



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/130793**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 000 950.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2015/017536**
(86) PCT-Anmeldetag: **25.02.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.09.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **08.12.2016**

(51) Int Cl.: **H04N 9/77 (2006.01)**
H04N 5/20 (2006.01)
H04N 9/67 (2006.01)
H04N 19/98 (2014.01)
G06T 5/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
61/944,484 25.02.2014 US
61/946,633 28.02.2014 US
61/946,638 28.02.2014 US
14/631,401 25.02.2015 US

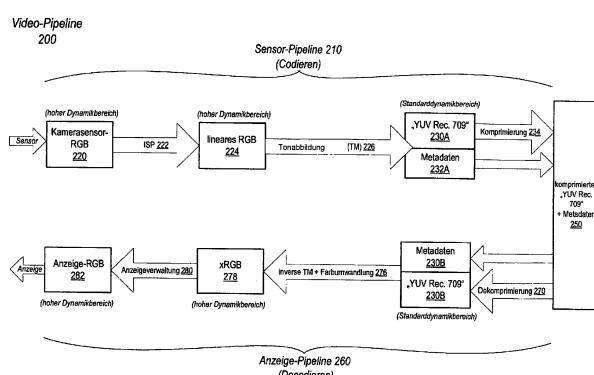
(71) Anmelder:
Apple Inc., Cupertino, Calif., US

(74) Vertreter:
BARDEHLE PAGENBERG Partnerschaft mbB
Patentanwälte, Rechtsanwälte, 81675 München,
DE
(72) Erfinder:
Bai, Andrew, Cupertino, Calif., US; Guo, Haitao,
Cupertino, Calif., US; Cote, Guy, Cupertino, Calif.,
US; Pan, Hao, Cupertino, Calif., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Abwärtskompatible Einrichtung und abwärtskompatibles Verfahren zum Bereitstellen von Video mit sowohl Standard- als auch hohem Dynamikbereich**

(57) Zusammenfassung: Videoverarbeitungstechniken und -pipelines, welche die Erfassung, Verbreitung und Anzeige von Hochdynamikbereich-Bilddaten (HDR-Bilddaten) an sowohl HDR-fähige(n) Anzeigevorrichtungen als auch Anzeigevorrichtungen unterstützen, die keine HDR-Bildverarbeitung unterstützen. Eine Sensor-Pipeline (210) kann Standarddynamikbereich-Daten (SDR-Daten) (230A) unter Verwendung einer Tonabbildung (226), zum Beispiel lokaler Tonabbildung, aus HDR-Daten erzeugen, die durch einen Sensor erfasst wurden. Informationen, die verwendet werden, um die SDR-Daten zu erzeugen, können einer Anzeige-Pipeline (260) als Metadaten (230B) mit den erzeugten SDR-Daten (230B) bereitgestellt werden. Wenn eine Zielanzeige HDR-Bildverarbeitung nicht unterstützt, können die SDR-Bilddaten durch die Anzeige-Pipeline direkt gerendert werden. Wenn die Zielanzeige HDR-Bildverarbeitung unterstützt, kann eine inverse Abbildungstechnik (276) gemäß den Metadaten auf die SDR-Bilddaten angewandt werden, um HDR-Bilddaten für die Anzeige zu rendern. Informationen, die beim Durchführen einer Farbskala-Abbildung verwendet werden, können ebenfalls in den Metadaten bereitgestellt und verwendet werden, um abgeschnittene Farben für die Anzeige wiederherzustellen.



Beschreibung

HINTERGRUND

Technisches Gebiet

[0001] Diese Offenbarung betrifft allgemein die digitale Video- oder Bildverarbeitung und -anzeige.

Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Verschiedene Vorrichtungen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, PC-Systeme, Desktop-Computersysteme, Laptop- und Notebook-Computer, Tablet- oder Pad-Vorrichtungen, Digitalkameras, digitale Videorekorder und Mobiltelefone oder Smartphones, können Software und/oder Hardware einschließen, die ein oder mehrere Videoverarbeitungsverfahren implementieren kann. Zum Beispiel kann eine Vorrichtung eine Einrichtung (z. B. eine integrierte Schaltung (IC), wie beispielsweise ein System auf einem Chip (SOC), oder ein Teilsystem einer IC) einschließen, die digitale Videoeingaben von einer oder mehreren Quellen empfangen und verarbeiten kann und die verarbeiteten Video-Frames gemäß einem oder mehreren Videoverarbeitungsverfahren ausgeben kann. Als ein weiteres Beispiel kann ein Softwareprogramm auf einer Vorrichtung implementiert sein, die gemäß einem oder mehreren Videoverarbeitungsverfahren digitale Videoeingaben von einer oder mehreren Quellen empfangen und verarbeiten kann und die verarbeiteten Video-Frames an ein oder mehrere Ziele ausgeben kann.

[0003] Als ein Beispiel kann ein Videocodierer als eine Einrichtung oder alternativ dazu als ein Softwareprogramm implementiert sein, in der oder dem digitale Videoeingaben gemäß einem Videocodiererverfahren codiert oder in ein anderes Format, zum Beispiel ein komprimiertes Videoformat, wie beispielsweise das Format „H.264/Advanced Video Coding (AVC)“ oder „H.265 High Efficiency Video Coding (HEVC)“, umgewandelt wird. Als ein weiteres Beispiel kann ein Videodecodierer als eine Einrichtung oder alternativ dazu als ein Softwareprogramm implementiert sein, in der oder dem Video in einem komprimierten Videoformat, wie beispielsweise AVC oder HEVC, empfangen und gemäß einem Videodecodiererverfahren, zum Beispiel einem durch eine Anzeigevorrichtung verwendeten Anzeigeformat, decodiert oder in ein anderes (dekomprimiertes) Format umgewandelt wird. Der H.264/AVC-Standard wurde von der ITU-T in einem Dokument mit dem Titel „ITU-T Recommendation H.264: Advanced video coding for generic audiovisual services“ veröffentlicht. Der H.265/HEVC-Standard wurde von der ITU-T in einem Dokument mit dem Titel „ITU-T Recommendation H.265: High Efficiency Video Coding“ veröffentlicht.

[0004] In vielen Systemen kann eine Einrichtung oder ein Softwareprogramm sowohl eine Videocodierkomponente als auch eine Videodecodierkomponente implementieren; solch eine Einrichtung wird gemeinhin als ein Codec bezeichnet. Es ist zu beachten, dass ein Codec sowohl visuelle/Bilddaten als auch Audio-/Tondaten in einem Video-Stream codieren/decodieren kann.

[0005] Nach allgemeiner Definition handelt es sich bei einem Dynamikbereich um das Verhältnis zwischen den größt- und kleinstmöglichen Werten einer veränderlichen Quantität, wie beispielsweise bei Signalen wie Klang und Licht. Bei der digitalen Bild- und Videoverarbeitung werden herkömmlicherweise digitale Bilder (z. B. Video- oder Standbilder) mit einem begrenzten Dynamikbereich erfasst, gerendert und angezeigt, was als Standarddynamikbereich-Bildverarbeitung (SDR-Bildverarbeitung) bezeichnet wird. Zusätzlich werden Bilder herkömmlicherweise unter Verwendung einer relativ schmalen Farbskala für die Anzeige gerendert, was als Standardfarbskala-Bildverarbeitung (SCG-Bildverarbeitung) bezeichnet wird. Erweiterte oder Hochdynamikbereich-Bildverarbeitung (HDR-Bildverarbeitung) bezieht sich auf eine Technologie und Techniken, die einen breiteren Luminanzbereich in elektronischen Bildern (wie sie z. B. auf Anzeigebildschirmen oder Vorrichtungen angezeigt werden) als unter Verwendung von digitaler Standard-Bildverarbeitungstechnologie und -techniken erhalten wird (als Standarddynamikbereich- oder SDR-Bildverarbeitung bezeichnet). Viele neue Vorrichtungen, wie beispielsweise Bildsensoren und Anzeigen, unterstützen HDR-Bildverarbeitung ebenso wie Breitfarbskala-Bildverarbeitung (WCG-Bildverarbeitung). Diese Vorrichtungen können als HDR-fähige Vorrichtungen oder einfach HDR-Vorrichtungen bezeichnet werden. Gleichzeitig unterstützen viele Videoaufnahmegeräte und Anzeigevorrichtungen unter Umständen HDR-Bildverarbeitung und/oder WCG-Bildverarbeitung nicht direkt.

ZUSAMMENFASSUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0006] Ausführungsformen von Videoverarbeitungstechniken und -Pipelines werden beschrieben, welche eine Erfassung, Verbreitung und Anzeige von Hochdynamikbereich-Bilddaten (HDR-Bilddaten) auf bzw. an sowohl HDR-fähige(n) Anzeigevorrichtungen als auch Anzeigevorrichtungen unterstützen, die HDR-Bildverarbeitung nicht unterstützen. In Ausführungsformen kann eine Sensor-Pipeline, zum Beispiel unter Verwendung einer Tonabbildungstechnik (tone mapping), Bilddaten eines geringeren oder Standarddynamikbereichs (SDR) aus HDR-Bilddaten erzeugen, die durch einen Bildsensor erfasst wurden. Informationen, die verwendet werden, um die SDR-Bilddaten zu erzeugen, können als Metadaten mit den erzeugten SDR-Bilddaten festgehalten

werden. Die SDR-Bilddaten können einer Anzeige-Pipeline bereitgestellt werden, um zur Anzeige auf einer Zielanzeigevorrichtung gerendert zu werden. Wenn die Zielanzeigevorrichtung HDR-Bildverarbeitung nicht unterstützt, können die SDR-Bilddaten direkt durch die Anzeige-Pipeline zur Anzeige gerendert werden. Wenn die Zielanzeige HDR-Bildverarbeitung unterstützt, kann eine inverse Abbildungstechnik gemäß den Metadaten durch die Anzeige-Pipeline auf die SDR-Bilddaten angewandt werden, um die HDR-Bilddaten zur Anzeige zu rendern.

[0007] In manchen Ausführungsformen kann statt oder zusätzlich zu einer globalen Tonabbildungstechnik (GTM-Technik) eine lokale Tonabbildungstechnik (LTM-Technik) in der Sensor-Pipeline beim Umwandeln der HDR-Eingabebilddaten in SDR-Bilddaten verwendet werden. Bei einer LTM-Technik wird ein Bild oder Frame in mehrere Regionen aufgeteilt, wobei für jede Region dynamisch eine Tonkurve ermittelt wird. Die regionalen oder lokalen Tonkurven können parametrisiert und in den Metadaten gespeichert werden, die an die Anzeige-Pipeline geleitet werden, sodass Ton oder Luminanz zumindest teilweise in einer inversen Tonabbildungstechnik wiederhergestellt werden können. In manchen Ausführungsformen können die lokalen Tonabbildungsmetadata räumlich (z. B. innerhalb eines Bildes) und oder zeitlich (z. B. über zwei oder mehr Frames hinweg) komprimiert werden.

[0008] In manchen Ausführungsformen kann die durch die Anzeige-Pipeline durchgeführte, inverse Tonabbildungstechnik so eingestellt werden, dass sie mit dem Dynamikbereich der Zielanzeige übereinstimmt. In manchen Ausführungsformen kann es sich bei der inversen Tonabbildungstechnik der Anzeige-Pipeline um einen umgebungsadaptiven Prozess handeln, bei dem Informationen über das Umgebungslicht oder andere Umfeldbedingungen für die Anzeige verwendet werden können, um den inversen Tonabbildungsprozess anzupassen, indem zum Beispiel eine oder mehrere der bei der lokalen Tonabbildung verwendeten Tonkurven modifiziert oder gewichtet werden.

[0009] In manchen Ausführungsformen können zusätzlich zu Tonabbildungsinformationen Information, die beim Durchführen einer Farbskala-Abbildung (color gamut mapping) in der Sensor-Pipeline verwendet werden, in den Metadaten festgehalten und durch die Anzeige-Pipeline bei einer Bildrekonstruktion verwendet werden, um einen breiteren Farbskala für Anzeigen wiederherzustellen, die WCG-Bildverarbeitung unterstützen. In manchen Ausführungsformen kann die Sensor-Pipeline gemäß den Metadaten Bilddaten in einer Zwischenfarbskala erzeugen, den eine Anzeige-Pipeline der geringeren Anzeigefarbskala abbilden kann, der durch eine entsprechende Anzeige unterstützt werden kann.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] **Fig. 1** veranschaulicht Operationen einer Video-Pipeline.

[0011] **Fig. 2** veranschaulicht gemäß manchen Ausführungsformen eine Beispiel-Video-Pipeline, die sowohl Standarddynamikbereichvideo (SDR-Video) als auch Hochdynamikbereichvideo (HDR-Video) aus HDR-Quelleninhalt bereitstellen kann.

[0012] **Fig. 3** veranschaulicht gemäß manchen Ausführungsformen eine Beispiel-Video-Pipeline, die SDR-Video aus HDR-Quelleninhalt bereitstellt.

[0013] **Fig. 4** veranschaulicht gemäß manchen Ausführungsformen eine lokale Tonabbildung (LTM).

[0014] **Fig. 5** ist gemäß manchen Ausführungsformen ein übergeordneter Ablaufplan eines Verfahrens, das in einer Sensor-Pipeline implementiert werden kann.

[0015] **Fig. 6** ist gemäß manchen Ausführungsformen ein übergeordneter Ablaufplan eines Verfahrens, das in einer Anzeige-Pipeline implementiert werden kann.

[0016] **Fig. 7** ist gemäß manchen Ausführungsformen ein übergeordneter Ablaufplan eines Verfahrens, das in einer Video-Pipeline implementiert werden kann, die NDR-Anzeigen unterstützt und mit SDR-Anzeigen abwärtskompatibel ist.

[0017] **Fig. 8** veranschaulicht gemäß manchen Ausführungsformen ein Beispielvideowiedergabesystem, in dem ein Codierer Ausgabedaten in einer Zwischenfarbskala erzeugt, und in dem ein Abbilden zu einer Anzeigefarbskala auf der Decoder-/Anzeigesseite unter Verwendung von durch den Codierer erzeugten Metadaten durchgeführt wird.

[0018] **Fig. 9** ist gemäß manchen Ausführungsformen ein Ablaufplan eines Videowiedergabeverfahrens, in dem ein Codierer Ausgabedaten in einer Zwischenfarbskala erzeugt, und in dem durch einen Decodierer ein Abbilden zu einer Anzeigefarbskala gemäß durch den Codierer erzeugter Metadaten durchgeführt wird.

[0019] **Fig. 10** ist ein Blockdiagramm einer bestimmten Ausführungsform eines Systems auf einem Chip (SOC), das konfiguriert sein kann, Aspekte der hierin beschriebenen Systeme und Verfahren zu implementieren.

[0020] **Fig. 11** ist ein Blockdiagramm einer bestimmten Ausführungsform eines Systems, das ein oder mehrere SOCs einschließen kann.

[0021] Fig. 12 veranschaulicht ein Beispielcomputersystem, das konfiguriert sein kann, Aspekte der hierin beschriebenen Systeme und Verfahren gemäß manchen Ausführungsformen zu implementieren.

[0022] Fig. 13 veranschaulicht ein Blockdiagramm einer tragbaren Multifunktionsvorrichtung gemäß manchen Ausführungsformen.

[0023] Fig. 14 stellt eine tragbare Multifunktionsvorrichtung gemäß machen Ausführungsformen dar.

[0024] Obwohl die Erfindung verschiedenen Modifikationen und alternativen Formen unterliegt, sind spezifische Ausführungsformen davon in beispielhafter Weise in den Zeichnungen dargestellt und werden hierin im Detail beschrieben. Es sollte sich jedoch verstehen, dass die Zeichnungen und die detaillierte Beschreibung dazu die Erfindung nicht auf die bestimmte offenbare Form beschränken sollen, sondern es im Gegenteil die Absicht ist, alle Modifikationen, Äquivalente und Alternativen abzudecken, die in den Geist und den Umfang der vorliegenden Erfindung fallen. Wie in dieser Anmeldung verwendet, wird das Wort „können“ im ermöglichen Sinn (d. h. „das Potential besitzend zu“ bedeutend) und nicht im zwingenden Sinn (d. h. „müssen“ bedeutend) verwendet. Gleichermaßen haben die Wörter „einschließen“, „einschließlich“ und „schließt ein“ die Bedeutung „einschließlich, jedoch nicht darauf beschränkt“.

