrixschaltung von „n“ FETs, die in einer Stromspiegel-Schaltungsanordnung mit dem FET **145** gekoppelt sind. Die Matrixschaltung der „n“ FETs kann einen FET **335** enthalten, der als ein Voreinstell-FET konfiguriert ist, wobei ein Drain-Anschluss des FET **335** mit der Leitung **340** gekoppelt ist. Jeder von den verbleibenden „n – 1“ FETs der Matrixschaltung von „n“ FETs kann wahlweise mit der Leitung **340** gekoppelt werden, indem einer oder mehrere von den „n – 1“-Schaltern (Schalter **330**, Schalter **325**, usw.) betätigt wird. Jeder von den „n“ FETs kann identisch zueinander sein oder kann ausgewählt sein, um verschiedene Gewichtsfaktoren auszuwählen (beispielsweise indem sie verschiedene Breite-zu-Längen(W/L, width-to-length)-Verhältnisse aufweisen.

[0037] Die Verhaltensweisen von bestimmten Elementen des optischen Messsystems **300**, wie etwa die Abtast-Halte-Schaltung **105** und der Fotodetektor **155**, sind ähnlich wie diejenigen des oben beschriebenen, optischen Messsystems **200** und werden im Interesse der Kürze hierin nicht wiederholt. Wie bei der Messschaltung **305** können einer oder mehrere von den „n – 1“ FETs (FET **320**, FET **315**, usw.) konfiguriert sein, um einen zusätzlichen Stromfluss durch die Leitung **340** aufzuweisen, beruhend auf einer rekursiven Prozedur (ähnlich zu derjenigen, die im Hinblick auf das optische Messsystem **200** oben beschrieben ist) zum Erlangen einer gewünschten Zeitkonstante für einen „I_{AL}“ Stromfluss durch den FET **145**. Der aus der Leitung **340** herausfließende Strom („Aus_Ial“) kann von einer Steuerschaltung **345** verwendet werden, um ein oder mehrere Steuersignale bereitzustellen, die zum Betätigen von einem oder mehreren Schaltern, wie beispielsweise etwa einem oder mehreren von dem Schalter **130**, dem Schalter **135** oder dem Schalter **140**, die in Fig. 1 gezeigt sind, mit der Zeitkonstanten-Auswahlschaltung **110** gekoppelt sind.

[0038] Fig. 4 zeigt eine vierte beispielhafte Ausführungsform eines optischen Messsystems **400** gemäß der Offenbarung. Das optische Messsystem **400** umfasst eine Messschaltung **405**, die einer Kombination der Messschaltung **205** und der Messschaltung **305**, die oben beschrieben sind, ähnlich ist. Genauer gesagt, umfasst die Messschaltung **405** einen FET **465**, der einen Drain-Anschluss aufweist, der einen Strom „I_{AL_AUS}“ bereitstellt, der zu dem Source-Drain-Strom des FET **145** proportional ist, und der für Messzwecke verwendet werden kann. Die Messschaltung **405** umfasst ferner einen anderen FET **470**, der einen Drain-Anschluss aufweist, der mit einem Widerstand **460** (oder einem anderen Element, wie etwa einer Diode oder einem Transistor) gekoppelt ist. Ein Knoten **461**, der an einem Zusammenfluss des Drain-

Anschlusses des FET **470** und des Widerstands **460** angeordnet ist, stellt eine Spannung „ V_{AL} “ bereit, die zu dem Source-Drain-Strom des FET **145** proportional ist.

[0039] Die Spannung „ V_{AL} “ wird in eine Steuerschaltung eingekoppelt. In dieser vierten beispielhaften Ausführungsform ist die Steuerschaltung ein N-Bit-Analog-Digital-Wandler (ADC, analog-to-digital-converter) **455**. Die N-Bit-Größe des N-Bit-ADC **455** kann auf der Grundlage der Anzahl „n“ der Schalter (Schalter **445**, Schalter **440** und „n-ter“ Schalter **435**), die von dem ADC **455** gesteuert werden sollen, ausgewählt werden. Der N-Bit-ADC **455** wandelt die Spannung „ V_{AL} “ in eine entsprechende digitale Ausgabe, die einen oder mehrere der „n“ Schalter betätigt, um. Wenn folglich die Abtast-Halte-Schaltung **105** in die Abtastbetriebsart versetzt wird, werden der eine oder die mehreren Werte der Spannung „ V_{AL} “, die an dem Knoten **461** als ein Ergebnis eines gespiegelten Stromflusses durch den FET **470** erzeugt werden, verwendet, um einen oder mehrere von dem Kondensator **430**, dem Kondensator **425** oder dem „n-ten“ Kondensator **420** zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET **145** selektiv zu koppeln. So wie das oben beschrieben ist, wird dieser Vorgang ausgeführt, um eine geeignete Zeitkonstante für einen durch den Fotodetektor **155** fließenden Strom einzustellen, wenn die Abtast-Halte-Schaltung **105** anschließend in die Haltebetriebsart versetzt wird.

[0040] In dieser beispielhaften Ausführungsform wird der Strom „ I_{AL_AUS} “ nicht verwendet. In anderen Ausführungsformen jedoch kann der Strom „ I_{AL_AUS} “ verwendet werden zusätzlich zu oder anstelle von der Spannung „ V_{AL} “, um als ein Messsignal zu arbeiten, das einer Steuerschaltung (nicht gezeigt) zum Konfigurieren von einem oder mehreren von den „n“ Schaltern (Schalter **445**, Schalter **440** und „n-ter“ Schalter **435**) zugeführt wird.

[0041] Des Weiteren ist in dieser beispielhaften Ausführungsform ein Tiefpassfilter (LPF, low pass filter) **450** gezeigt, das zwischen dem Gate-Anschluss des FET **145** und dem Gate-Anschluss des FET **470** gekoppelt ist. Das Tiefpassfilter **450** ist betriebsfähig, um bestimmte Rauschkomponenten von einer abträglichen Beeinflussung bei Hintergrund-Lichtmessungen zu blockieren. Derartige Rauschkomponenten enthalten das, was im Stand der Technik als kTC-Rauschen bekannt ist. Das Tiefpassfilter **450** ist ein optionales Element und kann in anderen Ausführungsformen ausgelassen werden.

[0042] Für den N-Bit-ADC **455** können in verschiedenen Implementierungen verschiedene Arten von ADCs verwendet werden. In einer ersten beispielhaften Implementierung ist der N-Bit-ADC **455** dazu ausgebildet, die Analog-Digital-Wandlung unter Verwen-

dung eines logarithmischen Umwandlungsverhältnisses auszuführen. In einer zweiten beispielhaften Implementierung ist der N-Bit-ADC **455** ausgebildet, die Analog-Digital-Wandlung unter Verwendung eines exponentiellen Umwandlungsverhältnisses auszuführen.

[0043] Fig. 5 zeigt eine fünfte beispielhafte Ausführungsform eines optischen Messsystems **500** gemäß der Offenbarung. Das optische Messsystem **500** umfasst eine Messschaltung **505**, die zum Erzeugen von mehreren Messsignalen, die der Steuerlogik **545** zugeführt werden, verwendet werden kann. Die mehreren Messsignale sind indikativ für Veränderungen im Umgebungslichtniveau während verschiedener Zeitperioden. Die Steuerlogik **545** verwendet diese mehreren Messsignale, um ein oder mehrere Steuersignale zum Betätigen von einem oder mehreren der Schalter zu erzeugen. In dieser beispielhaften Ausführungsform ist ein Schalter **555** gezeigt, der mit einem Kondensator **550** gekoppelt ist, um einen wahlweisen Einschuss des Kondensators **550** zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET **145** zu ermöglichen. In anderen Ausführungsformen können mehr als eine Kondensator-Schalter-Kombination verwendet werden, und es wird eine geeignete Anzahl von Steuersignalen von der Steuerlogik **545** bereitgestellt, um diese verschiedenen Schalter zu steuern. Des Weiteren ist in dieser beispielhaften Ausführungsform ein Kondensator **565** zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET **145** direkt gekoppelt. Der Kondensator **565** kann einen Nominalwert (oder Nennwert) aufweisen, der auf der Grundlage von einer näherungsweise Abschätzung einer gewünschten Zeitkonstante ausgewählt ist.

[0044] Die Messschaltung **505** umfasst einen ersten Komparator **525** und einen zweiten Komparator **520**, die jeweils angeordnet sind, um eine „ V_{AL} “ Spannung (die oben beschrieben ist), die an dem Knoten **522** vorhanden ist, zu empfangen. Insbesondere wird die „ V_{AL} “ Spannung in einen negativen Eingangsanschluss des ersten Komparators **525** und einen positiven Eingangsanschluss des zweiten Komparators **520** eingekoppelt. Ein entsprechender positiver Eingangsanschluss des ersten Komparators **525** und ein negativer Eingangsanschluss des zweiten Komparators **520** sind beide mit einem Abtast-Kondensator **535** gekoppelt, der selektiv mit dem Knoten **522** gekoppelt werden kann, indem ein Schalter **530** betätigt wird.

[0045] Der Schalter **530** wird betätigt, um den Abtast-Kondensator **535** mit einem ersten Spannungsniveau „ V_{AL} “, das an dem Knoten **522** zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhanden ist, aufzuladen. Zu diesem Zeitpunkt ist die Abtast-Halte-Schaltung **510** in eine Abtastbetriebsart versetzt worden, indem der Schalter **150** in eine geschlossene Position betätigt

wurde. Der durch den FET **145** während der Abtastbetriebsart fließende Strom ist proportional zu einer Menge von Umgebungslicht, das zu diesem Zeitpunkt auf dem Fotodetektor **155** auftrifft. Dieser Strom wird gespiegelt durch den Stromfluss durch den FET **560**, der wiederum den Knoten **522** auf das erste Spannungsniveau „V_{AL}“ einstellt, welches der auf dem Fotodetektor **155** zu diesem Zeitpunkt auftreffenden Lichtmenge entspricht. Der Kondensator **535** lädt bis auf dieses erste Spannungsniveau „V_{AL}“ auf, wonach der Schalter **530** in eine offene Position versetzt wird, um zu ermöglichen, dass der Kondensator **535** die Ladung hält. Die Messausgänge der Messschaltung **505** werden an diesem Zusammenfluss nicht verwendet.

[0046] Zu einem späteren Zeitpunkt, nachdem die Abtast-Halte-Schaltung **510** für die gleiche Zeitdauer in eine Haltebetriebsart versetzt worden ist, indem der Schalter **150** geöffnet wird (um eine Menge von gewünschtem, auf dem Fotodetektor **155** auftreffenden Licht zu messen), wird die Abtast-Halte-Schaltung **510** noch einmal in eine Abtastbetriebsart versetzt, indem der Schalter **150** in eine geschlossene Position betätigt wird. Der Stromfluss durch den FET **145** während dieser Abtastbetriebsart ist proportional zu einer Menge von Umgebungslicht, das zu diesem Zeitpunkt auf dem Fotodetektor **155** auftrifft. Die Menge des Umgebungslichts hat sich verändert, seitdem die vorhergehende Abtastbetriebsart ausgeführt worden ist; der Knoten **522** wird nun auf einem zweiten Spannungsniveau „V_{AL}“ sein, das von dem in dem Kondensator **535** gespeicherten ersten Spannungsniveau „V_{AL}“ verschieden ist.

[0047] Wenn das zweite Spannungsniveau „V_{AL}“ größer als das erste Spannungsniveau „V_{AL}“ ist, wird die Ausgabe des zweiten Komparators **520** angenommen (beispielsweise indem von einem niedrigen logischen Niveau auf ein hohes logisches Niveau gewechselt wird). Andererseits, wenn das zweite Spannungsniveau „V_{AL}“ kleiner als das erste Spannungsniveau „V_{AL}“ ist, wird die Ausgabe des ersten Komparators **525** angenommen (beispielsweise, indem von einem niedrigen logischen Niveau auf ein hohes logisches Niveau gewechselt wird). Wenn der Ausgang von entweder dem ersten Komparator **525** oder dem zweiten Komparator **520** angenommen wird, wird ein Ausgang von einem ODER-Gatter **515**, das mit jedem von den Ausgängen des ersten Komparators **525** und des zweiten Komparators **520** gekoppelt ist, angenommen. Folglich wird der Ausgang des ODER-Gatters **515** indikativ für eine Veränderung in der Umgebungslicht-Bedingung; der Ausgang des ersten Komparators **525** ist indikativ für eine Abnahme einer Menge von auf dem Fotodetektor **155** auftreffenden Umgebungslicht, und der Ausgang des zweiten Komparators **520** ist indikativ für eine Zunahme der Menge von auf dem Fotodetektor **155** auftreffenden Umgebungslicht.

[0048] In einigen Implementierungen kann in einem oder beiden von dem ersten Komparator **525** und dem zweiten Komparator **520** ein Eingangsversatz (input offset) bereitgestellt werden, so dass kleine Veränderungen in dem auf dem Fotodetektor **155** auftreffenden Umgebungslicht ignoriert werden. Eine derartige Konfiguration verhindert auch das Auftreten einer nicht bestimmten oder fehlerhaften Ausgangsbedingung, wenn die Spannung „V_{AL}“ sehr dicht bei, jedoch nicht identisch ist mit, der in dem Kondensator **535** gespeicherten Spannung während einer Messperiode. In manchen Fällen kann in einem oder beiden von dem ersten Komparator **525** und dem zweiten Komparator **520** ein eingebetteter Versatz (embedded offset) geeignet sein, um derartige Probleme anzugehen.

[0049] Die Messsignal-Ausgaben von jedem von dem ersten Komparator **525**, dem zweiten Komparator **520** und dem ODER-Gatter **515** werden in der Steuerlogik **545** gekoppelt, welche diese Messsignale überwacht und ein Steuersignal erzeugt, um den Schalter **555** in geeigneter Weise zu betreiben. Beispielsweise kann die Steuerlogik **545** das Steuersignal erzeugen, um eine Zeitkonstante in der Abtast-Halte-Schaltung **510** zu vergrößern, indem der Kondensator **550** zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET **145** parallel zu dem Kondensator **565** eingeschlossen wird. Beispielsweise kann von der Steuerlogik **545** mehr als ein Steuersignal erzeugt werden, um einen oder mehrere Schalter (nicht gezeigt), die ähnlich wie der Schalter **555** sind, zu treiben.

[0050] Die Steuerlogik **545** kann in einer Vielzahl von Arten implementiert sein. In einem Implementierungsbeispiel ist die Steuerlogik **545** nur aus Logikgattern, die eine kombinatorische Logik zum Erzeugen des Steuersignals ausführen, aufgebaut. In einer anderen beispielhaften Ausführungsform kann die Steuerlogik **545** einen Prozessor und zugeordnete Schaltungen zum Erzeugen des Steuersignals enthalten. Wenn ein Prozessor verwendet wird, können eine oder mehrere von den Ausgängen von jedem von dem ersten Komparator **525**, dem zweiten Komparator **520** und dem ODER-Gatter **515** unter Verwendung von einer Modulationsschaltung (nicht gezeigt) in geeigneter Weise moduliert werden, um Information zu transportieren. Beispielsweise kann Information unter Verwendung einer Modulationsrate von mehreren hundert Kilohertz von der Messschaltung **505** zu der Steuerlogik **545** (oder zu anderen Elementen) transportiert werden.

[0051] Des Weiteren kann in manchen anderen Implementierungen ein einzelner Komparator anstelle von zwei Komparatoren (d. h. anstelle des ersten Komparators **525** und des zweiten Komparators **520**) verwendet werden, wenn nur ein für ein Umgebungslicht-Niveauänderung indikatives Mess-

signal gewünscht ist. Der einzelne Komparator kann eine Hysterese eingebaut haben, um eine unbestimmte oder fehlerhafte Ausgabe zu vermeiden.

[0052] Fig. 6 zeigt einige Wellenformen, die einer ersten beispielhaften optischen Messung gemäß der Offenbarung zugeordnet sind. Die in Fig. 5 gezeigte beispielhafte Ausführungsform wird nachfolgend zur Erleichterung zum Zweck des Beschreibens dieser Wellenformen verwendet. Es wird jedoch verstanden werden, dass die Beschreibung gleichermaßen auf die in anderen Figuren gezeigten, anderen beispielhaften Ausführungsformen anwendbar ist.