[0025] Verschiedene Einheiten, Schaltungen oder andere Komponenten können als zum Durchführen einer oder mehrerer Aufgaben „konfiguriert“ beschrieben sein. In solchen Kontexten ist „konfiguriert“ eine breite Angabe von Struktur, die generell bedeutet, „Schaltlogik aufweisend, welche“ die Aufgabe oder Aufgaben während des Betriebs durchführt. Insofern kann die Einheit/Schaltung/Komponente konfiguriert sein, die Aufgabe durchzuführen, selbst wenn die Einheit/Schaltung/Komponente derzeit nicht eingeschaltet ist. Im Allgemeinen kann die Schaltlogik, welche die Struktur bildet, die dem Begriff „konfiguriert“ entspricht, Hardwareschaltungen einschließen. Gleichermaßen können zur Zweckmäßigkeit in der Beschreibung verschiedene Einheiten/Schaltungen/Komponenten so beschrieben sein, dass sie eine Aufgabe oder Aufgaben durchführen. Solche Beschreibungen sollten so interpretiert werden, als würden sie den Begriff „konfiguriert“ enthalten. Das Nennen einer Einheit/Schaltung/Komponente, die konfiguriert ist, eine oder mehrere Aufgaben durchzuführen, soll sich ausdrücklich nicht auf eine Interpretation nach 35 U.S.C. § 112, Absatz sechs für diese Einheit/Schaltung/Komponente beziehen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0026] Ausführungsformen von Videoverarbeitungstechniken und -Pipelines werden beschrieben, wel-

che eine Erfassung, Verbreitung und Anzeige von Hochdynamikbereich-Bilddaten (HDR-Bilddaten) auf bzw. an sowohl HDR-fähige(n) Anzeigevorrichtungen als auch Anzeigevorrichtungen unterstützen, die HDR-Bildverarbeitung nicht unterstützen. Ausführungsformen einer Videoverarbeitungs-Pipeline können einen Sensor-Pipeline-Abschnitt und einen Anzeige-Pipeline-Abschnitt einschließen. Die Sensor-Pipeline und die Anzeige-Pipeline können sich in derselben Vorrichtung oder in unterschiedlichen Vorrichtungen befinden. In Ausführungsformen kann die Sensor-Pipeline, zum Beispiel unter Verwendung einer Tonabbildungstechnik, Bilddaten des geringeren oder Standarddynamikbereichs (SDR) aus HDR-Bilddaten erzeugen, die durch einen Bildsensor oder Lichtsensor einer Kamera erfasst wurden, die der Sensor-Pipeline zugeordnet ist. Informationen, die verwendet werden, um die SDR-Bilddaten zu erzeugen (z. B. Tonabbildungsinformationen, wie beispielsweise parametrisierte Tonkurven), können als Metadaten mit den erzeugten SDR-Bilddaten festgehalten werden. Die SDR-Bilddaten können einer Anzeige-Pipeline bereitgestellt werden, um zur Anzeige auf einer Zielanzeigevorrichtung gerendert zu werden. Wenn die Zielanzeigevorrichtung HDR-Bildverarbeitung nicht unterstützt, können die SDR-Bilddaten direkt durch die Anzeige-Pipeline zur Anzeige gerendert werden. Wenn die Zielanzeige HDR-Bildverarbeitung unterstützt, kann eine inverse Abbildungstechnik gemäß den Metadaten durch die Anzeige-Pipeline auf die SDR-Bilddaten angewandt werden, um die HDR-Bilddaten zur Anzeige zu rendern.

[0027] In manchen Ausführungsformen kann eine globale Tonabbildungstechnik (GTM-Technik) in der Sensor-Pipeline beim Umwandeln der HDR-Eingabebilddaten in SDR-Bilddaten verwendet werden. Bei einer GTM-Technik kann eine globale Tonkurve für einen oder mehrere Video-Frames festgelegt oder ermittelt und beim Umwandeln der HDR-Bilddaten in SDR verwendet werden. In manchen Ausführungsformen kann die globale Tonkurve parametrisiert und in den Metadaten gespeichert werden, die an die Anzeige-Pipeline geleitet werden, sodass Ton oder Luminanz zumindest teilweise in einer inversen Tonabbildungstechnik wiederhergestellt werden können, wenn die HDR-Bilddaten aus den SDR-Eingabebilddaten erzeugt werden.

[0028] In manchen Ausführungsformen kann statt oder zusätzlich zu einer GTM-Technik eine lokale Tonabbildungstechnik (LTM-Technik) in der Sensor-Pipeline beim Umwandeln der HDR-Eingabebilddaten in SDR-Bilddaten verwendet werden. Bei einer LTM-Technik wird ein Bild oder Frame in mehrere Regionen aufgeteilt, wobei für jede Region dynamisch eine Tonkurve ermittelt wird. Die regionalen oder lokalen Tonkurven können parametrisiert und in den Metadaten gespeichert werden, die an die Anzeige-Pipeline geleitet werden, sodass Ton oder Lu-

minanz zumindest teilweise durch eine inverse Tonabbildungstechnik wiederhergestellt werden können, wenn die HDR-Bilddaten aus den SDR-Eingabebilddaten erzeugt werden. Da die lokalen Tonkurven zwischen benachbarten Regionen auf einem Frame oder zwischen derselben Region auf benachbarten Frames ähnlich sein können, können in manchen Ausführungsformen die lokalen Tonabbildungsmetadaten räumlich (z. B. innerhalb eines Bildes) und/oder zeitlich (z. B. über zwei oder mehr Frames hinweg) komprimiert werden.

[0029] In manchen Ausführungsformen kann die durch die Anzeige-Pipeline durchgeführte, inverse Tonabbildungstechnik so eingestellt werden, dass sie mit dem Dynamikbereich der Zielanzeige übereinstimmt. Der durch den Sensor erfasste Dynamikbereich kann einen breiteren Bereich abdecken als der durch die Anzeige unterstützte Dynamikbereich, selbst wenn die Anzeige HDR-kompatibel ist. So mit kann in manchen Ausführungsformen die inverse Tonabbildungstechnik der Anzeige-Pipeline die Tonkartenmetadaten gemäß dem Dynamikbereich der Anzeige modifizieren oder kann das auf die Bilddaten mit geringerem Dynamikbereich angewandte Tonabbildungsverfahren anderweitig modifizieren, um HDR-Bilddaten zu erzeugen, die mit dem Dynamikbereich der Anzeige besser übereinstimmen.

[0030] In manchen Ausführungsformen kann es sich bei der inversen Tonabbildungstechnik der Anzeige-Pipeline um einen umgebungsadaptiven Prozess handeln, bei dem Informationen über das Umgebungslicht oder andere Umfeldbedingungen für die Anzeige, z. B. unter Verwendung von Licht-, Bewegungs- oder anderen Sensoren auf einer Vorrichtung, erhalten werden können, und auf Grundlage dieser Informationen kann die inverse Tonabbildungstechnik angepasst werden, indem zum Beispiel ein oder mehrere Parameter der bei der lokalen Tonabbildung verwendeten Tonkurven modifiziert oder gewichtet werden, wenn die inverse Tonabbildung durchgeführt wird. Wenn zum Beispiel das Umgebungslicht hell ist, kann die inverse Tonabbildungstechnik die Tonkurven anpassen, um ein helleres Bild mit mehr Kontrast zu erzeugen.

[0031] Vorrichtungen, wie beispielsweise Bildsenso ren und Anzeigen, können Breitfarbskala-Bildverarbeitung (WCG-Bildverarbeitung) zusätzlich zu HDR-Bildverarbeitung unterstützen. Zusätzlich zum Unterstützen von HDR-Bildverarbeitung können Ausführungsformen auch Breitfarbskala-Bildverarbeitung (WCG-Bildverarbeitung) unterstützen. In manchen Ausführungsformen kann die Sensor-Pipeline Bilddaten einer geringeren Farbskala aus Bilddaten einer breiteren Farbskala, die durch einen Bildsensor einer der Sensor-Pipeline zugeordneten Kamera erfasst wurden, unter Verwendung einer Farbskala-Abbildungstechnik erzeugen, die Farben aus dem

breiteren Farbskalabereich eines Farbraums (z. B. eines RGB-Farbraums), ausschneiden kann, die in der geringeren Farbskala eines anderes Farbraums (z. B. eines YUV-Farbraums) nicht verfügbar sind. In manchen Ausführungsformen können zusätzlich zu Tonabbildungsinformationen Informationen, die beim Durchführen der Farbskala-Abbildung verwendet werden, in den Metadaten festgehalten und durch die Anzeige-Pipeline bei einer Bildrekonstruktion verwendet werden, um eine breitere Farbskala für Anzeigen wiederherzustellen, die WCG-Bildverarbeitung unterstützen. In manchen Ausführungsformen kann die Sensor-Pipeline gemäß den Metadaten Bilddaten in einer Zwischenfarbskala erzeugen, den eine Anzeige-Pipeline der geringeren Anzeigefarbskala abbilden kann, der durch eine entsprechende Anzeige unterstützt werden kann.

[0032] Ausführungsformen von Video-Pipelines, die Sensor-Pipelines und Anzeige-Pipelines wie hierin beschrieben einschließen, können zum Beispiel in Vorrichtungen oder Systemen implementiert werden, die eine oder mehrere Bilderfassungsvorrichtungen und/oder eine oder mehrere Anzeigevorrichtungen einschließen. Bei einer Bilderfassungsvorrichtung kann es sich um jede Vorrichtung handeln, die einen optischen Sensor oder Lichtsensor einschließt, der in der Lage ist, digitale Bilder oder digitales Video aufzuzeichnen. Bilderfassungsvorrichtungen können Videokameras und Standbildkameras sowie Bilderfassungsvorrichtungen, die sowohl Video- als auch Einzelbilder erfassen können, einschließen, sind jedoch nicht auf diese beschränkt. Bei Bilderfassungsvorrichtungen kann es sich um eigenständige Vorrichtungen oder um Kameras handeln, die in andere Vorrichtungen integriert sind, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Smartphones, Mobiltelefone, PDAs, Tablet- oder Pad-Vorrichtungen, Multifunktionsvorrichtungen, Rechenvorrichtungen, Laptop-Computer, Notebook-Computer, Netbook-Computer, Desktop-Computer und so weiter. Es ist zu beachten, dass Bilderfassungsvorrichtungen Kameras mit kleinem Formfaktor einschließen können, die zur Verwendung in kleinen Vorrichtungen, wie beispielsweise Mobiltelefonen, PDAs und Tablet-Vorrichtungen, geeignet sind. Anzeigen oder Anzeigevorrichtungen können Anzeigebildschirme oder -felder einschließen, die in andere Vorrichtungen integriert sind, einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf, Smartphones, Mobiltelefone, PDAs, Tablet- oder Pad-Vorrichtungen, Multifunktionsvorrichtungen, Rechenvorrichtungen, Laptop-Computer, Notebook-Computer, Netbook-Computer, Desktop-Computer und so weiter. Anzeigevorrichtungen können zudem Videomonitore, Projektoren oder im Allgemeinen jede Vorrichtung einschließen, die digitale Bilder und/oder digitales Video anzeigen oder projizieren kann. Die Anzeigen oder Anzeigevorrichtungen können LCD-Technologie (Flüssigkristallanzeige-Technologie), LPD-Technologie (Leuchtpo-

lymeranzeige-Technologie) oder LED-Technologie (Leuchtdioden-Technologie) verwenden, wenngleich auch andere Anzeigetechnologien verwendet werden können.

[0033] Fig. 10 bis Fig. 14 zeigen nicht-einschränkende Beispiele von Vorrichtungen, in denen Ausführungsformen implementiert werden können. Eine Vorrichtung oder ein System, die oder das eine Bilderfassungsvorrichtung und/oder eine Anzeigevorrichtung einschließt, kann Hardware und/oder Software einschließen, die mindestens einen Teil der Funktionalität zum Verarbeiten von Videodaten, wie hierin beschrieben, implementiert. In manchen Ausführungsformen kann ein Abschnitt der Funktionalität, wie hierin beschrieben, auf einer Vorrichtung implementiert sein, während ein anderer Abschnitt auf einer anderen Vorrichtung implementiert sein kann. Zum Beispiel kann in manchen Ausführungsformen eine Vorrichtung, die eine Bilderfassungsvorrichtung einschließt, eine Sensor-Pipeline implementieren, die über einen Lichtsensor erfasste Bilder oder erfasstes Video verarbeitet und komprimiert (d. h. codiert), während eine andere Vorrichtung, die ein Anzeigefeld oder einen Anzeigebildschirm einschließt, eine Anzeige-Pipeline implementieren kann, welche die komprimierten Bilder für die Anzeige auf dem Feld oder Bildschirm empfängt und verarbeitet (d. h. decodiert). In manchen Ausführungsformen kann mindestens ein Teil der Funktionalität, wie hierin beschrieben, durch eine oder mehrere Komponenten oder Module eines Systems auf einem Chip (SOC) implementiert werden, das in Vorrichtungen einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf, Multifunktionsvorrichtungen, Smartphones, Pad- oder Tablet-Vorrichtungen und anderen tragbaren Rechenvorrichtungen, wie beispielsweise Laptop-, Notebook, und Netbook-Computern, verwendet werden kann. Fig. 10 veranschaulicht ein Beispiel-SOC, und Fig. 11 veranschaulicht eine Beispielvorrichtung, auf der ein SOC implementiert ist. Fig. 12 veranschaulicht ein Beispielcomputersystem, auf dem die hierin beschriebenen Verfahren und Einrichtungen implementiert sein können. Fig. 13 und Fig. 14 veranschaulichen Beispieldarfunktionssysteme, auf welchen die hierin beschriebenen Verfahren und Einrichtungen implementiert sein können.

[0034] Nach allgemeiner Definition handelt es sich bei einem Dynamikbereich um das Verhältnis zwischen den größtmöglichen und kleinstmöglichen Werten einer veränderlichen Quantität, wie beispielsweise bei Signalen wie Klang und Licht. In der digitalen Bildverarbeitung handelt es sich bei einem Hochdynamikbereichbild (HDR-Bild) um eine Bild, das unter Verwendung einer HDR-Bildverarbeitungstechnik erzeugt wird, die einen breiteren Bereich von Lichtstärke erzeugt, als unter Verwendung von Standardbildverarbeitungstechniken erhalten wird. Zum Beispiel kann ein HDR-Bild mehr Bits pro Kanal (z. B. 10, 12,

14 oder mehr Bits pro Luminanzkanal (Luma-Kanal) und Chrominanzkanal (Chroma-Kanal)) oder mehr Bits für die Lichtstärke (den Luma-Kanal) einschließen, als in herkömmlicher Bildverarbeitung verwendet wird (typischerweise 8 Bit pro Kanal, z. B. 8 Bit für Farbe/Chroma und für Luma). Ein unter Verwendung von digitalen Standard-Bildverarbeitungstechniken erzeugtes Bild kann als einen Standarddynamikbereich (SDR) bezeichnet werden und verwendet typischerweise 8 Bit pro Kanal. Allgemein definiert handelt es sich bei einer Tonabbildung um eine Technik, die einen Satz tonaler Bildwerte (z. B. aus HDR-Bilddaten) einem anderen (z. B. SDR-Bilddaten) a. Tonabbildung kann zum Beispiel verwendet werden, um die Erscheinung von HDR-Bildern in einem Medium anzunähern, das einen begrenzteren Dynamikbereich (z. B. SDR) besitzt. Tonabbildung kann allgemein auf Luma-Bilddaten angewandt werden.

[0035] Nach allgemeiner Definition bezieht sich Farbskala auf einen bestimmten Teilsatz von Farben, zum Beispiel den Teilsatz von Farben, der unter bestimmten Umständen, wie beispielsweise innerhalb eines gegebenen Farbraums (z. B. eines RGB-Farbraums) oder durch eine Anzeigevorrichtung, genau dargestellt werden kann. Farbskala kann sich zudem auf den kompletten Satz von innerhalb eines Bildes zu findender Farben beziehen. Zumindest manche an einem Bild durchgeführten Bildverarbeitungsoperationen können die Farbskala des Bildes verändern, und in manchen Fällen können manche der Farben im Original verloren gehen. Mit anderen Worten kann die Farbskala eines Bildes durch eine Bildverarbeitungstechnik, zum Beispiel eine Tonabbildungstechnik, geschrägt oder abgeschnitten werden, wodurch somit die Anzahl von Farben verringert wird, die aus den Bilddaten dargestellt oder reproduziert werden können. Zusätzlich kann eine Skala-Abbildungstechnik (die auch als Farb- oder Chroma-Abbildung bezeichnet werden kann) auf Bilddaten (allgemein auf Chroma-Bilddaten) angewandt werden und in manchen Fällen die Farbskala eines Bildes schrägeln oder abschneiden. Alternativ kann eine Skala-Abbildungstechnik verwendet werden, um die/ den Farbskala oder -bereich eines Bildes während oder nach der Tonabbildung zu korrigieren oder anzupassen.

[0036] Ausführungsformen werden allgemein so beschrieben, dass sie „YUV Rec. 709“, das ansonsten auch als ITU-R Empfehlung BT.709 bekannt ist, als eine Basis-SDR-Schicht zum Senden oder Übertragen von digitalen Bilddaten zwischen Vorrichtungen verwenden, z. B. zwischen einer Kamerasensor-Pipeline und einer Anzeige-Pipeline. „YUV Rec. 709“ definiert einen Farbraum und ein Farbformat, die bei Farbbild- oder Video-Pipelines verwendet werden können. Es ist jedoch zu beachten, dass andere Farbräume und -formate in Ausführungsformen ver-

wendet werden können. Als nur ein einziges Beispiel kann „Digital Cinema Initiatives (DCI) P3“ verwendet werden.

[0037] Ausführungsformen werden allgemein als Video-Frames oder -sequenzen verarbeitend beschrieben. Ausführungsformen können jedoch auch angewandt werden, um Einzel- oder Standbilder statt oder zusätzlich zu Video-Frames oder -sequenzen sowie andere digitale Bilder zu verarbeiten. Wenn hierin somit die Begriffe „Video“, „Video-Frame“, „Frame“ oder Ähnliches verwendet wird, sollte es sich verstehen, dass sich die Begriffe auf erfasste digitale Bilder im Allgemeinen beziehen.

Abwärtskompatible HDR-Bilderfassungs-, HDR-Bildverbreitungs- und HDR-Bildanzeigesysteme

[0038] **Fig. 1** veranschaulicht grafisch Operationen einer Video-Pipeline auf einem übergeordneten Niveau. Wie in **Fig. 1** gezeigt, kann in einem Abschnitt einer Sensor-Pipeline **110** einer Video-Pipeline **100** ein Kamerasensor Bilder oder Frames erfassen, die als Kamerasensor-RGB-Daten **120** gezeigt sind. Die Bilder können bei dem Sensor mit einem höheren Dynamikbereich (HDR-Bilddaten) erfasst werden, während eine Anzeige-Pipeline **160** konfiguriert ist, Bilddaten mit einem geringeren Dynamikbereich (SDR-Bilddaten) zur Ausgabe an eine Anzeige zu verarbeiten. Die Bilder können durch die Sensoren gemäß dem RGB-Farbmodell oder gemäß anderen Farbmodellen erfasst werden. Ein Bildsignalprozessor (ISP) **122** kann die erfassten Kamerasensor-RGB-Daten **120** verarbeiten, um lineare RGB-Bilddaten **124** (z. B. Bilddaten im linearen RGB-Farbraum) als Ausgabe zu erzeugen. Die linearen RGB-Bilddaten **124** können noch im höheren Dynamikbereich des Sensors liegen. Eine Technik einer Tonabbildung **126** (z. B. eine lokale und/oder globale Tonabbildungstechnik) kann auf die linearen RGB-Bilddaten **124** angewandt werden, um die linearen RGB-Bilddaten mit höherem Dynamikbereich **124** in „YUV Rec. 709“-Bilddaten **130A** mit einem geringeren Dynamikbereich (SDR) zur Verarbeitung durch die Anzeige-Pipeline **160** umzuwandeln.

[0039] In manchen Ausführungsformen kann zusätzlich zum Verringern des Dynamikbereichs der Bilddaten die Anwendung einer Technik einer Tonabbildung **126** zu einem Abschneiden von Farbwerten in den Bilddaten führen und somit die Farbskala des Bildes oder der Bilder schmälern. In zumindest manchen Fällen kann eine Skala-Abbildungstechnik auch auf die Bilddaten angewandt werden und zu einem Abschneiden der Farbskala der Bilddaten führen.

[0040] Die „YUV Rec. 709“-Bilddaten **130A** können allgemein komprimiert werden **132**, um komprimierte „YUV Rec. 709“-Daten **150** zur Übertragung oder

zum Senden an eine Anzeige-Pipeline **160** zu erzeugen.

[0041] Wie in **Fig. 1** gezeigt, können in einem Anzeige-Pipeline-Abschnitt **160** einer Video-Pipeline **100** die durch eine Sensor-Pipeline **110** erzeugten komprimierten „YUV Rec. 709“-Daten **150** dekomprimiert werden **170**, um „YUV Rec. 709“-Bilddaten **130B** mit SDR zu erzeugen. Eine Technik zur Farbumwandlung **174** kann dann auf die „YUV Rec. 709“-Bilddaten **130B** angewandt werden, um sRGB-Bilddaten **176**, ebenfalls mit SDR, zu erzeugen. Mit anderen Worten werden die Bilddaten gemäß der Technik zur Farbumwandlung **174** aus dem „YUV Rec. 709“-Farbraum in den sRGB-Farbraum umgewandelt. Die sRGB-Bilddaten **176** werden dann an eine Hardware und/oder Software zur Anzeigeverwaltung **178** geleitet, welche SDR-RGB-Bilddaten **180** zur Anzeige auf einem Zielfeld oder -bildschirm rendert.

[0042] Vorrichtungen, wie beispielsweise Bildsensoren und Anzeigen, können jedoch Hochdynamikbereich-Bildverarbeitung (HDR-Bildverarbeitung) ebenso wie Breitfarbskala-Bildverarbeitung (WCG-Bildverarbeitung) unterstützen. Diese Vorrichtungen können als HDR-fähige Vorrichtungen oder einfach als HDR-Vorrichtungen bezeichnet werden. Unter Verwendung der Video-Pipeline, wie in **Fig. 1** gezeigt, werden die SDR-Bilddaten **150** von einer Sensor-Pipeline **110** zu einer Anzeige-Pipeline **160** für eine Anzeige, die HDR unterstützt, oder für eine Anzeige, die HDR nicht unterstützt, geleitet. Die SDR-Bilddaten werden gemäß dem geringeren Standarddynamikbereich an eine HDR-fähige Anzeige geleitet und darauf gerendert, selbst wenn der Sensor in der Lage ist, HDR-Bilddaten zu erfassen. Zusätzlich kann die breite Farbskala der Bilddaten, wie ursprünglich erfasst, durch die Verarbeitung der Sensor-Pipeline **110** geschrämt oder abgeschnitten werden. Somit kann Vieles vom tonalen Bereich, Farbe und Luminanz, die tatsächlich durch den Sensor erfasst werden, verloren gehen.

[0043] Ausführungsformen von abwärtskompatiblen Verfahren und Einrichtungen werden beschrieben, die sowohl Standarddynamikbereichsversionen (SDR-Versionen) als auch Versionen eines höheren Dynamikbereichs (HDR) von Video bereitstellen. Ausführungsformen können Verfahren und Einrichtungen implementieren, um eine Verarbeitung und Verbreitung von HDR-Bilddaten zu sowohl HDR-fähigen Anzeigevorrichtungen als auch Vorrichtungen, die HDR-Bildverarbeitung nicht unterstützen, zu unterstützen. In Ausführungsformen kann eine Video-Pipeline implementiert sein, die einen Sensor- oder Codier-Pipeline-Abschnitt und einen Anzeige- oder Decodier-Pipeline-Abschnitt einschließt. Die Video-Pipeline kann in einer einzigen Vorrichtung implementiert sein, zum Beispiel einer Vorrichtung, die sowohl eine Bilderfassungsvorrichtung als auch ein An-

zeigefeld einschließt. Der Sensor-Pipeline-Abschnitt und der Anzeige-Pipeline-Abschnitt können jedoch auch in unterschiedlichen Vorrichtungen implementiert sein, wobei komprimierte Bilder/komprimiertes Video zum Beispiel über ein Netzwerk von einer Vorrichtung zur anderen gesendet oder anderweitig von einer Vorrichtung zur anderen übertragen werden. Zum Beispiel kann der Sensor-Pipeline-Abschnitt in einer Videokamera implementiert sein, und der Anzeige-Pipeline-Abschnitt kann in einer Anzeigevorrichtung implementiert sein. In manchen Ausführungsformen können eines oder beide von der Codier-Pipeline und der Anzeige-Pipeline zumindest zum Teil auf einem System auf einem Chip (SOC) implementiert sein.

[0044] In manchen Ausführungsformen können eine oder mehrere Codier-Pipelines auf einer Vorrichtung oder einem System implementiert sein; die Codier-Pipeline oder Codier-Pipelines können konfiguriert sein, Eingabevideo zu codieren, um Standard-dynamikbereichsvideo (SDR-Video) zu erzeugen, die das SDR-Video zu einer oder mehreren Zielvorrichtungen zu streamen, die jeweils mindestens eine Decodier-Pipeline implementieren, und Abbildungsmetadata, die beim Codieren des Video verwendet werden, zu erzeugen und der oder den Zielvorrichtungen bereitzustellen. Die Zielvorrichtungen können sowohl HDR-fähige Vorrichtungen als auch SDR-Vorrichtungen einschließen, die HDR-Bildverarbeitung nicht unterstützen. Eine Decodier-Pipeline für eine HDR-fähige Vorrichtung kann die durch die Codier-Pipeline erzeugten Abbildungsmetadata empfangen und verwenden, um mindestens einen Teil des HDR des Eingabevideos, der beim Codierprozess verloren ging, beim Decodieren des SDR-Videos wiederherzustellen. Eine Decodier-Pipeline für eine SDR-Vorrichtung kann das SDR-Video empfangen und verarbeiten, ohne die Abbildungsmetadata anzuwenden. In manchen Ausführungsformen können Codier-Pipelines und Decoder-Pipelines Informationen mitteilen, die es einer Codier-Pipeline erlauben, Abbildungsmetadata zu erzeugen und an HDR-fähige Vorrichtungen zu senden, während an SDR-Vorrichtungen keine Abbildungsmetadata gesendet werden. In manchen Ausführungsformen können die Abbildungsmetadata auch Informationen einschließen, die in einer Decodier-Pipeline verwendet werden können, um mindestens einen Teil der breiten Farbskala (WCG) des Eingabevideos wiederherzustellen, der bei einer Farbskala-Abbildungstechnik verloren ging, welche die WCG-Eingabevideodata in eine schmalere Farbskala umwandelt, der im Farbraum des codierten SDR-Videos verwendet wird.

[0045] **Fig. 5** ist gemäß manchen Ausführungsformen ein übergeordneter Ablaufplan eines Verfahrens, das in einer Sensor-Pipeline implementiert werden kann. Wie bei **1100** veranschaulicht, kann eine Kamera/ein Sensor ein oder mehr Bilder mit einem

hohen Dynamikbereich erfassen. Wie bei **1102** angegeben, können Bilddaten mit einem geringeren Dynamikbereich aus den erfassten Bilddaten, zum Beispiel unter Verwendung einer Abbildungstechnik, wie beispielsweise einer Tonabbildungstechnik, erzeugt werden. Wie bei **1104** veranschaulicht, können Informationen, die verwendet werden, um die Bilddaten mit einem geringeren Dynamikbereich zu erzeugen, als Metadaten mit den Bilddaten festgehalten werden. Die Bilddaten und/oder die Metadaten können komprimiert werden.

[0046] **Fig. 6** ist gemäß manchen Ausführungsformen ein übergeordneter Ablaufplan eines Verfahrens, das in einer Anzeige-Pipeline implementiert werden kann. Wie bei **1200** angegeben, können ein oder mehr Bilder mit einem geringeren Dynamikbereich zum Beispiel aus einer Sensor-Pipeline erhalten werden, wie in **Fig. 5** beschrieben und in **Fig. 2** und **Fig. 3** veranschaulicht. Wie bei **1202** angegeben, können zudem Metadaten für das Bild oder die Bilder erhalten werden, die Informationen dazu einschließen, wie die Bilddaten aus einem höheren Dynamikbereich einem geringeren Dynamikbereich zugeordnet wurden. Wie bei **1204** angegeben, kann eine inverse Abbildungstechnik gemäß den Metadaten auf das Bild oder die Bilder angewandt werden, um Bilddaten mit einem höheren Dynamikbereich wiederherzustellen, wie sie durch den Sensor erfasst wurden.

[0047] **Fig. 7** ist gemäß manchen Ausführungsformen ein übergeordneter Ablaufplan eines Verfahrens, das in einer Video-Pipeline implementiert werden kann, die HDR-Anzeigen unterstützt und mit SDR-Anzeigen abwärtskompatibel ist. Wie bei **1300** veranschaulicht, kann eine Kamera/ein Sensor ein oder mehr Bilder mit einem hohen Dynamikbereich erfassen. Wie bei **1302** angegeben, können Bilddaten mit einem geringeren Dynamikbereich aus den erfassten Bilddaten, zum Beispiel unter Verwendung einer Abbildungstechnik, wie beispielsweise einer Tonabbildungstechnik, erzeugt werden. Wie bei **1304** veranschaulicht, können Informationen, die verwendet werden, um die Bilddaten mit einem geringeren Dynamikbereich zu erzeugen, als Metadaten mit den Bilddaten festgehalten werden. Die Bilddaten und/oder die Metadaten können komprimiert werden.

[0048] Bei **1306** können die Bilddaten einer Anzeige-Pipeline bereitgestellt werden. Wenn die Zielanzeige HDR-Bildverarbeitung unterstützt, können das Bild oder die Bilder mit geringerem Dynamikbereich der Anzeige-Pipeline bereitgestellt werden, wie bei **1310** angegeben. Zusätzlich können auch Metadaten für das Bild oder die Bilder bereitgestellt werden, die Informationen dazu einschließen, wie die Bilddaten aus einem höheren Dynamikbereich einem geringeren Dynamikbereich zugeordnet wurden, wie bei **1312** angegeben. Wie bei **1314** angegeben, kann eine inverse Abbildungstechnik gemäß den Metadaten

auf das Bild oder die Bilder angewandt werden, um Bilddaten mit einem höheren Dynamikbereich zu rendern, wie sie durch den Sensor erfasst wurden.

[0049] Wenn bei **1306** die Zielanzeige HDR-Bildverarbeitung nicht unterstützt, können das Bild oder die Bilder mit geringerem Dynamikbereich der Anzeige-Pipeline bereitgestellt werden, wie bei **1320** angegeben. Die Metadaten werden jedoch unter Umständen nicht bereitgestellt. Die Anzeige-Pipeline kann dann SDR-Bilddaten aus den bereitgestellten Bilddaten rendern und anzeigen, wie bei **1322** angegeben. Eine inverse Abbildung zum Wiederherstellen von Bilddaten mit höherem Dynamikbereich wird nicht durchgeführt, da die Anzeige HDR-Bildverarbeitung nicht unterstützt.

[0050] In manchen Ausführungsformen der Verfahren von **Fig. 5** bis **Fig. 7** können zusätzlich zu Tonabbildungsinformationen Informationen, die beim Durchführen einer Farbskala-Abbildung verwendet werden, durch die Sensor-Pipeline in den Metadaten festgehalten werden und durch die Anzeige-Pipeline verwendet werden, um eine breitere Farbskala (WCG) für Anzeigen wiederherzustellen, die WCG-Bildverarbeitung unterstützen. In manchen Ausführungsformen kann die Sensor-Pipeline Bilddaten in einer Zwischenfarbskala erzeugen, die eine Anzeige-Pipeline gemäß den Metadaten einer geringeren Anzeigefarbskala abbilden kann, die durch eine entsprechende Anzeige unterstützt wird.

[0051] Elemente der Verfahren von **Fig. 5** bis **Fig. 7** werden nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 2** bis **Fig. 4** weiter beschrieben.