[0053] Eine Wellenform 625 spiegelt die I_{al} und I_{mod} Ströme wieder, die zu verschiedenen Zeitpunkten durch den Fotodetektor 155 fließen. In dieser beispielhaften Ausführungsform zeigt die Wellenform 625 ein in der während der Haltebetriebsart durch den Fotodetektor 155 strömenden I_{mod} Stromkomponente vorhandenes Sinuswellenmuster. So wie das oben beschrieben ist, wird das Sinuswellenmuster 154 von dem Korrelator 160 zum Ausführen von verschiedenen Arten von Messungen verwendet.

[0054] Eine Wellenform 630 spiegelt das an dem Referenzeingang des Korrelators 160 vorhandene Signal wieder. In dieser beispielhaften Ausführungsform wird die Wellenform 630 in der Form eines Impulszugs angedeutet, der verwendet worden ist, um ein übertragenes optisches Signal zu erzeugen. Die Wellenform 635 spiegelt ein Abtast-Schalter-Signalsignal wieder, das an dem Schalter 150 zum Betätigen des Schalters 150 beaufschlagt wird. Die Aufmerksamkeit wird auf den Zeitpunkt „t0“ gelenkt, der einem Start-Kalibrations-Zeitpunkt entspricht, wo das an dem Schalter 150 beaufschlagte Schaltersteuersignal in eine Schalterbetätigungsbedingung (in diesem Beispiel ein logisch hohes Niveau) wechselt. Infolgedessen wechselt der Schalter 150 von einer geöffneten Position in eine geschlossene Position und die Abtast-Halte-Schaltung 510 wird in eine Start-Abtastbetriebsart versetzt. Die Start-Betriebsart kann alternativ auch als eine anfängliche Kalibrierungsbetriebsart bezeichnet werden.

[0055] Ein Abtast-Strom „ I_{al} “ beginnt, durch den FET 145 zu fließen. Die Amplitude des Abtast-Stroms „ I_{al} “, die zu einer Menge von zum Zeitpunkt „t0“ auf dem Fotodetektor 155 auftreffenden Umgebungslicht proportional ist, ist in der Wellenform 640 (mit einer äquivalenten Spannungscharakteristik, wie die, die in der Wellenform 645 gezeigt ist) gezeigt. Die Wellenform 640 deutet eine Anstiegszeit 641 über die Zeitperiode 655 an, während der der Schalter 150 in der geschlossenen Position ist und der Nennwertkondensator 565 gemäß einer voreingestellten Zeitkonstante über den Gate-Anschluss und den Source-Anschluss des FET 145 gekoppelt ist. Der Schalter 530, der ein Teil der Messschaltung 505 ist, wird wäh-

rend der Zeitperiode 655 in eine geschlossene Position versetzt, wodurch die Erzeugung von den mehreren Messsignalen der Messschaltung 505 verhindert wird.

[0056] Zu dem Zeitpunkt „t1“ ist das Abtast-Schalter-Signalsignal (Wellenform 635) auf ein logisch niedriges Niveau übergegangen, wodurch der Schalter 150 in eine offene Position versetzt wird und die Abtast-Halte-Schaltung 510 in eine Haltebetriebsart versetzt ist. Der durch den Fotodetektor 155 fließende Strom („ I_{PD} “) ist nun eine Kombination von einem „ I_{al} “ Strom und einem „ I_{mod} “ Strom. Der Effekt des „ I_{mod} “ Stroms ist durch das Sinuswellenmuster in der Wellenform 625 über der Zeitperiode 610 (welche das in Fig. 1 gezeigte Sinuswellenmuster 154 widerspiegelt) angegeben. Während der Zeitperiode 610 ist der Schalter 530 in einer offenen Position und die entsprechenden Messsignale werden von der Messschaltung 505 erzeugt. Die Messsignale werden der Steuerlogik 545 zum Aktivieren des Schalters 555 zum Zeitpunkt „t3“ zugeführt. Die Zeitperiode 610 entspricht einer ersten optischen Messung (beispielsweise eine Abstandsmessung), die ausgeführt wird, nachdem die anfängliche Kalibrierungsbetriebsart (Zeitperiode 655) ausgeführt worden ist.

[0057] In diesem Beispiel hat sich zum Zeitpunkt „t3“ die Menge des auf dem Fotodetektor 155 auftreffenden Umgebungslichts nicht in einem Ausmaß verändert, das geeignet ist, um einen von den mehreren Messsignalen von der Messschaltung 505 zu erzeugen. Dieses Fehlen einer Veränderung des Umgebungslichts ist in dem „ I_{al} “ Zustand, der in der Wellenform 640 und in der Wellenform 625 gezeigt ist, angedeutet. Die sich von „t3“ an erstreckende Zeitdauer 660 spiegelt einen Rekalibrierungsvorgang wieder, der fortan periodisch wiederholt werden kann, um Änderungen in der Menge des auf dem Fotodetektor 155 zu verschiedenen Zeiten auftreffenden Umgebungslichts zu messen. Im Gegensatz dazu beschränken manche Lösungen aus dem Stand der Technik einen Umgebungslicht-Messvorgang lediglich auf einen Zeitpunkt beim Start und versagen darin, diesen Vorgang zu nachfolgenden Zeiten auszuführen, wodurch sie darin versagen, nachfolgende Veränderungen des Umgebungslichtniveaus zu berücksichtigen.

[0058] Weil die Menge des auf dem Fotodetektor 155 auftreffenden Umgebungslichts sich während der Zeitperiode 660 nicht verändert hat, bleibt der Kondensator 565 zum Zeitpunkt „t4“ verbunden, ohne dass zusätzliche Kondensatoren zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET 145 gekoppelt werden. Somit wird die Zeitkonstanten-Einstellung der Abtast-Halte-Schaltung 510 über der Zeitperiode 620 zwischen „t4“ und „t5“, die einer zweiten Messperiode entspricht, unverändert belassen.

[0059] Fig. 7 zeigt einige Wellenformen, die einer zweiten beispielhaften optischen Messung gemäß der Offenbarung zugeordnet sind. Die verschiedenen, in Fig. 7 gezeigten Wellenformen vor dem Zeitpunkt „t3“ sind identisch zu denjenigen, die in Fig. 6 gezeigt sind. Jedoch hat sich in dieser beispielhaften optischen Messung zum Zeitpunkt „t3“, der einer Rekalibrierungsbetriebsart entspricht, das Umgebungsniveau verändert von einem vorhergehenden Niveau, das während der anfänglichen Kalibrierungsperiode (Periode **655**) existierte. Insbesondere und wie in der Wellenform **625** gezeigt, ist das Umgebungsniveau „I_{a1}“, das während der Zeitperiode **655** vorhanden war, auf ein Lichtniveau „I_{a2}“ zum Zeitpunkt „t3“ abgefallen. Als ein Ergebnis des Abfalls wandelt sich jedes von dem ersten Messsignal auf der Leitung **511** („AL_abwärts“) und dem zweiten Messsignal auf der Leitung **516** („AL_ändern“) auf aktiv. Die Steuerungslogik **545** detektiert diese Änderungen und stellt ein Steuersignal bereit, welches einen oder mehrere Schalter, die einem oder mehreren Kondensatoren in der Abtast-Halte-Schaltung **510** zugeordnet sind, betätigt. Infolgedessen ist die Zeitkonstante, die von der Abtast-Halte-Schaltung **510** während der nachfolgenden Halteperiode (Zeitperiode **620**) bereitgestellt wird, verschieden von der Zeitkonstante, die von der Abtast-Halte-Schaltung **510** während der anfänglichen Halteperiode (Zeitperiode **610**) bereitgestellt war.