[0052] **Fig. 2** veranschaulicht gemäß manchen Ausführungsformen eine Beispiel-Video-Pipeline **200**, die durch einen Sensor erfasste HDR-Bilddaten verarbeiten und sowohl Standarddynamikbereich-Bilddaten (SDR-Bilddaten) nicht HDR-fähigen Anzeigevorrichtungen als auch Hochdynamikbereich-Bilddaten (HDR-Bilddaten) HDR-fähigen Anzeigevorrichtungen bereitstellen kann. Unter Verwendung der Video-Pipeline **200** von **Fig. 2** werden komprimierte SDR-Bilddaten **250** von einer Sensor-Pipeline **210** zu einer Anzeige-Pipeline **260** für eine Anzeige, die HDR unterstützt, oder für eine Anzeige, die HDR nicht unterstützt, geleitet. Um HDR-fähige Anzeigevorrichtungen zu unterstützen, können auch Metadaten **232A**, welche die durch die Sensor-Pipeline **210** durchgeführte Verarbeitung beschreiben, an die Anzeige-Pipeline **260** geleitet werden. Die Metadaten **232A** können es erlauben, dass vieles, wenn nicht alles, von tonalem Bereich, Farbe und/oder Luminanz, was ursprünglich durch den Sensor erfasst wurde, jedoch durch die durch die Sensor-Pipeline **210** durchgeführte HDR-SDR-Umwandlung entfernt wurde, durch die Anzeige-Pipeline **260** wiederhergestellt und gerendert und auf einer HDR-fähigen Zielanzeigevor-

richtung betrachtet wird. Für nicht HDR-fähige Anzeigevorrichtungen können die SDR-Bilddaten **250** wie üblich durch die Anzeige-Pipeline **260**, zum Beispiel gemäß einer SDR-Verarbeitungstechnik, verarbeitet werden, wie für die Anzeige-Pipeline **160** in **Fig. 1** gezeigt.

[0053] Wie in **Fig. 2** gezeigt, kann in einem Abschnitt einer Sensor-Pipeline **210** einer Video-Pipeline **200** ein Kamerasensor Bilder oder Frames erfassen, die als HDR-Kamerasensor-RGB-Daten **220** gezeigt sind. Die Bilder können durch die Sensoren gemäß dem RGB-Farbmodell oder gemäß anderen Farbmodellen erfasst werden. Ein Bildsignalprozessor (ISP) **222** kann die erfassten Kamerasensor-RGB-Daten **220** verarbeiten, um lineare HDR-RGB-Bilddaten **224** als Ausgabe zu erzeugen. Ein Tonabbildungsmodul oder eine Tonabbildungskomponente kann eine Technik einer Tonabbildung **226** (z. B. eine lokale (LTM) und/oder globale (GTM) Tonabbildung) auf die linearen RGB-Bilddaten **224** anwenden, um die linearen HDR-RGB-Bilddaten **224** in SDR-„YUV Rec. 709“-Bilddaten **230A** umzuwandeln. **Fig. 4** veranschaulicht eine lokale Tonabbildungstechnik, die in manchen Ausführungsformen verwendet werden kann.

[0054] In manchen Ausführungsformen kann zusätzlich zum Verringern des Dynamikbereichs der Bilddaten die Anwendung der Technik einer Tonabbildung **226** zum Abschneiden von Farbwerten in den Bilddaten führen und somit die Farbskala des Bildes oder der Bilder schmälern. Zum mindest in manchen Fällen kann eine Farbskala-Abbildungstechnik auch auf die Bilddaten in der Sensor-Pipeline **210** (z. B. durch den ISP **222**) angewandt werden, um die Farben aus einem Farbraum (z. B. RGB) einem anderen (z. B. YUV) abzubilden, was zu einem Abschneiden der Farben in den verarbeiteten Bilddaten **230A** führen kann.

[0055] In der in **Fig. 2** gezeigten Video-Pipeline **200** dokumentiert die Sensor-Pipeline **210** Informationen, die verwendet werden, um die Tonabbildung **226** und/oder die Farbskala-Abbildung durchzuführen, als Metadaten **232A** und speichert,bettet sie ein oder ordnet die Metadaten anderweitig den SDR-YUV Rec. 709-Bilddaten **230A** zu. In manchen Ausführungsformen können die Metadaten **232A** zeitlich und/oder räumlich komprimiert werden. Die „YUV Rec. 709“-Bilddaten **230A** können komprimiert werden **234**. Die komprimierten „YUV Rec. 709“-Bilddaten **230A** und die Metadaten **232A** können als komprimierte „YUV Rec. 709“ + Metadaten **250** ausgegeben werden, die auf einer oder mehreren Anzeige-Pipelines **260** gespeichert, dorthin übertragen oder gesendet werden können.

[0056] Bei der Anzeige-Pipeline **260** können die komprimierten „YUV Rec. 709“ + Metadaten **250**

dekomprimiert werden **270**, um Metadaten **232B** und dekomprimierte SDR-„YUV Rec. 709“-Bilddaten **230B** zu erzeugen. Die Metadaten **232B** können dann durch ein inverses Tonabbildungsmodul oder eine inverse Tonabbildungskomponente der Anzeige-Pipeline **260** beim Durchführen einer inversen globalen und/oder lokalen Tonabbildungstechnik (TM-Technik) **276** an den SDR-„YUV Rec. 709“-Bilddaten **230B** verwendet werden, um HDR-Bilddaten **278** zu erzeugen. Die inverse Tonabbildungstechnik **276** stellt zumindest einen Abschnitt des tonalen Bereichs und der Luminanz wieder her, der durch die in der Sensor-Pipeline **210** angewandte Tonabbildungstechnik **226** verloren ging, oder rekonstruiert diesen.

[0057] In manchen Ausführungsformen kann auch eine Farbumwandlungstechnik auf die YUV-Daten angewandt werden, um in einen anderen Farbraum umzuwandeln, zum Beispiel in einem xRGB-Farbraum (erweiterten RGB-Farbraum). In manchen Ausführungsformen können die Metadaten **232B** auch Informationen einschließen, die verwendet werden, um eine Farbskala-Abbildung durchzuführen, und diese Informationen können verwendet werden, um einen Abschnitt oder den gesamten Farbskalabereich wiederherzustellen oder zu rekonstruieren, der bei der Farbskala-Abbildungsoperation in der Sensor-Pipeline **210** abgeschnitten wurde, wodurch somit eine breitere Farbskala für die HDR-Bilddaten **278** für die Anzeige bereitgestellt wird. Die xRGB-Bilddaten **278** können dann an eine Hardware und/oder Software zur Anzeigeverwaltung **280** einer HDR-fähigen Vorrichtung geleitet werden, welche die HDR-RGB-Bilddaten **282** zur Anzeige auf einem Zielfeld oder -bildschirm rendert.

[0058] Unter Verwendung der Sensor-Pipeline **210**, wie in **Fig. 2** gezeigt, können die SDR-„YUV Rec. 709“-Bilddaten **230** für Anzeigen, die HDR nicht unterstützen, dennoch an Anzeige-Pipelines geleitet werden, und die SDR-„YUV Rec. 709“-Bilddaten **230B** können dekomprimiert und verarbeitet werden, ohne die inverse Tonabbildungsoperation durchzuführen (wie z. B. für die Anzeige-Pipeline **160** in **Fig. 1** gezeigt), sodass die Bilddaten als normale SDR-Daten auf nicht SDR-fähigen Anzeigen angezeigt werden können. Somit arbeitet die Sensor-Pipeline **210**, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, um HDR-Bildverarbeitung für HDR-fähige Anzeigen bereitzustellen, während sie auch abwärtskompatibel mit Anzeigen ist, die HDR-Bildverarbeitung nicht unterstützen.

[0059] In manchen Ausführungsformen kann Handshaking zwischen der Sensor-Pipeline **210** und der Anzeige-Pipeline **260** oder zwischen der Anzeige-Pipeline **260** und einer anderen Quelle von SDR-„YUV Rec. 709“-Bilddaten **250** verwendet werden, sodass ein Dynamikbereich einer Zielanzeige ermittelt werden kann. Wenn die Zielanzeige HDR

nicht unterstützt, werden die komprimierten Metadaten **232A** unter Umständen nicht mit den komprimierten „YUV Rec. 709“-Bilddaten **230A** an die Anzeige-Pipeline **260** übertragen oder gesendet.

[0060] In manchen Ausführungsformen kann es sich in der Video-Pipeline, wie in **Fig. 2** gezeigt, bei der Sensor-Pipeline **210** und der Anzeige-Pipeline **260** um Komponenten einer selben Vorrichtungen oder eines selben Systems auf einem Chip (SOC) handeln, und die komprimierten SDR-„YUV Rec. 709“-Bilddaten **250** können zum Beispiel über einen Kommunikationsbus oder eine andere für die Vorrichtung lokale Verbindung übertragen werden. In manchen Ausführungsformen kann es sich bei der Sensor-Pipeline **210** und der Anzeige-Pipeline **260** stattdessen um Komponenten unterschiedlicher Vorrichtungen handeln, und die komprimierten SDR-„YUV Rec. 709“-Bilddaten **250** können über andere Medien, zum Beispiel über ein drahtgebundenes und/oder drahtloses Netzwerk oder eine Verbindung (z. B. eine USB-Verbindung), welche die Vorrichtungen koppelt, oder über ein Wechseldatenspeichermedium, wie beispielsweise einen USB-Stick, eine CD oder DVD, übertragen oder gesendet werden.

Lokale Tonabbildung

[0061] In manchen Ausführungsformen kann eine lokale Tonabbildungstechnik (LTM-Technik) in der Sensor-Pipeline **210** verwendet werden, bei der ein Bild in mehrere Regionen aufgeteilt wird, wobei jede Region ihre eigene Tonkurve besitzt. Die regionalen Tonkurven können parametrisiert und in den Metadaten **232A** gespeichert werden, die an die Anzeige-Pipeline **260** geleitet werden, sodass Ton/Luminanz in einer inversen LTM-Technik **276** bei Erzeugen der HDR-Bilddaten **278** aus den SDR-Eingabebilddaten **230B** und den in den Metadaten **232B** angegebenen lokalen Tonabbildungsinformationen wiederhergestellt werden können. In verschiedenen Ausführungsformen kann eine LTM-Technik im RGB-Farbraum oder im YUV-Farbraum durchgeführt werden; allgemeiner kann LTM, wie hierin beschrieben, in jedem Farbraum durchgeführt werden.

[0062] **Fig. 4** veranschaulicht gemäß manchen Ausführungsformen grafisch eine lokale Tonabbildungstechnik (LTM-Technik). Ausführungsformen der LTM-Technik können zum Beispiel in Ausführungsformen der Video-Pipelines, wie in **Fig. 1** bis **Fig. 3** veranschaulicht, verwendet werden. Ausführungsformen der LTM-Technik, wie hierin beschrieben, können jedoch in anderen Bild- oder Videoverarbeitungstechniken angewandt werden, in denen Tonabbildung verwendet wird.

[0063] Wie in **Fig. 4** gezeigt, kann bei einer in einer Sensor-Pipeline **210**, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, implementierten LTM-Technik ein Bild **400** in mehre-

re Regionen **402** mit einer für jede Region **402** des Bildes **400** angegebenen oder ermittelten Tonkurve **404** aufgeteilt werden. Obwohl **Fig. 4** das Bild **400** gleichmäßig in quadratische oder rechteckige Regionen **402** unterteilt zeigt, können in manchen Ausführungsformen Regionen **402** anderer Formen oder variierender Größen und/oder Formen verwendet werden.

[0064] Die Tonkurven **404** für die Regionen **402** können ähnlich sein, können sich aber zumindest leicht zwischen den Regionen **402** gemäß variierender Charakteristika, zum Beispiel Ton/Helligkeit, der Regionen **402** unterscheiden. Zum Beispiel kann in dunklen Regionen, wie beispielsweise einer Region **402A**, die Tonkurve **404A** die dunkle Fläche verstärken, um einen breiteren Bereich bereitzustellen. Für helle Regionen, wie beispielsweise eine Region **402B**, kann die Tonkurve **404B** unter Umständen diese nicht so sehr verstärken, um die hellsten Stellen beizubehalten.

[0065] Die für die Regionen **402** eines Bildes **400** ermittelten Tonkurven **404** können zum Beispiel als Metadaten **232**, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, parametrisiert und gespeichert und an eine Anzeige-Pipeline **260** geleitet oder dieser anderweitig bereitgestellt werden, sodass in einer inversen LTM-Technik **276** ein breiterer Bereich von Ton oder Luminanz wiederhergestellt werden kann, um in der Anzeige-Pipeline **260** die HDR-Bilddaten **278** aus den SDR-Eingabebilddaten **230B** zu erzeugen.

[0066] In manchen Ausführungsformen können zusätzliche Informationen als die Metadaten **232A** zur Verwendung bei der inversen LTM-Technik **276** der Anzeige-Pipeline **260** gespeichert werden. Zum Beispiel kann in manchen Ausführungsformen die LTM-Technik **226** mindestens manche Bilddatenwerte abschneiden, und die Metadaten **232A** können zusätzliche Informationen einschließen, die bei einem mindestens teilweisen Wiederherstellen der abgeschnittenen Werte verwendet werden können.

[0067] In manchen Ausführungsformen können auch beim Durchführen einer Farbskala-Abbildung in der Sensor-Pipeline **210** verwendete Informationen als Metadaten **232A** gespeichert und der Anzeige-Pipeline **260** bereitgestellt werden. Die Farbskala-Abbildungsinformationen können bei einer Bildrekonstruktion in der Anzeige-Pipeline **260** verwendet werden, um eine breitere Farbskala für die Anzeige wiederherzustellen.

[0068] In verschiedenen Ausführungsformen können die Tonabbildungsmetadaten **232A** räumlich (d. h. innerhalb eines Bildes **400** oder Frames) und/oder zeitlich (z. B. über zwei oder mehr Bilder **400** oder Frames hinweg) komprimiert werden. Zum Beispiel können sich innerhalb eines Bildes **400** die lokalen

Tonkurven **402** unter Umständen nicht viel zwischen benachbarten oder nahen Regionen **402** ändern, und somit können die Tonabbildungsmetadaten **232A** innerhalb des Bildes **400** (räumlich) komprimiert werden. Zusätzlich ändern sich die Tonkurven unter Umständen nicht viel zwischen denselben Regionen **402** in zwei oder mehr benachbarten Bildern **400** oder Frames, und somit können die Tonkurveninformationen in den Metadaten **232** (über zwei oder mehr Bilder **400** oder Frames hinweg) zeitlich komprimiert werden.

Anpassen einer Tonabbildung an die Anzeige

[0069] In manchen Ausführungsformen kann die durch eine Anzeige-Pipeline **260** angewandte inverse Tonabbildungstechnik **276** so eingestellt werden, dass sie mit dem Dynamikbereich einer Zielanzeige übereinstimmt. Der durch den Sensor erfasste Dynamikbereich kann zum Beispiel einen breiteren Bereich als den durch die Zielanzeige unterstützten Dynamikbereich abdecken, selbst wenn die Anzeige HDR-kompatibel ist. Somit kann in manchen Ausführungsformen die inverse Tonabbildungstechnik **276** der Anzeige-Pipeline **260** die mit den SDR-Bilddaten **230B** empfangenen Tonabbildungsmetadaten **232B** gemäß dem Dynamikbereich einer Zielanzeige modifizieren oder kann die auf die SDR-Bilddaten **230B** angewandte Tonabbildungstechnik **276** anderweitig modifizieren, um die HDR-Bilddaten **278** zu erzeugen, die mit dem Dynamikbereich der Zielanzeige übereinstimmen.

Umgebungsadaptive Tonabbildung

[0070] In manchen Ausführungsformen kann es sich bei der inversen Tonabbildungstechnik **276** der Anzeige-Pipeline um einen umgebungsadaptiven Prozess handeln, bei dem Informationen über Umgebungslicht, Abstand zu einem oder mehreren Beobachtern oder andere Umgebungs- oder Umfeldbedingungen bei der Zielanzeige erhalten werden können, z. B. unter Verwendung eines oder mehrerer Sensoren. Auf Grundlage der erhaltenen Umfeldinformationen kann die inverse Tonabbildungstechnik **276** dynamisch angepasst werden, indem zum Beispiel eine oder mehrere der Tonkurven **404**, wie in den Metadaten **232B** angegeben, für eine oder mehrere Regionen **402** der in der Anzeige-Pipeline **260** verarbeiteten Video-Frames modifiziert oder gewichtet werden. Wenn zum Beispiel erfasst wird, dass das Umgebungslicht bei der Anzeige hell ist (z. B. über einem festgelegten Schwellenwert), kann die inverse Tonabbildungstechnik **276** eine oder mehrere der Tonkurven **404**, wie in den Metadaten **232B** angegeben, anpassen, um ein helleres Bild **400** (oder hellere Regionen **402** innerhalb eines Bildes **400**) und/oder ein Bild **400** oder eine oder mehrere Regionen **402** mit mehr Kontrast zu erzeugen. Wenn erfasst wird, dass das Umgebungslicht bei der Anzeige ab-

gedunkelt ist (z. B. unter einem festgelegten Schwellenwert), kann die inverse Tonabbildungstechnik **276** eine oder mehrere der Tonkurven **404**, wie in den Metadaten **232B** angegeben, anpassen, um den Ton des Bildes **400** oder einer oder mehrerer Regionen **402** innerhalb des Bildes **400** herabzustufen oder abzudunkeln.