[0060] Die der Rekalibrierungsbetriebsart entsprechende Zeitperiode **660** ist typischerweise kleiner als die der anfänglichen Kalibrierungsbetriebsart entsprechende Zeitperiode **655**. Die Neukalibrierungsbetriebsart kann bei mehreren Intervallen auf einer regelmäßigen oder unregelmäßigen Basis wiederholt werden, um die Zeitkonstante auf der Grundlage von irgendeiner kleinen und/oder graduellen Veränderung des Niveaus des auf dem Fotodetektor **155** auftreffenden Umgebungslights zu ändern. Die sich wiederholende Neukalibrierungsbetriebsart vermindert nicht nur kTC-Rauschen, sondern ermöglicht auch, dass der Korrelator **160** eine genaue Bestimmung der den verschiedenen Zeitkonstanten entsprechenden Integrationszeit ausführt. Wenn die Neukalibrierungsbetriebsart „M“ mal über einer ausgedehnten Zeitdauer ausgeführt wird, wird das kTC-Rauschen um einen Faktor von \sqrt{M} verringert. In einer beispielhaften Ausführungsform ist die Zeitperiode **660** so eingestellt, dass „M“ mal die Zeitdauer **660** gleich der Zeitdauer **655** ist. Der Faktor „M“ definiert einen maximalen Sprung im Umgebungsniveau, der mit der Zeitdauer **660** bewältigt werden kann.

[0061] Zusammenfassend sollte verstanden werden, dass die Erfindung zu dem Zweck, die Prinzipien und Konzepte der Erfindung darzustellen, mit Verweis auf einige wenige veranschaulichende Ausführungsformen beschrieben worden ist. Es wird ange-

sichts der hierin bereitgestellten Beschreibung von Fachleuten in dem technischen Gebiet verstanden werden, dass die Erfindung nicht auf diese veranschaulichenden Ausführungsformen beschränkt ist. Fachleute in dem technischen Gebiet werden verstehen, dass an den veranschaulichenden Ausführungsformen viele Variationen ausgeführt werden können, ohne von dem Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Ein optisches Messsystem, aufweisend:
 - einen Fotodetektor, und
 - eine Abtast-Halte-Schaltung, die dazu ausgebildet ist, als eine Stromquelle für den Fotodetektor zu arbeiten, wobei die Abtast-Halte-Schaltung folgendes aufweist:
 - einen ersten Feldeffekt-Transistor (FET), der in einer Reihenanordnung mit dem Fotodetektor gekoppelt ist,
 - einen ersten Schalter, der zum selektiven Koppeln eines Gate-Anschlusses des ersten FET mit einem Drain-Anschluss des ersten FET angeordnet ist, und
 - eine erste Zeitkonstanten-Auswahlschaltung, die mit zumindest dem Gate-Anschluss des ersten FET verbunden ist, wobei die Zeitkonstanten-Auswahlschaltung eine Mehrzahl von Schaltungselementen umfasst, die zum Einstellen der Abtast-Halte-Schaltung, um eine von einer Mehrzahl von Zeitkonstanten bereitzustellen, individuell auswählbar sind.
2. Das System gemäß Anspruch 1, wobei die Mehrzahl der Schaltungselemente eine Schaltmatrix von Kondensatoren, die in einer parallelen Anordnung angeordnet sind, umfasst, wobei die parallele Anordnung eine Reihe von Wahlschaltern enthält, die betreibbar sind, um einen oder mehrere Kondensatoren der Schaltmatrix von Kondensatoren zwischen dem Gate-Anschluss und einem Source-Anschluss des ersten FET zu koppeln.
3. Das System gemäß Anspruch 1 oder 2, ferner aufweisend:
 - eine Abtastschaltung, die zumindest einen zweiten FET aufweist, der mit dem ersten FET in einer Stromspiegelanordnung gekoppelt ist, wobei die Abtastschaltung dazu ausgebildet ist, zumindest eine von einer Stromausgabe oder einer Spannungsausgabe bereitzustellen, die zu einer Menge von durch den ersten FET und den Fotodetektor fließenden Strom proportional ist.
4. Das System gemäß Anspruch 3, wobei der zumindest eine zweite FET eine Schaltmatrix von FETs, die in einer parallelen Anordnung angeordnet sind, aufweist.
5. Das System gemäß Anspruch 3 oder 4, ferner aufweisend:

eine Steuerschaltung, die dazu ausgebildet ist, die zumindest eine von der Stromausgabe oder der Spannungsausgabe automatisch zu verwenden, um ein oder mehrere Steuersignale zum Betätigen von zumindest einem Schalter in der Schaltmatrix der Auswahl-schaltung zu erzeugen, um eines oder mehrere von der Mehrzahl der Schaltelemente zum Einstellen der Abtast-Halte-Schaltung, um die eine von der Mehrzahl der Zeitkonstanten bereitzustellen, auszuwählen.

6. Das System gemäß Anspruch 5, wobei die Steuerschaltung eine Analog-Digital-Wandler(ADC)-Schaltung aufweist.

7. Das System gemäß einem der Ansprüche 3 bis 6, ferner aufweisend:

eine erste Vergleichsschaltung, die dazu ausgebildet ist, die Spannungsausgabe der Abtast-schaltung zum Erzeugen eines ersten Steuersignals, das für eine Zunahme des Umgebungslichts zwischen einem ersten Ereignis, während dessen die Abtast-Halte-Schaltung in einer Abtastbetriebsart betriebsfähig ist, und einem zweiten Ereignis, während dessen die Abtast-Halte-Schaltung in der Abtastbetriebsart betriebsfähig ist, indikativ ist, zu verwenden, und eine zweite Vergleichsschaltung, die dazu ausgebildet ist, die Spannungsausgabe der Abtast-schaltung zum Erzeugen eines zweiten Steuersignals, das für eine Abnahme des Umgebungslichts zwischen dem ersten Ereignis, während dessen die Abtast-Halte-Schaltung in der Abtastbetriebsart betriebsfähig ist, und dem zweiten Ereignis, während dessen der Abtast-Halte-Schaltkreis in der Abtastbetriebsart betriebsfähig ist, indikativ ist, zu verwenden.

8. Das System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner aufweisend:

eine Korrelatorschaltung zum Detektieren eines Stroms, der durch den Fotodetektor fließt, wenn die Abtast-Halte-Schaltung in eine Haltebetriebsart versetzt ist, und zum Berechnen eines Abstands zwischen dem optischen Messsystem und einem Zielobjekt, indem zumindest ein Parameter des Stroms mit einem Referenz-Eingangssignal verglichen wird.

9. Ein optisches Messsystem, aufweisend:

einen Fotodetektor, und eine Abtast-Halte-Schaltung, die dazu ausgebildet ist, als eine Stromquelle für den Fotodetektor zu arbeiten, wobei die Abtast-Halte-Schaltung eine Mehrzahl von Schaltungselementen enthält, die individuell auswählbar sind, um eine von einer Mehrzahl von Zeitkonstanten bereitzustellen, wenn die Abtast-Halte-Schaltung in eine Abtastbetriebsart versetzt ist, wobei die Abtastbetriebsart durch eine erste Menge von Strom, die in direkter Proportion mit einer ersten Menge von auf dem Fotodetektor einfallendem Umgebungslicht durch den Fotodetektor fließt, gekennzeichnet ist.

10. Das System gemäß Anspruch 9, wobei die Abtast-Halte-Schaltung einen ersten Transistor aufweist, der in Reihe mit dem Fotodetektor gekoppelt ist, und wobei die Mehrzahl der Schaltungselemente zumindest einen von einer Mehrzahl von Kondensatoren oder von einer Mehrzahl von Widerständen aufweist.

11. Das System gemäß Anspruch 10, wobei der erste Transistor ein erster Feldeffekt-Transistor-(FET) ist, das System ferner aufweisend:

einen Schalter, der betriebsfähig ist, um wahlweise einen Gate-Anschluss des ersten FET mit einem Drain-Anschluss des ersten FET zu koppeln, wenn die Abtast-Halte-Schaltung in die Abtastbetriebsart versetzt ist.

12. Das System gemäß Anspruch 10 oder 11, wobei die Mehrzahl der Kondensatoren in einer parallelen Anordnung, die eine Reihe von Auswahl-Schaltern enthält, die betriebsfähig sind, um einen oder mehrere Kondensatoren von der Mehrzahl der Kondensatoren zwischen dem Gate-Anschluss und dem Source-Anschluss des FET zu koppeln, angeordnet ist.

13. Das System gemäß Anspruch 11 oder 12, wobei der Schalter ferner betriebsfähig ist, um den Gate-Anschluss des ersten FET von dem Drain-Anschluss des ersten FET zum Versetzen der Abtast-Halte-Schaltung in eine Haltebetriebsart zu entkoppeln, wobei die Haltebetriebsart durch eine zweite Menge von Strom, die in Proportion zu einer Kombination von der ersten Menge von Umgebungslicht und einer zweiten Menge von Licht, das/die mit einer optischen Messung zusammenhängt, durch den Fotodetektor fließt, gekennzeichnet ist.

14. Das System gemäß einem der Ansprüche 9 bis 13, ferner aufweisend zumindest einen zweiten FET, der mit dem ersten FET gekoppelt ist in einer Stromspiegelanordnung, die mindestens eine von einer Stromausgabe oder einer Spannungsausgabe bereitstellt, die zu der ersten Menge von Strom, die durch den Fotodetektor fließt, wenn die Abtast-Halte-Schaltung in die Abtastbetriebsart versetzt ist, proportional ist.

15. Das System gemäß Anspruch 14, ferner aufweisend:

eine Steuerschaltung, die dazu ausgebildet ist, eine Änderung in der mindestens einen von einer Stromausgabe oder einer Spannungsausgabe zu detektieren, wenn die Abtast-Halte-Schaltung zwei oder mehrere Male in die Abtastbetriebsart versetzt wird, wobei die Steuerschaltung ferner dazu ausgebildet ist, beim Detektieren der Veränderung ein oder mehrere von den Steuersignalen zum Betätigen von zumindest einem Schalter in einer Schaltmatrix von Auswahl-schaltern zu erzeugen, um eine oder mehrere

von der zumindest einen von einer Mehrzahl von Kondensatoren oder einer Mehrzahl von Widerständen auszuwählen.

16. Das System gemäß Anspruch 14 oder 15, wobei der zumindest eine zweite FET eine Mehrzahl von FETs umfasst, wobei jeder FET dazu ausgebildet ist, einen verschiedenen Gewichtungsfaktor bereitzustellen.

17. Ein Verfahren einer optischen Messung, das Verfahren aufweisend:

Konfigurieren einer Abtast-Halte-Schaltung, um als eine Stromquelle für einen Fotodetektor zu arbeiten, Versetzen der Abtast-Halte-Schaltung in eine anfängliche Kalibrierungsbetriebsart,

Aussetzen des Fotodetektors in Umgebungslicht während der anfänglichen Kalibrierungsbetriebsart, Konfigurieren der Abtast-Halte-Schaltung, um eine von einer Mehrzahl von Zeitkonstanten bereitzustellen, indem wahlweise eines von einer Mehrzahl von Schaltelementen in einem Stromflusspfad eines ersten Stroms mit einbezogen wird, wobei der Strom beim Aussetzen des Fotodetektors in Umgebungslicht während der anfänglichen Kalibrierungsbetriebsart durch den Fotodetektor fließt,

Versetzen der Abtast-Halte-Schaltung in eine Haltebetriebsart, und

Verwenden von einer von einer Mehrzahl von Zeitkonstanten, die von der Abtast-Halte-Schaltung bereitgestellt werden, um einen optischen Messvorgang während der Haltebetriebsart auszuführen, wobei der Fotodetektor in einer Kombination von Umgebungslicht und Licht, das einer optischen Messung zugeordnet ist, ausgesetzt wird.

18. Das Verfahren gemäß Anspruch 17, wobei der optische Messvorgang folgendes umfasst:

Aussenden eines modulierten optischen Strahls in Richtung zu einem Zielobjekt,

Empfangen in dem Fotodetektor von einem Teil des modulierten optischen Strahls nach Reflexion von einem Zielobjekt,

Detektieren von einem Muster in einem Teil eines zweiten Stroms, der beim Empfangen in dem Fotodetektor von dem Teil des modulierten optischen Strahls nach Reflexion von einem Zielobjekt durch den Fotodetektor fließt, und

Verwenden des Musters in einer Korrelator-Schaltung, um auf der Grundlage einer optischen Laufzeit einen Abstand zwischen dem Fotodetektor und dem Zielobjekt zu berechnen.

19. Das Verfahren gemäß Anspruch 17 oder 18, wobei das Konfigurieren der Abtast-Halte-Schaltung, um als die Stromquelle für den Fotodetektor zu arbeiten, folgendes aufweist: Koppeln eines Feldeffekt-Transistors in Reihe mit dem Fotodetektor, und wobei das Versetzen der Abtast-Halte-Schaltung in die Abtastbetriebsart folgendes aufweist: Betätigen eines Schalters, um einen Gate-Anschluss des Feldeffekt-

Transistors mit einem Drain-Anschluss des Feldeffekt-Transistors direkt zu koppeln.

20. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 17 bis 19, ferner aufweisend:

Versetzen der Abtast-Halte-Schaltung in eine Neukalibrierungsbetriebsart,

Aussetzen des Fotodetektors in Umgebungslicht während der Neukalibrierungsbetriebsart,

Erzeugen eines Steuersignals, indem ein dritter Strom, der während der Neukalibrierungsbetriebsart durch den Fotodetektor fließt, mit dem ersten Strom, der während der anfänglichen Kalibrierungsbetriebsart durch den Fotodetektor fließt, verglichen wird, und

Verwenden des Steuersignals zum selektiven Aufnehmen von einem anderen einen von einer Mehrzahl von Schaltelementen in dem Strompfad des dritten Stroms.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