Inverse Tonabbildungsverfahren

[0071] Wie zuvor erwähnt, kann eine Anzeige-/Decodier-Pipeline eine inverse Tonabbildungstechnik anwenden, um zumindest einen Teil des hohen Dynamikbereichs der ursprünglichen Videodaten, wie in die Sensor-/Codier-Pipeline eingegeben, wiederherzustellen. In manchen Ausführungsformen kann die Tonabbildung ein Anwenden einer Übertragungsfunktion (z. B. einer elektrooptischen Übertragungsfunktion (EOTF)) auf mit einem höheren Dynamikbereich dargestellte Eingabevideodatenwerte gemäß einem ersten Farbraum (z. B. einem RGB-Farbraum) einbeziehen, um mit einem geringeren Dynamikbereich dargestellte Ausgabevideodaten gemäß einem zweiten Farbraum (z. B. einem YUV-Farbraum) zu erzeugen. Die Übertragungsfunktion kann der Tonkurve entsprechen (was als eine Übertragungskurve bezeichnet werden kann) und kann durch Metadaten als eine oder mehrere Übertragungsfunktionsparameterwerte dargestellt und darin gespeichert werden. In manchen Ausführungsformen kann die inverse Tonabbildungstechnik ein Anwenden einer Inversen der Übertragungsfunktion, wie in den Metadaten dargestellt, auf die dekomprimierten Videodaten einbeziehen, die aus der Sensor-/Codier-Pipeline erhalten werden.

Farbskalawiederherstellung

[0072] Wie zuvor erwähnt, kann in manchen Ausführungsformen zusätzlich zum Wiederherstellen von Tonabbildungsinformationen auf der Anzeigeseite unter Verwendung der Metadaten **232**, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, auch eine breitere Farbskala, wie durch einen Sensor erfasst, auf der Sensorseite **210** beibehalten und zumindest teilweise auf der Anzeigeseite **260** unter Verwendung der Metadaten **232** wiederhergestellt werden. In manchen Ausführungsformen kann die Sensor-Pipeline **210** Bilddaten mit geringerer Farbskala (z. B. die „YUV Rec. 709“-Bilddaten **230A**) aus Bilddaten mit breiterer Farbskala (z. B. die Kamerasensor-RGB-Bilddaten **220**), die durch einen Bildsensor einer der Sensor-Pipeline **210** zugeordneten Kamera erfasst wurden, unter Verwendung einer Farbskala-Abbildungstechnik erzeugen, die Farben aus dem breiteren Farbskalabereich eines Farbraums (z. B. des RGB-Farbraums) abschneiden kann, die in der geringeren Farbskala eines anderen Farbraums (z. B. des YUV-Farbraums) nicht verfügbar sind. In manchen Ausführungsformen können zusätzlich zu Tonabbildungsinformationen Informa-

tionen, die beim Durchführen der Farbskala-Abbildung verwendet werden oder daraus stammen, in den Metadaten **232** festgehalten und durch die Anzeige-Pipeline **260** bei einer Bildrekonstruktion verwendet werden, um eine breitere Farbskala für Anzeigen wiederherzustellen, die WCG-Bildverarbeitung unterstützen, indem die abgeschnittenen Farben zumindest teilweise wiederhergestellt werden.

Bereitstellen von SDR-Video

[0073] **Fig. 3** veranschaulicht gemäß manchen Ausführungsformen eine Beispiel-Video-Pipeline, die Standarddynamikbereichsvideo (SDR-Video) aus Hochdynamikbereich-Quelleninhalt (HDR-Quelleninhalt) bereitstellt. In **Fig. 3** kann eine Video-Pipeline **300** Videodaten in unterschiedlichen Formaten erzeugen und ausgeben, indem Kamerasensor-RGB-Daten **320** codiert werden, um YUV-Bilddaten mit einer Bittiefe von $10+$ **330A** zur Ausgabe zu erzeugen, und indem die YUV-Bilddaten mit einer Bittiefe von $10+$ **330A** transcodiert werden, um sRGB-Rec. 709-Bilddaten **382** zur Ausgabe zu erzeugen.

[0074] Wie in **Fig. 3** gezeigt, kann in einer Video-Pipeline **300** ein Kamerasensor Bilder oder Frames erfassen, die als HDR-Kamerasensor-RGB-Daten **320** gezeigt sind. Ein Bildsignalprozessor (ISP) **322** kann die erfassten Kamerasensor-RGB-Daten **320** verarbeiten, um lineare HDR-RGB-Bilddaten **324** als Ausgabe zu erzeugen. Eine Tonabbildungstechnik **326** (z. B. eine lokale (LTM) und/oder globale (GTM) Tonabbildungstechnik, wie hierin beschrieben) kann auf die linearen RGB-Bilddaten **324** angewandt werden, um die linearen HDR-RGB-Bilddaten **324** in Standarddynamikbereich-Bilddaten (SDR-Bilddaten) im YUV-Farbraum umzuwandeln, die mit einer Bittiefe von 10 oder mehr Bits dargestellt werden (YUV-Bilddaten mit einer Bittiefe von $10+$ **330A**). In manchen Ausführungsformen kann eine Farbskala-Abbildung auf die Bilddaten angewandt werden, um die Farben aus einem Farbraum (z. B. RGB) einem anderen (z. B. YUV) abzubilden. Die YUV-Bilddaten mit einer Bittiefe von $10+$ **330A** können komprimiert werden **334**. Die Video-Pipeline **300** kann Informationen, die verwendet werden, um die Tonabbildung **326** und/oder Farbskala-Abbildung durchzuführen, als Metadaten **332A** festhalten. Die komprimierten YUV-Bilddaten mit einer Bittiefe von $10+$ **330A** und die Metadaten **332A** können zum Beispiel über ein Netzwerk **350** an eine oder mehrere Zielvorrichtungen ausgetragen werden. Bei einer Zielvorrichtung können die YUV-Bilddaten mit einer Bittiefe von $10+$ **330A** dekomprimiert und verarbeitet werden, und die Metadaten **332** können bei einer inversen Tonabbildungstechnik und/oder Farbskala-Abbildungstechnik verwendet werden, um mindestens einen Teil des Dynamikbereichs und/oder der Farbe für HDR-fähige Anzeigen wiederherzustellen.

[0075] In manchen Ausführungsformen können die komprimierten YUV-Bilddaten mit einer Bittiefe von 10+ **330A** und die Metadaten **332A** stattdessen oder zudem auf einem Transcodierpfad **340** zum Beispiel über ein Netzwerk **350** an eine oder mehrere Zielvorrichtungen gesendet werden, um in „YUV Rect. 709“-Bilddaten **382** zur Ausgabe transcodiert zu werden. Auf dem Transcodierpfad **340** können die komprimierten YUV-Bilddaten mit einer Bittiefe von 10+ **330A** dekomprimiert werden **370**, um komprimierte YUV-Bilddaten mit einer Bittiefe von 10+ **330B** zu erzeugen. Die Metadaten **332B** können beim Durchführen einer inversen globalen und/oder lokalen Tonabbildungs- und Farbumwandlungsoperation **376** an den Bilddaten **330B** verwendet werden, um HDR-Bilddaten **378** zu erzeugen. Die inverse Operation **376** kann zumindest einen Abschnitt der Luminanz und/oder Farbe in den Bilddaten **378** gemäß den Metadaten **332B** wiederherstellen oder rekonstruieren. Eine weitere globale und/oder lokale Tonabbildungsoperation **380** kann dann auf die HDR-Bilddaten **378** angewandt werden, um sRGB-„Rec. 709“-Bilddaten **382** zur Ausgabe zum Beispiel über ein Netzwerk **350** an eine oder mehrere Zielvorrichtungen zu erzeugen.

[0076] In manchen Ausführungsformen werden die Metadaten **332B** unter Umständen nicht an den Transcodierpfad **340** gesendet. In manchen Ausführungsformen kann statt des Anwenden einer inversen globalen und/oder lokalen Tonabbildungs- und Farbumwandlungsoperation **376** an den dekomprimierten Bilddaten **330B**, um die HDR-Bilddaten **378** zu erzeugen, und anschließenden Anwenden einer weiteren Tonabbildungsoperation **380**, um die HDR-Bilddaten **378** in „Rec. 709“-Bilddaten **382** umzuwandeln, der Transcodierpfad **340** eine Tonabbildungs- und Farbumwandlungstechnik direkt auf die dekomprimierten Bilddaten **330B** anwenden, um die „Rec. 709“-Bilddaten **382** direkt aus den Bilddaten **330B** zu erzeugen. In manchen Ausführungsformen kann „Digital Cinema Initiatives (DCI) P3“ anstatt „Rec. 709“ als eine Basisschicht verwendet werden. In verschiedenen Ausführungsformen kann die Tonabbildung **326** im RGB-Farbraum oder im YUV-Farbraum oder in anderen Farträumen durchgeführt werden, falls verfügbar.

Codierer/Decodierer-Beispielimplementierung

[0077] Beispieldurchführungsformen von Videoanzeige- und Videowiedergabeverfahren und Einrichtungen zum Unterstützen von Hochdynamikbereich-(HDR) und Breitfarbskala-Videoverarbeitung (WCG), -Wiederherstellung und -Anzeige werden beschrieben. Insbesondere werden Ausführungsformen von Verfahren und Einrichtungen zum Abbilden von Video zu Zielanzeigefeldern unter Verwendung von Codierern und Decodierern beschrieben. In manchen Ausführungsformen kann mindestens ein Teil der Funktionalität, wie hierin beschrieben, durch ei-

ne oder mehrere Komponenten oder Module eines Systems auf einem Chip (SOC) implementiert werden, das in Vorrichtungen einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf, Multifunktionsvorrichtungen, Smartphones, Pad- oder Tablet-Vorrichtungen und anderen tragbaren Rechenvorrichtungen, wie beispielsweise Laptop-, Notebook, und Netbook-Computern, verwendet werden kann. **Fig. 10** veranschaulicht ein Beispiel-SOC, und **Fig. 11** veranschaulicht eine Beispieldurchführung, auf der ein SOC implementiert ist.

[0078] In den Verfahren und Einrichtungen, wie in **Fig. 8** und **Fig. 9** veranschaulicht, wird eine Abbildung zu einem Zielanzeigefeld zumindest zum Teil auf der Decodiererseite durchgeführt, wobei Skala-Abbildungsmetadaten, die auf der Codiererseite erzeugt und an eine Komponente auf der Decodiererseite geleitet werden, beim Wiederherstellen von WCG-Videoinhalt verwendet werden. In manchen Ausführungsformen können die Verfahren und Einrichtungen von **Fig. 8** und **Fig. 9** zudem die Verfahren, wie in **Fig. 2** bis **Fig. 7** gezeigt, einschließen oder implementieren, um Anzeigevorrichtungen sowohl Standarddynamikbereich-Versionen (SDR-Versionen) als auch Hochdynamikbereich-Versionen (HDR-Versionen) von Video aus einer HDR-Videoquelle bereitzustellen.

[0079] **Fig. 9** ist gemäß manchen Ausführungsformen ein Ablaufplan eines Videowiedergabeverfahrens, in dem ein Codierer Ausgabedaten in einer Zwischenfarbskala erzeugt, und in dem durch einen Decodierer ein Abbilden zu einer Anzeigefarbskala gemäß durch den Codierer erzeugter Metadaten durchgeführt wird. Unter Bezugnahme auf **Fig. 9**, wie bei **1450** angegeben, ordnet eine Codier-Pipeline Videoinhalt aus einer Breitfarbskala einer Zwischenfarbskala zu. Bei diesem Zwischenfarbskala handelt es sich nicht notwendigerweise um die Gesamtbereichsskala des Quelleninhaltes auf der Codierseite, sondern um eine Farbskala, die zwischen der Gesamtbereichsskala und der Farbskala einer oder mehrerer Zielanzeigen liegen kann. In manchen Ausführungsformen wird die Zwischenfarbskala mit einer Bittiefe (z. B. 10 Bit) dargestellt, die mit einer typischen Bittiefe von Codierer-/Decodierer-Hardware kompatibel ist. Wie bei **1452** in **Fig. 9** angegeben, codiert die Codier-Pipeline dann den Videoinhalt gemäß einem komprimierten Videoformat, zum Beispiel dem H.264/AVC-Format. Das Codieren der Videodaten kann ein Umwandeln der Videodaten von einem Farbraum in einen anderen Farbraum einbeziehen, zum Beispiel von einem „CIE 1931 XYZ“-Farbraum in einen „YUV Rec. 709“-Farbraum. Wie bei **1454** in **Fig. 9** angegeben, hält die Codier-Pipeline Metadaten fest, die zumindest die Farbskala-Abbildung beschreiben, die durchgeführt wurde.

[0080] Wie bei **1456** in **Fig. 9** angegeben, können eine oder mehrere Pipelines jeweils den codierten Vi-

deoinhalt und die Metadaten erhalten. Wie bei **1458** in **Fig. 9** angegeben, decodiert jede Decodier-Pipeline den codierten Videoinhalt, um decodierten (unkomprimierten) Videoinhalt mit der Zwischenfarbskala zu erzeugen. Das Decodieren der Videodaten kann ein Umwandeln der Videodaten von einem Farbraum in einen anderen Farbraum einbeziehen, zum Beispiel von YUV in XYZ. Wie bei **1460** angegeben, ordnet dann jede Decodier-Pipeline den decodierten Videoinhalt gemäß den Metadaten aus der Zwischenfarbskala der Farbskala eines entsprechenden Zielanzeigefeldes zu. Das Abbilden der Videodaten kann ein Umwandeln der Videodaten von einem Farbraum in einen anderen Farbraum einbeziehen, zum Beispiel von XYZ- in einen YCC- oder YUV-Farbraum. Der decodierte Videoinhalt kann weiter verarbeitet und dem entsprechenden Anzeigefeld zur Anzeige bereitgestellt werden. Elemente des Verfahrens von **Fig. 9** werden nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 8** weiter beschrieben.

[0081] **Fig. 8** veranschaulicht gemäß manchen Ausführungsformen ein Beispielvideowiedergabesystem, in dem ein Codierer Ausgabedaten in einer Zwischenfarbskala erzeugt, und in dem ein Abbilden zu einer Anzeigefarbskala auf der Decoder-/Anzeigeseite unter Verwendung von durch den Codierer erzeugten Metadaten durchgeführt wird. Das Beispiel-Videowiedergabeverfahren und -system kann H.264/AVC-Codieren in eine breitere oder Zwischenfarbskala mit decodiererseitigem Abbilden zur Anzeigefarbskala zur Verbreitung an Anzeigen einbeziehen.

[0082] **Fig. 8** zeigt ein Modul oder eine Pipeline zum Codieren **800**, das oder die eine oder mehrere Komponenten einschließt, und ein Modul oder eine Pipeline zum Decodieren **850**, das oder die eine oder mehrere Komponenten einschließt. In manchen Ausführungsformen kann eines oder beides vom Codieren **800** und Decodieren **850** auf einem SOC implementiert sein. In manchen Ausführungsformen kann das Codieren **800** und Decodieren **850** auf derselben Vorrichtung und/oder auf demselben SOC implementiert sein. In manchen Ausführungsformen kann das Codieren **800** und Decodieren **850** auf unterschiedlichen Vorrichtung oder SOCs implementiert sein. In manchen Ausführungsformen können eine oder mehrere Pipelines zum Codieren **800** auf einer Vorrichtung oder einem System implementiert sein; die Pipelines zum Codieren **800** können konfiguriert sein, Video zu codieren und an eine oder mehrere Zielvorrichtungen oder -systeme zu streamen, die jeweils mindestens eine Pipeline zum Decodieren **850** implementieren.

[0083] In dieser Ausführungsform wird eine Farbskala-Abbildung mindestens zum Teil auf der Seite des Decodierens **850** durchgeführt, wobei ein videocodierter Stream (VES) **810** in eine breite Farbskala (WCG) und Skala-Abbildungsmetadaten **820** auf der

Seite des Codierens **800** erzeugt und an eine Komponente auf der Seite des Decodierens **850** (z. B. an eine ISP-Farb-Pipe **854** oder alternativ dazu an eine GPU) zur Verwendung in Skala-Abbildungsoperationen auf Seite des Decodierens **850** geleitet wird. Der Eingabevideoinhalt kann zum Beispiel im (linearen) „CIE 1931“-XYZ-Farbraum mit einer Bittiefe von 16 Bit codiert sein. Eine Abbildungskomponente **802** kann eine Operation einer elektrooptischen Übertragungsfunktion (EOTF) mit 10 Bit auf das lineare XYZ-Eingabevideo anwenden, um die 16-Bit-Eingabedaten zu 10-Bit-Protokoll-XYZ-Videodaten abzubilden. In manchen Ausführungsformen kann es sich bei der EOTF um eine Übertragungsfunktion handeln, die einen Farbraum abbildet, der breit genug ist, um eine Übertragung zu allen Zielanzeigefeld-Farträumen vorzunehmen. Die Abbildungskomponente **802** kann auch Metadaten **820** erzeugen, welche die Abbildungsoperation beschreiben. Eine H.264-Codiererkomponente **804** codiert die 10-Bit-Protokoll-XYZ-Videodaten, um komprimiertes H.264-Video mit breiter Farbskala (WCG) **810** mit einer Bittiefe von 10 Bit zu erzeugen.

[0084] Beim Decodieren **850** decodiert eine H.264-Decodierkomponente **852** das komprimierte H.264-Video **810**, um 10-Bit-Daten im XYZ-Farbraum zu erzeugen. Eine Farb-Pipe eines Bildsignalprozessors (ISP) **854** oder alternativ dazu eine Grafikprozessor-einheit (GPU) kann dann verwendet werden, um gemäß den Metadaten **820** eine Skala-Abbildung aus dem WCG der 10-Bit-XYZ-Daten zu einer Anzeigeskala durchzuführen. Der ISP **854** kann 10-Bit-Daten in einem YCC-Farbraum erzeugen. Eine Superauflösungstechnik **856** kann an den Daten durchgeführt werden, und die 10-Bit-YCC-Daten können dann an eine Anzeige-Pipe **858** zum Verarbeiten in Anzeigeausgabedaten, zum Beispiel 10-Bit-RGB-Daten, mit der Farbskala der Anzeige geleitet werden.

[0085] In dieser Ausführungsform erfolgt das Codieren in eine breitere Farbskala, der in eine durch Codierer-/Decodierer-Hardware unterstützte Bittiefe (z. B. 10 Bit) passt, und die Metadaten **820** werden an das Decodieren **850** geleitet, um in einer Farbskala-Abbildung zu einer Anzeigeskala verwendet zu werden. **Fig. 8** zeigt Operationen auf der Seite des Decodierens **850**, um die vorhandenen Komponenten eines SOC einsetzen können, wie beispielsweise einen H.264-Decodierer, eine ISP-Farb-Pipe und eine Anzeige-Pipe. Das Decodieren kann mit einer Bittiefe von 10 Bit durchgeführt werden, und eine Umwandlung in die Farbskala der Anzeige kann unter Verwendung der Informationen der Metadaten **820** durchgeführt werden, die beschreiben, wie die Skala-Abbildung erfolgen sollte, die von der Seite des Codierens **800** empfangen werden.

[0086] In **Fig. 8** wird ein Teil der, jedoch nicht die gesamte Farbskala-Verarbeitung auf der Seite der Wie-

dergabe/des Decodieren **850** anstatt auf der Seite des Servers/des Codierens **800** durchgeführt. Statt einer Abbildung direkt in die Zielanzeige-Farbskala auf der Seite des Codierens **800** wird der Inhalt in einer Zwischenfarbskala zugeordnet. Diese Zwischenfarbskala ist nicht notwendigerweise die Gesamtbereichsskala des Quelleninhaltes auf der Seite des Codierens **800**, sondern eine Farbskala, die zwischen der Gesamtbereichsfarbskala und der Anzeigefarbskala liegen kann, die in 10-Bit passen kann, und die es erlaubt, dass vorhandene Hardware zum Decodieren **850**, die bis zu 10-Bit-Decodieren unterstützen kann, verwendet werden kann. Beim Decodieren **850** können die Metadaten **820** verwendet werden, um eine Abbildung zur Skala des Zielfeldes/der Zielanzeige durchzuführen. In manchen Ausführungsformen kann diese Abbildung in zwei Schritten durchgeführt werden. Als ein erster Schritt wird der Eingabevideoinhalt **810** gemäß den Metadaten **820** zurück zur ursprünglichen breiteren Farbskala zugeordnet. Dieser rückzugeordnete Inhalt wird dann die Skala der Anzeige nach unten zugeordnet. In manchen Ausführungsformen kann die Skala-Abbildung der Seite der Wiedergabe/des Decodierens **850** auf, durch oder in einer Bildsignalprozessor-Farb-Pipe (ISP-Farb-Pipe) **854** durchgeführt werden, die zum Beispiel eine Gammakorrektur, Farbraumumwandlung usw. durchführen kann. In manchen Ausführungsformen können eine oder mehrere Komponenten der ISP-Farb-Pipe **854** (z. B. 3D-Farbnachschatgetabellen (CLUTS)) beim Durchführen der Skala-Abbildung verwendet werden. Die Skala-Abbildung der Wiedergabe/des Decodierens **850** kann stattdessen oder zusätzlich durch oder in einer oder mehreren GPUs durchgeführt werden.

[0087] Ausführungsformen einer Pipeline zum Decodieren **850**, wie in **Fig. 8** gezeigt, können unter Verwendung einer Decodiererkomponente **852** ein anfängliches Decodieren mit 10-Bit-Daten durchführen und mindestens einen Teil der Farbskala auf Grundlage der vom Codieren **800** kommend empfangenen Metadaten **820** entweder in einer ISP-Farb-Pipe **854** oder in einer GPU wiederherstellen. Das Codieren **800** erzeugt einen codierten Ausgabevideo-Stream **810** mit einer breiteren Zwischenfarbskala, der versuchen kann, einen Bereich einer oder mehrerer Anzeigeskalen zu erfassen, auf die der Video-Stream **810** gerichtet sein könnte. Die durch das Codieren **800** erzeugten und an einen oder mehrere Decodierer **850** geleiteten Metadaten **820** definieren, wie aus der Zwischenfarbskala des Ausgabe-Streams **810** eine Abbildung zu der potenziell schmaleren Anzeigeskala vorzunehmen ist. In manchen Ausführungsformen können die Metadaten **820** eine oder mehrere Nachschlagetabellen (z. B. CLUTS) referenzieren oder eine Abbildung in diese vornehmen, die definieren, wie eine Abbildung aus und zu unterschiedlichen Farbskalen vorzunehmen ist. Zum Beispiel können eine oder mehrere durch die Metadaten **820** refe-

renzierten Nachschlagetabellen durch eine ISP-Farb-Pipe **854** oder eine andere Komponente des Decodierens **850** verwendet werden, um eine Abbildung zu einer „Rec. 709“-Skala, einer „P3 DCI D65“, einer „Rec. 2020“-Skala und so weiter vorzunehmen. Alternativ dazu können die Metadaten **820** Gleichungen und/oder Parameter (z. B. Parameter zum Konfigurieren einer Anzeige-Pipe **858**, einer ISP-Farb-Pipe **854** und/oder einer oder mehrerer GPUs) zum Durchführen der decodiererseitigen Skala-Abbildung einschließen.

[0088] In manchen Ausführungsformen können die Metadaten **820** zudem Informationen einschließen, die in einer Tonabbildungstechnik (z. B. einer lokalen (LTM) und/oder globalen (GTM) Tonabbildungstechnik) verwendet werden, die durch das Codieren **800** (z. B. durch die Komponente der Abbildung **802**) angewandt wird, um die Eingabevideodata einem Dynamikbereich des Ausgabe-Daten-Streams **810** abzubilden. Die Metadaten **820** können dann durch eine inverse Tonabbildungstechnik in der Pipeline des Decodierens **850** verwendet werden, um zumindest manchen Dynamikbereich wiederherzustellen, der in der durch das Codieren **800** angewandten Tonabbildung abgeschnitten worden sein kann. In manchen Ausführungsformen kann ein Tonabbildungsmodul oder eine Tonabbildungskomponente einer ISP-Farb-Pipe zur Tonabbildung auf der Seite des Codierens **800** und/oder Decodierens **850** verwendet werden. In manchen Ausführungsformen kann eine 3D-Farbnachschatgetabelle (CLUT) der ISP-Farb-Pipe für eine globale und/oder lokale Tonabbildung und für eine Skala-Abbildung verwendet werden.

[0089] Es ist zu beachten, dass die verschiedenen, in **Fig. 8** gezeigten Videoformate, Farträume und so weiter nur in beispielhafter Weise gegeben werden und nicht einschränkend beabsichtigt sind. Zum Beispiel können andere Farträume als „CIE 1931 XYZ“ für Eingabevideo verwendet werden. Als ein weiteres Beispiel kann in manchen Ausführungsformen ein Codieren und Decodieren gemäß dem „H.265 High Efficiency Video Coding(HEVC)“-Format anstatt dem H.264/AVC-Format verwendet werden.

Beispielvorrichtungen und -einrichtungen

[0090] **Fig. 10** bis **Fig. 14** zeigen nicht-einschränkende Beispiele von Vorrichtungen und Einrichtungen, in oder mit denen Ausführungsformen oder Komponenten der verschiedenen Verfahren und Einrichtungen zum Verarbeiten und Anzeigen von digitalem Video oder Bildern, wie hierin beschrieben, implementiert werden können. **Fig. 10** veranschaulicht ein Beispiel-SOC, und **Fig. 11** veranschaulicht eine Beispielvorrichtung, auf der ein SOC implementiert ist. **Fig. 12** veranschaulicht ein Beispielcomputersystem, auf dem die hierin beschriebenen Verfahren und Einrichtungen implementiert sein können. **Fig. 13** und

Fig. 14 veranschaulichen Beispieldatumsysteme, auf welchen die hierin beschriebenen Verfahren und Einrichtungen implementiert sein können.

Beispielsystem auf einem Chip (SOC)

[0091] Unter Hinwendung zu **Fig. 10** ein Blockdiagramm einer bestimmten Ausführungsform eines Systems auf einem Chip (SOC) **8000**, das in Ausführungsformen verwendet werden kann. Das SOC **8000** ist mit einem Speicher **8800** gekoppelt gezeigt. Wie durch den Namen impliziert, können die Komponenten des SOC **8000** auf einem einzigen Halbleitersubstrat als ein „Chip“ einer integrierten Schaltung integriert sein. In manchen Ausführungsformen können die Komponenten auf zwei oder mehr separaten Chips in einem System implementiert sein. Das SOC **8000** wird jedoch hierin als ein Beispiel verwendet. In der veranschaulichten Ausführungsform schließen die Komponenten des SOC **8000** einen Komplex einer Zentraleinheit (CPU) **8020**, chipinterne Peripheriekomponenten **8040A** bis **8040C** (kürzer „Peripherieeinheiten“), eine Speichersteuereinheit (MC) **8030** und eine Kommunikationsstruktur **8010** ein. Die Komponenten **8020**, **8030**, **8040A** bis **8040C** können alle mit der Kommunikationsstruktur **8010** gekoppelt sein. Die Speichersteuereinheit **8030** kann während der Verwendung mit dem Speicher **8800** gekoppelt sein, und die Peripherieeinheit **8040B** kann während der Verwendung mit einer externen Schnittstelle **8900** gekoppelt sein. In der veranschaulichten Ausführungsform schließt der CPU-Komplex **8020** einen oder mehrere Prozessoren (P) **8024** und einen Cache der Ebene zwei (L2) **8022** ein.

[0092] Die Peripherieeinheiten **8040A** bis **8040B** können jeder beliebige Satz zusätzlicher Hardware-Funktionalität sein, die im SOC **8000** eingeschlossen ist. Zum Beispiel können die Peripherieeinheiten **8040A** bis **8040B** Videoperipherieeinheiten, wie beispielsweise einen Bildsignalprozessor, der konfiguriert ist, Bilderfassungsdaten aus einer Kamera oder einem anderen Bildsensor zu verarbeiten, Anzeigesteuereinheiten, die konfiguriert sind, Videodaten auf einer oder mehreren Anzeigevorrichtungen anzuzeigen, Grafikverarbeitungseinheiten (GPUs), Video-Codierer/Decodierer oder Codecs, Skalierer, Dreher, Mischer usw. einschließen. Die Peripherieeinheiten können Audioperipherieeinheiten, wie beispielsweise Mikrofone, Lautsprecher, Schnittstellen zu Mikrofonen und Lautsprechern, Audioprozessoren, digitale Signalprozessoren, Mixer usw. einschließen. Die Peripherieeinheiten können periphere Schnittstellensteuereinheiten für verschiedene Schnittstellen **8900** einschließen, die für das SOC **8000** extern sind (z. B. die Peripherieeinheit **8040B**), einschließlich Schnittstellen wie „Universal Serial Bus“ (USB), „Peripheral Component Interconnect“ (PCI) einschließlich PCI Express (PCIe), serielle und parallele Anschlüsse usw. Die Peripherieeinheiten können Netz-

werkperipherieeinheiten, wie beispielsweise „Media Access Controller“ (MACs) einschließen. Jeder beliebige Satz von Hardware kann eingeschlossen sein.

[0093] Der CPU-Komplex **8020** kann einen oder mehrere CPU-Prozessoren **8024** einschließen, die als die CPU des SOC **8000** dienen. Die CPU des Systems schließt den einen oder die mehreren Prozessoren ein, welche die Hauptsteueroftware des Systems, wie beispielsweise ein Betriebssystem, ausführen. Allgemein kann durch die CPU während der Verwendung ausgeführte Software die anderen Komponenten des Systems steuern, um die gewünschte Funktionalität des Systems zu verwirklichen. Die Prozessoren **8024** können auch andere Software ausführen, wie beispielsweise Anwendungsprogramme. Die Anwendungsprogramme können Benutzerfunktionalität bereitstellen und können zur Steuerung von Vorrichtungen niedriger Ebene auf dem Betriebssystem beruhen. Dementsprechend können die Prozessoren **8024** auch als Anwendungsprozessoren bezeichnet werden. Der CPU-Komplex **8020** kann ferner weitere Hardware, wie beispielsweise den L2-Cache **8022** und/oder eine Schnittstelle zu den anderen Komponenten des Systems (z. B. eine Schnittstelle zur Kommunikationsstruktur **8010**), einschließen. Allgemein kann ein Prozessor jede beliebige Schaltlogik und oder jeden beliebigen Mikrocode einschließen, die oder der konfiguriert ist, Anweisungen auszuführen, die in einer durch den Prozessor implementierten Anweisungssatzarchitektur definiert sind. Die Anweisungen und Daten, an denen durch den Prozessor als Reaktion auf ein Ausführen der Anweisungen gearbeitet wird, können allgemein im Speicher **8800** gespeichert werden, obwohl bestimmte Anweisungen auch für einen direkten Prozessorzugriff auf Peripherieeinheiten definiert sein können. Prozessoren können Prozessorkerne, die auf einer integrierten Schaltung mit anderen Komponenten als ein System auf einem Chip (SOC **8000**) implementiert sind, oder andere Ebenen der Integration umfassen. Prozessoren können ferner diskrete Mikroprozessoren, Prozessorkerne und/oder Mikroprozessoren, die in Mehrfachchipmodul-Implementierungen integriert sind, Prozessoren, die als mehrere integrierte Schaltungen implementiert sind usw., umfassen.

[0094] Die Speichersteuereinheit **8030** kann allgemein die Schaltlogik zum Empfangen von Speicheroperationen von den anderen Komponenten des SOC **8000** und zum Zugreifen auf den Speicher **8800** einschließen, um die Speicheroperationen durchzuführen. Die Speichersteuereinheiten **8030** können konfiguriert sein, auf jeden beliebigen Typ von Speicher **8800** zuzugreifen. Zum Beispiel kann der Speicher **8800** ein statischer Speicher mit wahlfreiem Zugriff (SRAM), dynamischer RAM (DRAM), wie beispielsweise synchroner DRAM (SDRAM) einschließlich DRAM mit doppelter Datenübertragungsrate (DDR, DDR2, DDR3 usw.), sein. Versionen mit

geringer Leistung/mobile Versionen des DDR DRAN können unterstützt werden (z. B. LPDDR, mDDR usw.). Die Speichersteuereinheit **8030** kann Warteschlangen für Speicheroperationen, zum Ordnen (und potenziellen Umordnen) der Operationen und zum Vorlegen der Operationen für den Speicher **8800** einschließen. Die Speichersteuereinheit **8030** kann ferner Datenpuffer einschließen, um Schreibdaten, die auf das Schreiben in den Speicher warten, und Lesedaten, die auf die Ausgabe an die Quelle der Speicheroperation warten, zu speichern. In manchen Ausführungsformen kann die Speichersteuereinheit **8030** einen Speicher-Cache einschließen, um Speicherdaten zu speichern, auf die kürzlich zugegriffen wurde. In SOC-Implementierungen kann der Speicher-Cache zum Beispiel den Energieverbrauch im SOC verringern, indem ein erneuter Zugriff von Daten aus dem Speicher **8800** vermieden wird, wenn erwartet wird, dass bald erneut auf sie zugegriffen wird. In manchen Fällen kann der Speicher-Cache, im Gegensatz zu privaten Caches, wie beispielsweise dem L2-Cache **8022** oder Caches in den Prozessoren **8024**, die nur bestimmten Komponenten dienen, auch als ein System-Cache bezeichnet werden. Zusätzlich muss in manchen Ausführungsformen ein System-Cache nicht innerhalb der Speichersteuerungseinheit **8030** angeordnet sein.