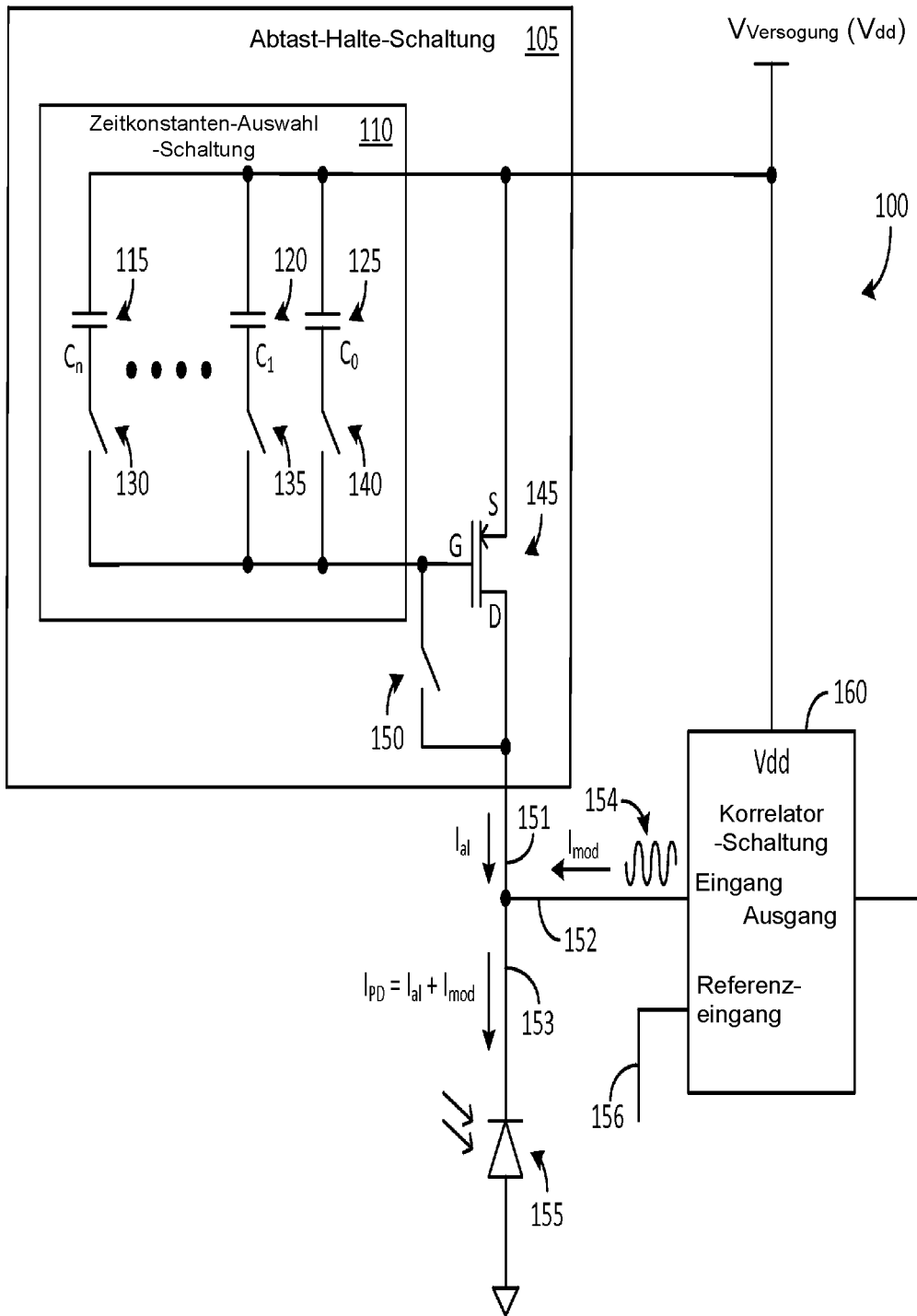


FIG. 1

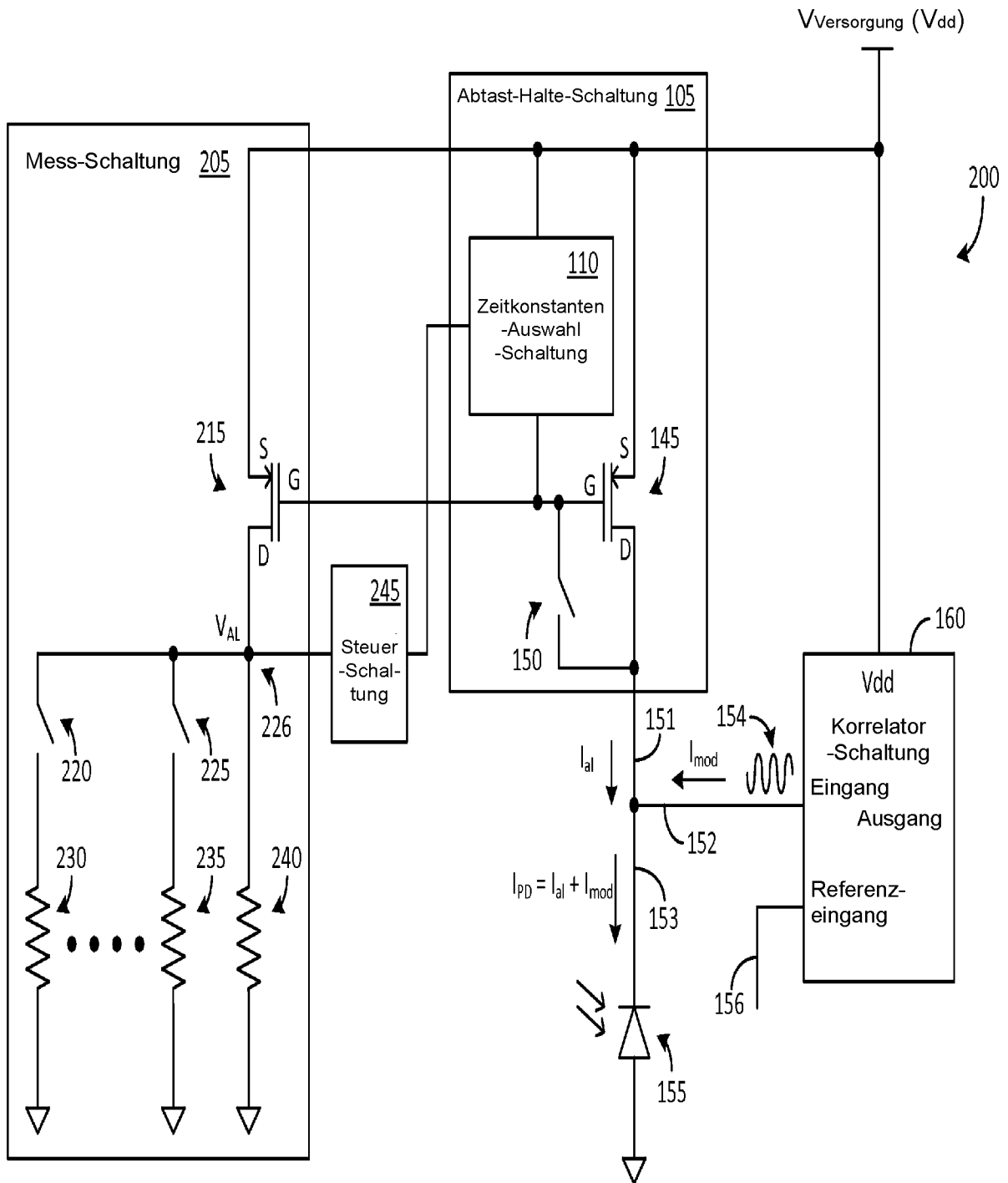


FIG. 2