[0095] In einer Ausführungsform kann der Speicher **8800** mit dem SOC **8000** in einer Chip-auf-Chip- oder Packung-auf-Packung-Konfiguration gepackt sein. Eine Mehrfachchipmodul-Konfiguration des SOC **8000** und des Speichers **8800** kann ebenfalls verwendet werden. Solche Konfiguration können (hinsichtlich der Datenbeobachtbarkeit) relativ sicherer sein als Übertragungen an andere Komponenten im System (z. B. an die Endpunkte **16A** bis **16B**). Dementsprechend können sich geschützte Daten unverschlüsselt im Speicher **8800** befinden, wohingegen die geschützten Daten für einen Austausch zwischen dem SOC **8000** und externen Endpunkten verschlüsselt werden können.

[0096] Die Kommunikationsstruktur **8010** kann jede beliebige Kommunikationsverbindung und jedes beliebige Protokoll zum Kommunizieren zwischen den Komponenten des SOC **8000** sein. Die Kommunikationsstruktur **8010** kann busgestützt sein, einschließlich gemeinsam genutzter Buskonfigurationen, Crossbar-Konfigurationen und hierarchischer Busse mit Brücken. Die Kommunikationsstruktur **8010** kann auch paketgestützt sein und kann hierarchisch mit Brücken, Crossbar, Punkt-zu-Punkt oder mit anderen Verbindungen ausgeführt sein.

[0097] Es wird festgehalten, dass die Anzahl von Komponenten des SOC **8000** (und die Anzahl von Teilkomponenten für die in Fig. 10 gezeigten, wie beispielsweise innerhalb des CPU-Komplexes **8020**) von Ausführungsform zu Ausführungsform variieren

kann. Es kann mehr oder weniger von jeder Komponente/Teilkomponente als die in Fig. 10 gezeigte Anzahl geben.

[0098] Fig. 11 ist ein Blockdiagramm einer bestimmten Ausführungsform eines Systems **9000**, das mindestens eine Instanz eines SOC **8000** einschließt, die mit einer oder mehreren externen Peripherieeinheiten **9020** und dem externen Speicher **8800** gekoppelt ist. Eine Energieverwaltungseinheit (PMU) **9010** wird bereitgestellt, die dem SOC **8000** die Versorgungsspannungen sowie dem Speicher **8800** und/oder den Peripherieeinheiten **9020** eine oder mehrere Versorgungsspannungen zuführt. In manchen Ausführungsformen kann mehr als eine Instanz des SOC **8000** eingeschlossen sein (und auch mehr als ein Speicher **8800** kann eingeschlossen sein).

[0099] Die Peripherieeinheiten **9020** können jede gewünschte Schaltlogik einschließen, abhängig vom Typ des Systems **9000**. Zum Beispiel kann es sich in einer bestimmten Ausführungsform bei dem System **9000** um eine mobile Vorrichtung (z. B. einen persönlichen digitalen Assistenten (PDA), ein Smartphone usw.) handeln, und die Peripherieeinheiten **9020** können Vorrichtungen für verschiedene Typen von drahtloser Kommunikation einschließen, wie beispielsweise WiFi, Bluetooth, Mobilfunk, globales Positionsbestimmungssystem usw. Die Peripherieeinheiten **9020** können auch zusätzlichen Datenspeicher einschließen, einschließlich RAM-Datenspeicher, Halbleiterdatenspeicher oder Plattendatenspeicher. Die Peripherieeinheiten **9020** können Benutzerschnittstellen-Vorrichtungen, wie beispielsweise einen Anzeigebildschirm, einschließlich Touchscreens oder Multitouchscreens, Tastatur- oder andere Eingabevorrichtungen, Mikrofone, Lautsprecher usw., einschließen. In anderen Ausführungsformen kann es sich bei dem System **9000** um einen beliebigen Typ von Rechensystem handeln (z. B. Desktop-PC, Laptop, Workstation, Nettop usw.).

[0100] Der externe Speicher **8800** kann jeden beliebigen Speichertyp einschließen. Zum Beispiel kann es sich bei dem externen Speicher **8800** um einen SRAM, dynamischen RAM (DRAN), wie beispielsweise synchronen DRAN (SDRAM), SDRAM mit doppelter Datenübertragungsrate (DDR, DDR2, DDR3 usw.), RAMBUS DRAM, Niedrigenergieversionen des DDR-DRAN (z. B. LPDDR, mDDS usw.) usw. handeln. Der externe Speicher **8800** kann ein oder mehrere Speichermodule einschließen, auf denen die Speichervorrichtungen gemountet sind, wie beispielsweise einzelreihige Speichermodule (SIMMs), zweireihige Speichermodule (DIMMs) usw. Alternativ dazu kann der externe Speicher **8800** eine oder mehrere Speichervorrichtungen einschließen, die auf dem SOC **8000** in einer Chip-auf-Chip- oder Packung-auf-Packung-Implementierung gemounted sind.

Beispielcomputersystem

[0101] Fig. 12 veranschaulicht ein Beispielcomputersystem **2900**, das konfiguriert sein kann, jede einzelne oder alle vorstehend beschriebenen Ausführungsformen auszuführen. In verschiedenen Ausführungsformen kann es sich bei dem Computersystem **2900** um einen von verschiedenen Typen von Vorrichtungen handeln, einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf, ein PC-System, einen Desktop-Computer, einen Laptop-, Notebook-, Tablet-, Slate-, Pad- oder Netbook-Computer, ein Großrechner-Computersystem, einen handgeführten Computer, eine Workstation, einen Netzwerkcomputer, eine Kamera, eine Settop-Box, eine mobile Vorrichtung, eine Unterhaltungsvorrichtung, einen Anwendungsserver, eine Datenspeichervorrichtung, eine Videorekordervorrichtung, eine Peripherieeinheit, wie beispielsweise einen Switch, ein Modem, einen Router, oder im Allgemeinen jeden Typ von Rechen- oder elektronischer Vorrichtung.

[0102] Verschiedene Ausführungsformen, wie hierin beschrieben, können in einem oder mehreren Computersystemen **2900** ausgeführt werden, die mit verschiedenen anderen Vorrichtungen wechselwirken können. Es ist zu beachten, dass gemäß verschiedenen Ausführungsformen jede Komponente, Aktion oder Funktionalität, die vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis Fig. 11 beschrieben ist, auf einem oder mehreren Computer implementiert werden kann, der als das Computersystem **2900** von Fig. 12 konfiguriert ist. In der dargestellten Ausführungsform weist das Computersystem **2900** einen oder mehrere Prozessoren **2910** auf die über eine Eingabe/Ausgabe-Schnittstelle (E/A-Schnittstelle) **2930** mit einem Systemspeicher **2920** gekoppelt sind. Das Computersystem **2900** schließt ferner eine mit der E/A-Schnittstelle **2930** gekoppelte Netzwerkschnittstelle **2940** und eine oder mehrere Eingabe/Ausgabe-Vorrichtungen oder -Komponenten **2950** ein, wie beispielsweise eine Cursor-Steuereinheit **2960**, eine Tastatur **2970**, eine oder mehrere Anzeigen **2980**, eine oder mehrere Kameras **2990** und einen oder mehrere Sensoren **2992** ein, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Lichtsensoren und Bewegungsdetektoren. In manchen Fällen kann in Betracht gezogen werden, dass Ausführungsformen unter Verwendung eines Einzelinstanz-Computersystems **2900** implementiert werden, während in anderen Ausführungsformen mehrere solcher Systeme oder mehrere Knoten, aus denen das Computersystem **2900** besteht, so konfiguriert sein können, dass sie verschiedene Abschnitte oder Instanzen von Ausführungsformen hosten. Zum Beispiel können in einer Ausführungsform manche Elemente über einen oder mehrere Knoten des Computersystems **2900** implementiert werden, die sich von den Knoten unterscheiden, die andere Elemente implementieren.

[0103] In verschiedenen Ausführungsformen kann das Computersystem **2900** ein Einzelprozessorsystem sein, das einen Prozessor **2910** enthält, oder ein Multiprozessorsystem, das mehrere Prozessoren **2910** (z. B. zwei, vier, acht oder eine geeignete Anzahl) enthält. Die Prozessoren **2910** können aus jedem geeigneten Prozessor bestehen, der in der Lage ist, Befehle auszuführen. Zum Beispiel können Prozessoren **2910** in verschiedenen Ausführungsformen Allzweck- oder eingebettete Prozessoren sein, die eine von einer Reihe verschiedener Befehlssatzarchitekturen (ISAs) implementieren, beispielsweise x86, PowerPC, SPARC oder MIPS ISAs, oder eine beliebige andere, geeignete ISA. In Multiprozessorsystemen kann jeder Prozessor **2910** die gleiche ISA implementieren wie die anderen, dies ist aber nicht notwendig.

[0104] Der Systemspeicher **2920** kann konfiguriert sein, Programmanweisungen **2922** und/oder Daten zu speichern, die für den Prozessor **2910** zugänglich sind. In verschiedenen Ausführungsformen kann der Systemspeicher **2920** unter Verwendung jeder geeigneten Speichertechnologie, wie als statischer Schreib-Lese-Speicher (SRAM), synchroner dynamischer RAM (SDRAM), nicht-flüchtiger/Flash-Speicher oder eine beliebige andere Art von Speicher implementiert werden. In der veranschaulichten Ausführungsform können die Programmanweisungen **2922** konfiguriert sein, jede hierin beschriebene Funktionalität zu implementieren. Zusätzlich kann der Speicher **2920** jede der hierin beschriebenen Informationen oder Datenstrukturen einschließen. In manchen Ausführungsformen können Programmbefehle und/oder Daten auf verschiedenen Arten von für Computer zugänglichen Medien oder auf ähnlichen Medien, die vom Systemspeicher **2920** oder vom Computersystem **2900** getrennt vorliegen, empfangen, versendet oder gespeichert werden. Obwohl das beschriebene Computersystem **2900** die Funktionalität von Funktionsblöcken vorangehender Figuren implementiert, kann jede der hierin beschriebenen Funktionalitäten über solch ein Computersystem implementiert werden.

[0105] In einer Ausführungsform kann die E/A-Schnittstelle **2930** dafür ausgelegt sein, E/A-Verkehr zwischen dem Prozessor **2910**, dem Systemspeicher **2920** und beliebigen peripheren Vorrichtungen in der Vorrichtung, einschließlich der Netzwerkschnittstelle **2940** oder anderer peripherer Schnittstellen, wie Eingabe-/Ausgabevorrichtungen **2950**, zu koordinieren. In manchen Ausführungsformen kann die E/A-Schnittstelle **2930** jede nötige Protokoll-, Zeitsteuerungs- oder andere Datenumwandlung durchführen, um Datensignale von einer Komponente (z. B. dem Systemspeicher **2920**) in ein Format umzuwandeln, das sich zur Verwendung durch eine andere Komponente (z. B. den Prozessor **2910**) eignet. In manchen Ausführungsformen kann die E/A-Schnitt-

stelle **2930** Vorrichtungen unterstützen, die über verschiedene Arten von peripheren Bussen angebracht werden, beispielsweise eine Variante des Peripheral Component Interconnect-Busstandard (PCI-Busstandard) oder des Universal Serial Bus-Standard (USB-Standard). In manchen Ausführungsformen kann die Funktion der E/A-Schnittstelle **2930** auf zwei oder mehr separate Komponenten aufgeteilt sein, beispielsweise eine Nordbrücke und eine Südbrücke. Ebenso können in manchen Ausführungsformen einige oder alle Funktionalitäten der E/A-Schnittstelle **2930**, beispielsweise eine Schnittstelle mit einem Systemspeicher **2920**, direkt in den Prozessor **2910** eingebaut sein.

[0106] Die Netzwerkschnittstelle **2940** kann dafür ausgelegt sein, einen Datenaustausch zwischen dem Computersystem **2900** und anderen Vorrichtungen, die an einem Netzwerk **2985** angebracht sind (z. B. am Träger oder an Agentenvorrichtungen) oder zwischen Knoten des Computersystems **2900** zuzulassen. Das Netz **2985** kann in verschiedenen Ausführungsformen eines oder mehrere Netze enthalten, wozu unter anderem Local Area Networks (LANs) (z. B. ein Ethernet- oder Corporate-Network), Wide Area Networks (WANs) (z. B. das Internet), drahtlose Datennetze, andere elektronische Datennetze oder Kombinationen davon gehören. In verschiedenen Ausführungsformen kann die Netzwerkschnittstelle **2940** eine Kommunikation über kabelgebundene oder drahtlose allgemeine Datennetze, wie beispielsweise jede geeignete Art von Ethernet-Netzwerk; über Telekommunikations-/Telefonnetze, wie analoge Telefonnetze oder digitale Faserkommunikationsnetze; über Speichernetzwerke wie Fibre Channel SANs oder über eine beliebige andere Art von Netz und/oder Protokoll.

[0107] Eingabe/Ausgabe-Vorrichtungen **2950** können in manchen Ausführungsformen einen oder mehrere Display-Anschlüsse, Tastaturen, Keypads, Touchpads, Scanner, Sprach- oder optische Erkennungsvorrichtungen oder beliebige andere Vorrichtungen einschließen, die sich dafür eignen, Dateneingabe oder -zugriffe durch eines oder mehrere Computersysteme **2900** durchzuführen. Im Computersystem **2900** können mehrere Eingabe/Ausgabe-Vorrichtungen **2950** vorhanden sein oder sie können auf verschiedene Knoten auf dem Computersystem **2900** verteilt sein. In manchen Ausführungsformen können ähnliche Eingabe/Ausgabe-Vorrichtungen getrennt vom Computersystem **2900** vorliegen und können mit einem oder mehreren Knoten des Computersystems **2900** über eine kabelgebundene oder drahtlose Verbindung, beispielsweise eine Netzwerkschnittstelle **2940** wechselwirken.

[0108] Wie in **Fig. 12** gezeigt, kann der Speicher **2920** Programmanweisungen **2922** einschließen, die von einem Prozessor ausführbar sind, um jedes oder

jede der vorstehend beschriebenen Elemente oder Aktionen zu implementieren. In einer Ausführungsform können die Programmbefehle die oben beschriebenen Verfahren implementieren. In anderen Ausführungsformen können andere Elemente und Daten enthalten sein. Man beachte, dass Daten jegliche der oben beschriebenen Daten oder Informationen beinhalten können.

[0109] Der Fachmann wird erkennen, dass das Computersystem **2900** nur zur Erläuterung dient und den Bereich der Ausführungsformen nicht beschränken soll. Insbesondere können das Computersystem und die Vorrichtungen jede Kombinationen aus Hardware und Software einschließen, welche die angegebenen Funktionen durchführen kann, einschließlich Computer, Netzwerkvorrichtungen, Interneteinheiten, PDAs, drahtlose Telefone, Pager usw. Das Computersystem **2900** kann auch mit anderen Vorrichtungen verbunden sein, die nicht veranschaulicht sind, oder kann stattdessen als eigenständiges System arbeiten. Außerdem kann die Funktionalität, die von den dargestellten Komponenten bereitgestellt wird, in manchen Ausführungsformen in weniger Komponenten kombiniert oder in zusätzlichen Komponenten verteilt sein. Ebenso kann in manchen Ausführungsformen die Funktionalität von manchen der dargestellten Komponenten nicht bereitgestellt werden, und/oder es kann eine zusätzliche Funktionalität verfügbar sein.