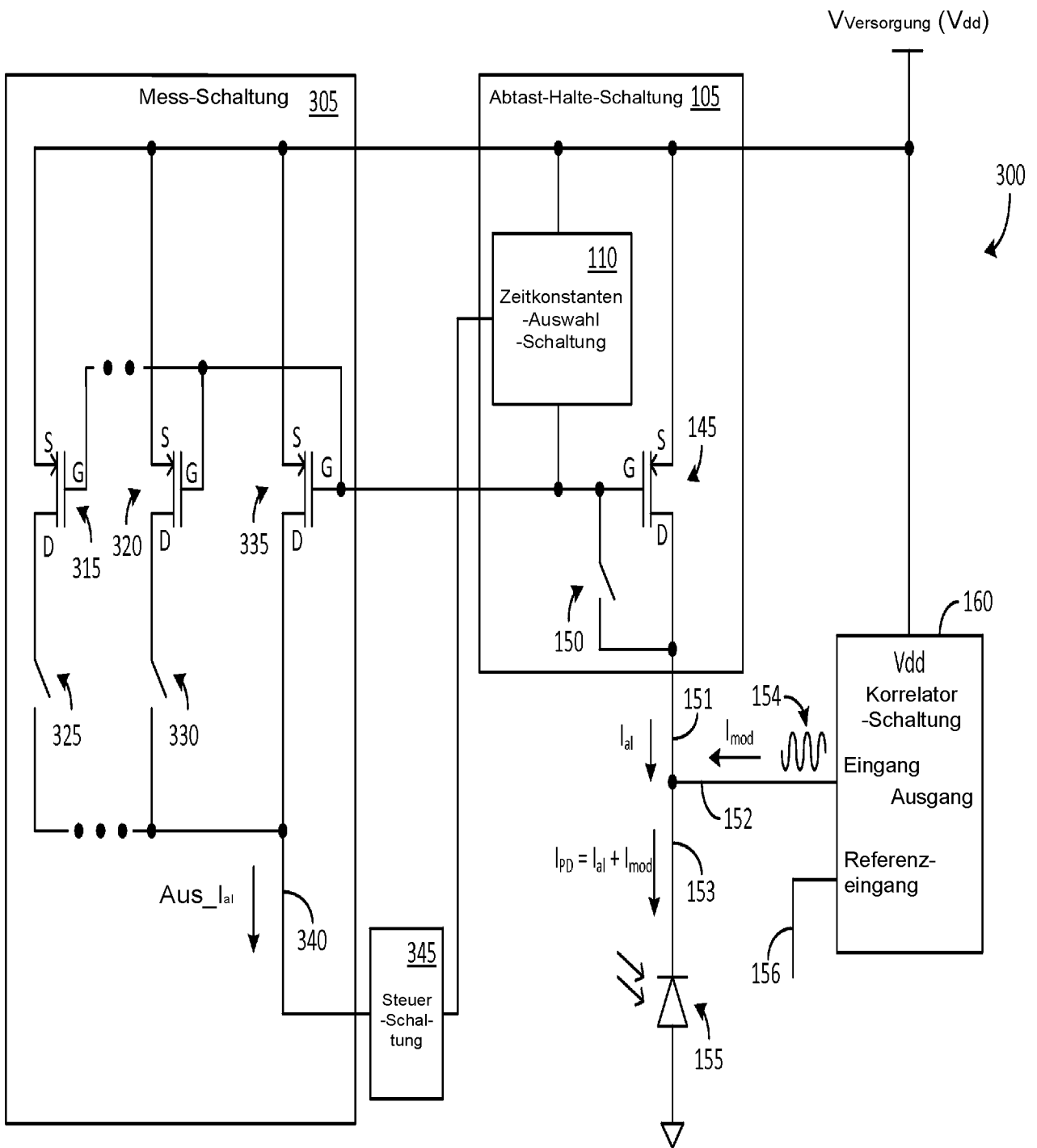


FIG. 3

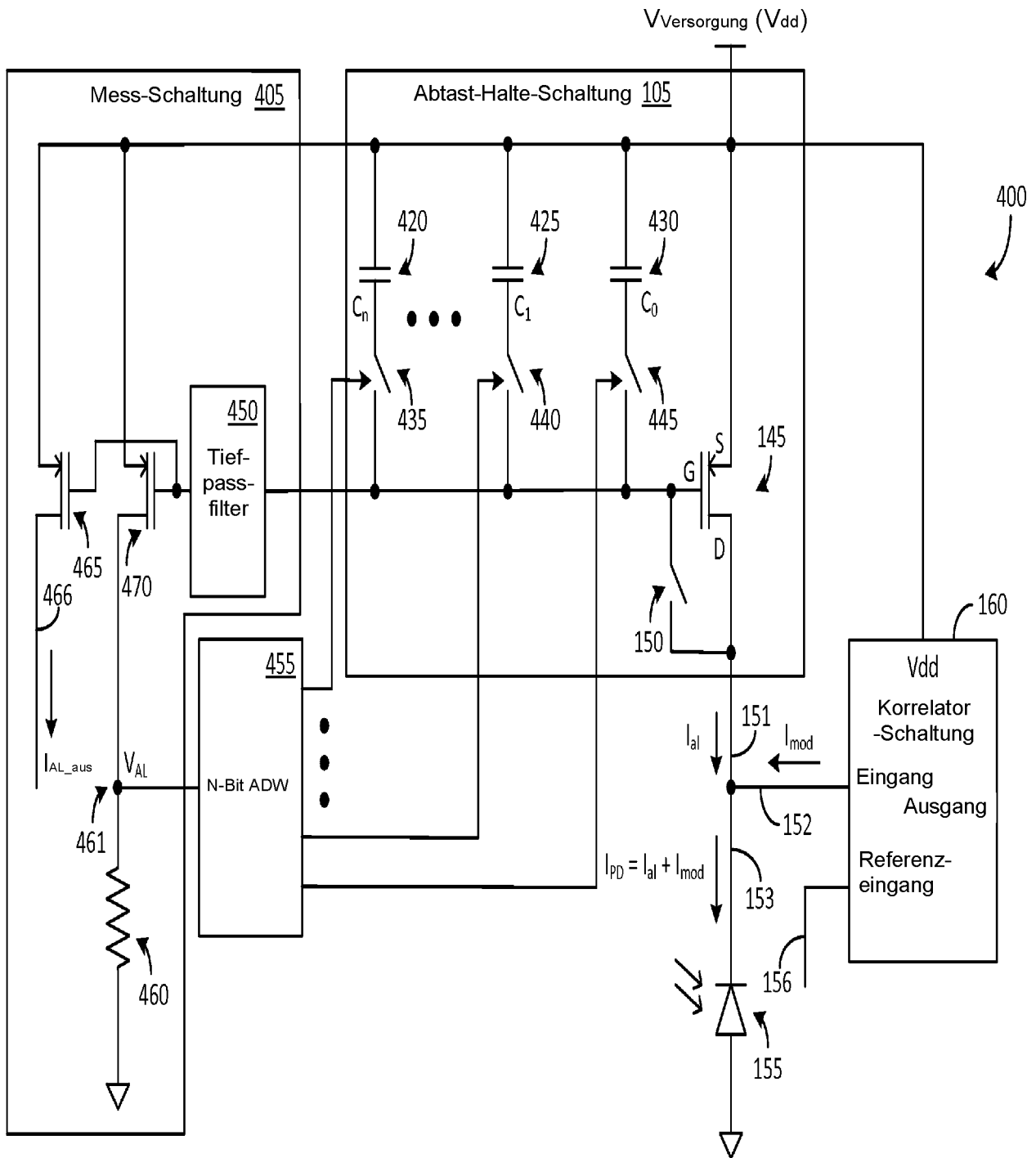


FIG. 4

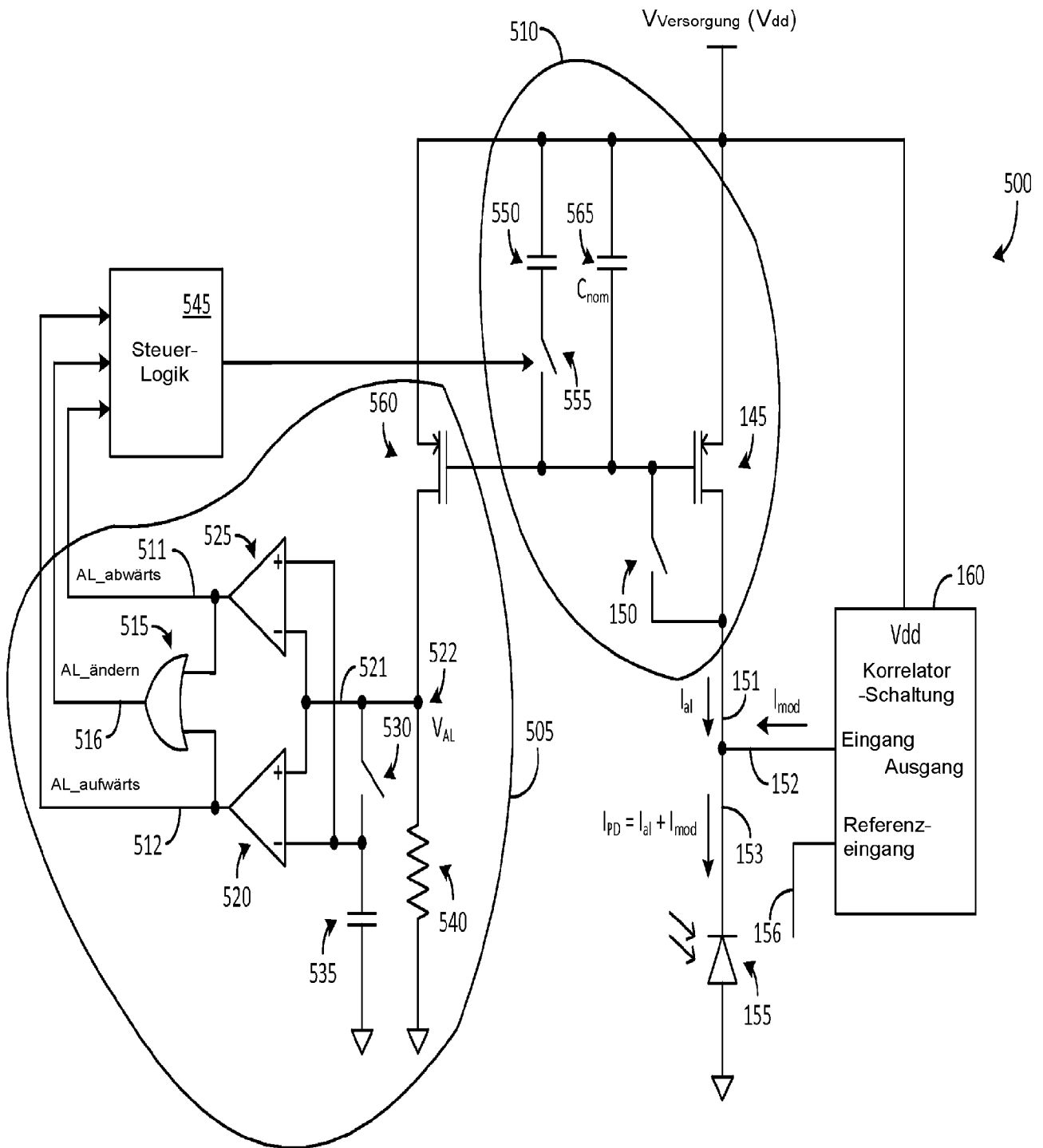


FIG. 5

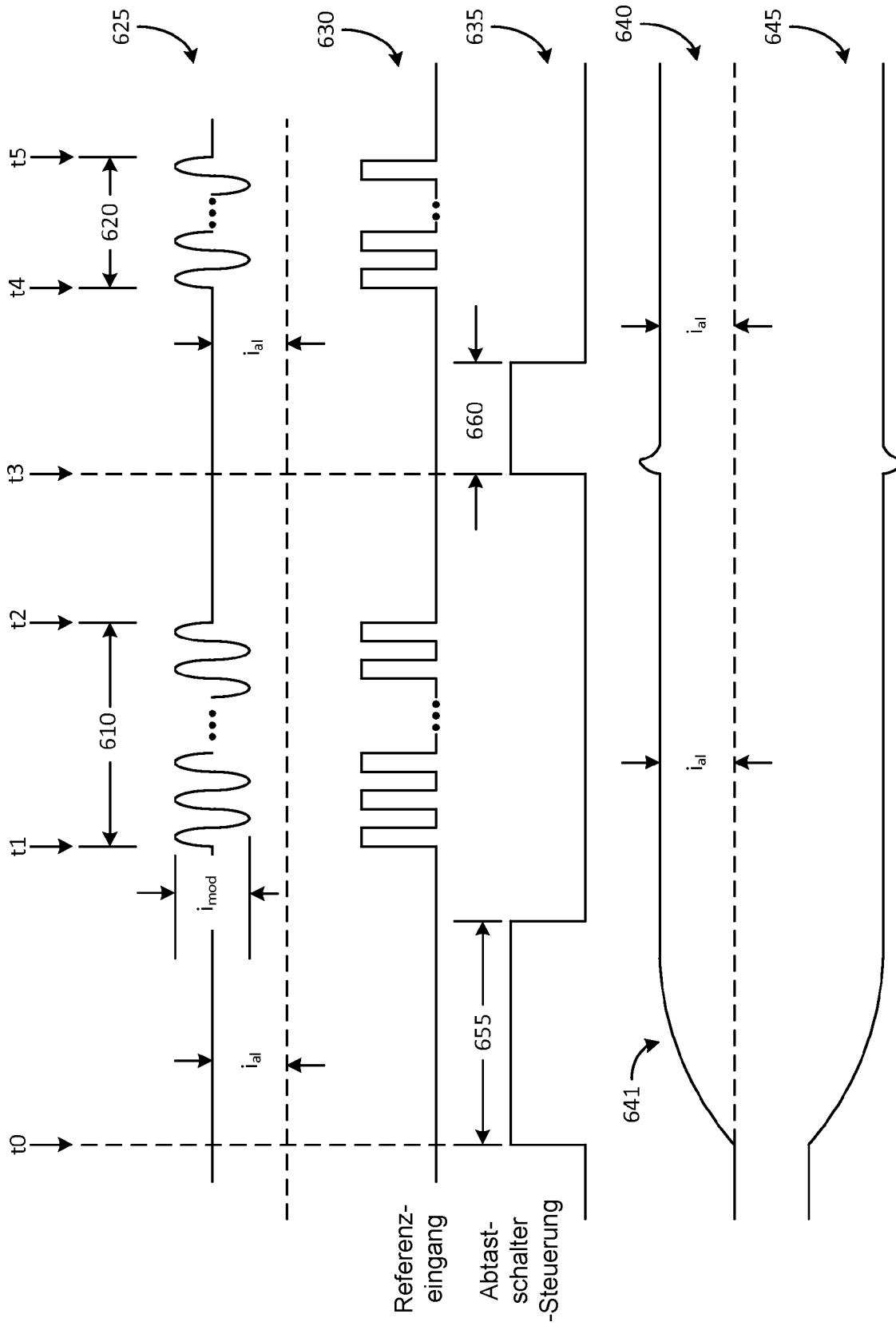


FIG. 6

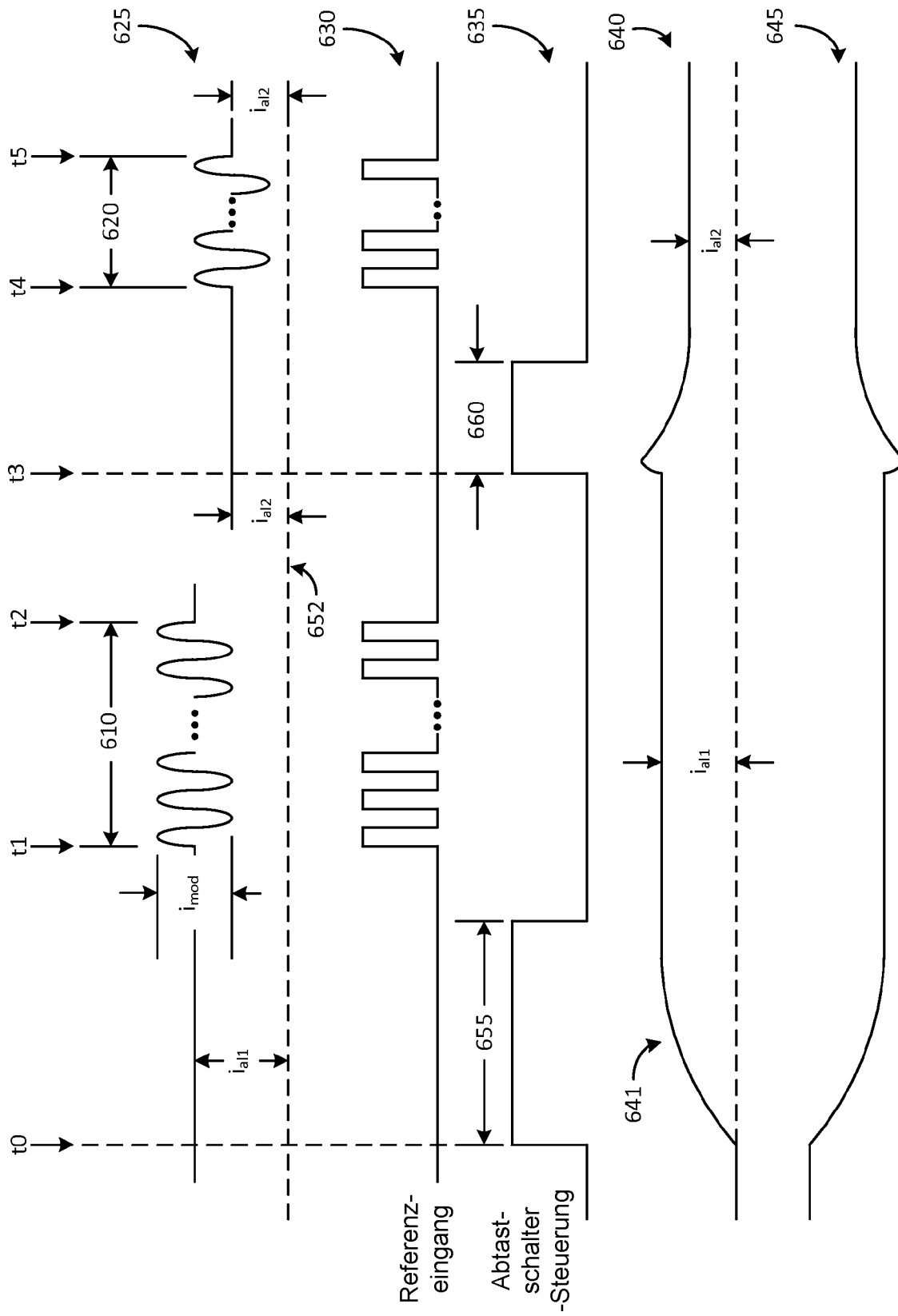


FIG. 7