[0110] Der Fachmann wird außerdem erkennen, dass zwar wie dargestellt verschiedene Dinge im Speicher bzw. Memory gespeichert oder in einer Speichervorrichtung abgelegt sein können, während sie verwendet werden, dass diese Dinge oder Teile davon aber für die Zwecke der Speicherverwaltung und Datenintegrität auch zwischen einem Memory und anderen Speichervorrichtung übertragen werden können. Alternativ dazu können in anderen Ausführungsformen einige oder alle von den Software-Komponenten im Memory oder einer anderen Vorrichtung ausgeführt werden und mit dem dargestellten Computersystem über Inter-Computer-Kommunikation kommunizieren. Einige oder alle von den Systemkomponenten oder Datenstrukturen können auch auf einem für Computer zugänglichen Medium oder einem tragbaren Gegenstand gespeichert werden (z. B. als Befehle oder strukturierte Daten), um von einem geeigneten Laufwerk gelesen zu werden, wofür Beispiele oben beschrieben sind. In manchen Ausführungsformen können Befehle, die auf einem für Computer zugänglichen Medium gespeichert sind, das separat vom Computersystem **2900** vorliegt, über Sendemedien oder -signale, wie elektrische, elektromagnetische oder digitale Signale auf das Computersystem **2900** übertragen werden, über ein Kommunikationsmedium wie ein Netz und/oder eine drahtlose Strecke übermittelt werden. Verschiedene Ausführungsformen können ferner das Empfan-

gen, Verschicken oder Speichern von Befehlen und/oder Daten, die gemäß der obigen Beschreibung implementiert werden, auf einem für Computer zugänglichen Medium beinhalten. Im Allgemeinen kann ein für Computer zugängliches Medium ein nicht-transistorisches, computerlesbares Datenspeichermedium oder Arbeitsspeichermedium, wie beispielsweise magnetische oder optische Medien, z. B. eine Platte oder DVD/CD-ROM, flüchtige oder nicht-flüchtige Medien, wie beispielsweise RAM (z. B. SDRAM, DDR, RDRAM, SRAM usw.), ROM usw. einschließen. In manchen Ausführungsformen kann ein für Computer zugängliches Medium Übertragungsmedien oder -signale einschließen, wie beispielsweise elektrische, elektromagnetische oder digitale Signale, die über ein Kommunikationsmedium, wie beispielsweise ein Netzwerk und/oder eine drahtlose Verbindung, übermittelt werden.

Beispiele für Multifunktionsvorrichtungen

[0111] Fig. 13 veranschaulicht ein Blockdiagramm einer tragbaren Multifunktionsvorrichtung gemäß manchen Ausführungsformen. In manchen Ausführungsformen handelt es sich bei der Vorrichtung um eine tragbare Kommunikationsvorrichtung, wie beispielsweise ein Mobiltelefon, das auch andere Funktionen beinhaltet, wie beispielsweise PDA-, Kamera-, Videoerfassungs- und/oder Videowiedergabe- und/oder Musikwiedergabefunktionen. Beispieldarstellungen von tragbaren Multifunktionsvorrichtungen schließen ohne Einschränkung die iPhone®, iPod Touch®- und iPad®-Vorrichtungen von Apple Inc. in Cupertino, Kalifornien, ein. Es können auch andere tragbare, elektronische Vorrichtungen, wie beispielsweise Laptops, Mobiltelefon, Smartphones, Pad- oder Tablet-Computer mit berührungsempfindlichen Oberflächen (z. B. Touchscreen-Anzeigen und/oder Touchpads) verwendet werden. Es versteht sich auch, dass es sich in einigen Ausführungsformen bei der Vorrichtung nicht um eine tragbare Kommunikationsvorrichtung handelt, sondern um einen Schreibtischcomputer mit einer berührungsempfindlichen Oberfläche (z. B. einem Touchscreen-Bildschirm und/oder einem Touchpad). In manchen Ausführungsformen ist die Vorrichtung ein Spielecomputer mit Ausrichtungssensoren (z. B. Ausrichtungssensoren in einem Spiele-Controller). In anderen Ausführungsformen handelt es sich bei der Vorrichtung nicht um eine tragbare Kommunikationsvorrichtung, sondern um eine Kamera und/oder Videokamera.

[0112] In der folgenden Besprechung wird eine elektronische Vorrichtung, die einen Bildschirm und eine berührungsempfindliche Oberfläche umfasst, beschrieben. Es sollte sich jedoch verstehen, dass die elektronische Vorrichtung eine oder mehrere physische Benutzerschnittstellenvorrichtungen, wie etwa eine physische Tastatur, eine Maus und/oder einen Joystick, einschließen kann.

[0113] Die Vorrichtung unterstützt in der Regel eine Vielzahl an Anwendungen, wie etwa eine oder mehrere der Folgenden: eine Zeichnungsanwendung, eine Präsentationsanwendung, eine Textverarbeitungsanwendung, eine Anwendung zum Erstellen von Websites, eine Anwendung zur Entwicklung von Autorensoftware für Discs, eine Tabellenkalkulationsanwendung, eine Spieleanwendung, eine Telefonanwendung, eine Videokonferenzanwendung, eine E-Mail-Anwendung, eine Instant Messaging-Anwendung, eine Anwendung zu Unterstützung des Trainings, eine Fotoverwaltungsanwendung, eine Anwendung für digitale Kameras, eine Anwendung für digitale Videos, eine Anwendung zum Surfen im Internet, eine Anwendung zur Wiedergabe digitaler Musik und/oder eine Anwendung zur Wiedergabe digitaler Videos.

[0114] Die verschiedenen Anwendungen, die auf der Vorrichtung ausgeführt werden, können mindestens eine gemeinsame physische Benutzerschnittstellenvorrichtung, wie etwa die berührungsempfindliche Oberfläche, verwenden. Eine oder mehrere Funktionen der berührungsempfindlichen Oberfläche sowie auf der Vorrichtung angezeigte entsprechende Informationen können von einer Anwendung zur anderen und/oder innerhalb einer jeweiligen Anwendung angepasst und/oder variiert werden. Auf diese Weise kann eine gemeinsame physische Architektur (wie etwa die berührungsempfindliche Oberfläche) der Vorrichtung die verschiedenen Anwendungen mit Benutzerschnittstellen, die für den Benutzer intuitiv und erkennbar sind, unterstützen.

[0115] Eine Vorrichtung **2100** kann einen Speicher **2102** (der ein oder mehrere computerlesbare Datenspeichermedien einschließen kann), eine Speichersteuereinheit **2122**, eine oder mehrere Verarbeitungseinheiten (CPUs) **2120**, eine Peripherieeinheitschnittstelle **2118**, HF-Schaltlogik **2108**, Audioschaltlogik **2110**, einen Lautsprecher **2111**, ein berührungsempfindliches Anzeigesystem **2112**, ein Mikrofon **2113**, ein Eingabe/Ausgabe-Teilsystem (E/A-Teilsystem) **2106**, andere Eingabesteuervorrichtungen **2116** und einen externen Anschluss **2124** einschließen. Die Vorrichtung **2100** kann einen oder mehrere optische Sensoren oder eine oder mehrere Kameras **2164** einschließen. Diese Komponenten können über einen oder mehrere Kommunikationsbusse oder Signalleitungen **2103** kommunizieren.

[0116] Es sollte sich verstehen, dass die Vorrichtung **2100** nur ein Beispiel einer tragbaren Multifunktionsvorrichtung ist, und dass die Vorrichtung **2100** mehr oder weniger Komponenten als gezeigt aufweisen kann, zwei oder mehr Komponenten kombinieren kann oder eine andere Konfiguration oder Anordnung der Komponenten aufweisen kann. Die verschiedenen, in Fig. 13 gezeigten Komponenten können in Hardware, Software oder einer Kombina-

tion aus Hardware und Software, einschließlich einer oder mehrerer signalverarbeitender und/oder anwendungsspezifischer, integrierter Schaltungen, implementiert sein.

[0117] Der Speicher **2102** kann Hochgeschwindigkeitsdirektzugriffsspeicher aufweisen und kann auch einen nicht-flüchtigen Speicher, wie etwa eine oder mehrere Magnetdiskettenspeichervorrichtungen, Flash-Speicher-Vorrichtungen oder andere nicht-flüchtige Halbleiterlaufwerkspeichervorrichtungen aufweisen. Der Zugriff auf den Speicher **2102** von anderen Komponenten der Vorrichtung **2100**, wie etwa von der CPU **2120** und der peripheren Schnittstelle **2118**, kann von der Speichersteuerung **2122** gesteuert werden.

[0118] Die Schnittstelle für Peripheriegeräte **2118** kann dazu verwendet werden, um Eingabe- und Ausgabeperipheriegeräte der Vorrichtung an die CPU **2120** und den Speicher **2102** zu koppeln. Der eine oder die mehreren Prozessoren **2120** führen verschiedene, im Speicher **2102** gespeicherte Softwareprogramme und/oder Anweisungssätze aus, um verschiedene Funktionen der Vorrichtung **2100** auszuführen und Daten zu verarbeiten.

[0119] In einigen Ausführungsformen können die Schnittstelle für Peripheriegeräte **2118**, die CPU **2120** und die Speichersteuerung **2122** auf einem einzelnen Chip, wie etwa Chip **2104**, implementiert sein. In einigen anderen Ausführungsformen können sie auf separaten Chips implementiert sein.

[0120] Die HF-Schaltung (Hochfrequenz-Schaltung) **2108** empfängt und sendet HF-Signale, die auch als elektromagnetische Signale bezeichnet werden. Die HF-Schaltung **2108** wandelt elektrische Signale in elektromagnetische Signale bzw. elektromagnetische Signale in elektrische Signale um und kommuniziert mittels der elektromagnetischen Signale mit Kommunikationsnetzwerken und anderen Kommunikationsvorrichtungen. Die HF-Schaltlogik **2108** kann allgemein bekannte Schaltlogik zum Ausführen dieser Funktionen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf, ein Antennensystem, einen HF-Sender-Empfänger, einen oder mehrerer Verstärker, einen Tuner, einen oder mehrere Oszillatoren, einen digitalen Signalprozessor, einen Codierer/Decodierer-Chipsatz (Codec-Chipsatz), eine „Subscriber Identity Module“(SIM)-Karte, Speicher usw., einschließen. Die HF-Schaltung **2108** kann mittels drahtloser Kommunikation wahlweise mit Netzwerken, wie etwa dem Internet, das auch als World Wide Web (WWW) bezeichnet wird, einem Intranet und/oder einem drahtlosen Netzwerk, wie etwa einem Mobiltelefonnetzwerk, einem drahtlosen lokalen Netzwerk (LAN) und/oder einem innerstädtischen Netzwerk (MAN) und anderen Vorrichtungen kommunizieren. Die drahtlose Kommunikation kann beliebige von

mehreren Kommunikationsstandards, Kommunikationsprotokollen und -technologien, einschließlich unter anderem des Global System for Mobile Communications (GSM), Enhanced Data GSM Environment (EDGE), High Speed Downlink Packet Access (HSDPA), High Speed Uplink Packet Access (HSUPA), Wideband Code Division Multiple Access (W-CDMA), Code Division Multiple Access (CDMA), Time Division Multiple Access (TDMA), Bluetooth, Wireless Fidelity (Wi-Fi) (z. B. IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g und/oder IEEE 802.11n), Voice over Internet Protocol (VoIP), Wi-MAX, einem Protokoll für E-Mails (z. B. Internet Message Access Protocol (IMAP) und/oder Post Office Protocol (POP)), Instant Messaging (z. B. Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP), Session Initiation Protocol for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions (SIMPLE), Instant Messaging and Presence Service (IMPS)), und/oder Short Message Service (SMS), oder jegliches andere geeignete Kommunikationsprotokoll, einschließlich zum Zeitpunkt der Einreichung dieses Dokuments noch nicht entwickelter Kommunikationsprotokolle verwenden.

[0121] Die Audioschaltung **2110**, die Lautsprecher **2111** und das Mikrofon **2113** stellen eine Audioschnittstelle zwischen einem Benutzer und einer Vorrichtung **2100** bereit. Die Audioschaltung **2110** empfängt Audiodaten von der peripheren Schnittstelle **2118**, wandelt die Audiodaten in ein elektrisches Signal um und überträgt die elektrischen Signale an den Lautsprecher **2111**. Der Lautsprecher **2111** wandelt die elektrischen Signale in vom Menschen hörbare Schallwellen um. Die Audioschaltung **2110** empfängt auch vom Mikrofon **2113** aus Schallwellen umgewandelte elektrische Signale. Die Audioschaltung **2110** wandelt die elektrischen Signale in Audiodaten um und überträgt die Audiodaten zur Verarbeitung an die Schnittstelle für Peripheriegeräte **2118**. Audiodaten können von der peripheren Schnittstelle **2118** aus dem Speicher **2102** und/oder der HF-Schaltung **2108** abgerufen und/oder dorthin übermittelt werden. In manchen Ausführungsformen schließt die Audioschaltlogik **2110** auch eine Headset-Buchse ein. Der Kopfhöreranschluss stellt eine Schnittstelle zwischen der Audioschaltung **2110** und den entfernbaren Eingabe-/Ausgabeperipheriegeräten bereit, wie etwa Nur-Ausgabe-Kopfhörer oder Kopfhörer sowohl mit Ausgabe (z. B. ein Kopfhörer für ein oder beide Ohren) als auch mit Eingabe (z. B. ein Mikrofon).

[0122] Das E/A-Subsystem **2106** koppelt Eingabe-/Ausgabeperipheriegeräte an die Vorrichtung **2100**, wie etwa den Touchscreen **2112**, und andere Eingabesteuervorrichtungen **2116** an die Schnittstelle für Peripheriegeräte **2118**. Das E/A-Teilsystem **2106** kann eine Anzeigesteuereinheit **2156** und eine oder mehrere Eingabesteuereinheiten **2160** für andere Eingabesteuervorrichtungen **2116** aufweisen. Die eine oder mehreren Eingabesteuereinheiten **2160**

empfangen/senden elektrische Signale von anderen/an andere Eingabesteuervorrichtungen **2116**. Die anderen Eingabesteuervorrichtungen **2116** können physische Schaltflächen (z. B. Drucktasten, Wipptasten etc.), Wählscheiben, Schiebeschalter, Joysticks, Klickräder usw. aufweisen. In einigen alternativen Ausführungsformen kann/können die Eingabesteuering(en) **2160** an eine (oder keine) der folgenden gekoppelt sein: eine Tastatur, eine Infrarotschnittstelle, einen USB-Anschluss und an eine Zeigervorrichtung wie eine Maus. Die eine oder mehreren Schaltflächen können eine Aufwärts/Abwärts-Schaltfläche für die Lautstärkeregelung des Lautsprechers **2111** und/oder des Mikrofons **2113** einschließen. Die eine oder mehreren Schaltflächen können eine Drucktaste einschließen.

[0123] Der berührungsempfindliche Bildschirm **2112** stellt eine Eingabeschnittstelle und eine Ausgabeschnittstelle zwischen der Vorrichtung und dem Benutzer bereit. Die Bildschirmsteuerung **2156** empfängt und/oder sendet elektrische Signale von dem/ an den Touchscreen **2112**.

[0124] Der Touchscreen **2112** zeigt dem Benutzer visuelle Ausgaben an. Die visuelle Ausgabe kann wahlweise Grafiken, Text, Icons, Video und eine beliebige Kombination davon (insgesamt als „Grafiken“ bezeichnet) beinhalten. In einigen Ausführungsformen können einige oder alle der visuellen Ausgaben den Benutzerschnittstellenobjekten entsprechen.

[0125] Der Touchscreen **2112** weist eine berührungsempfindliche Oberfläche und einen Sensor oder einen Satz von Sensoren auf, der/die Eingaben vom Benutzer basierend auf haptischem und/oder Tastkontakt annimmt. Der Touchscreen **2112** und die Bildschirmsteuerung **2156** (zusammen mit jeglichen, damit zusammenhängenden Modulen und/oder Anweisungssätzen im Speicher **2102**) erfassen Kontakt (und jegliche Bewegung oder ein Abbrechen des Kontakts) auf dem Touchscreen **2112** und wandeln den erfassten Kontakt in Kommunikation mit den Benutzerschnittstellenobjekten (z. B. ein(en) oder mehrere Softkeys, Icons, Webseiten oder Bilder), die auf dem Touchscreen **2112** angezeigt werden, um. In einer Beispieldausführungsform entspricht ein Kontakt-Punkt zwischen dem Touchscreen **2112** und dem Benutzer einem Finger des Benutzers.

[0126] Der Touchscreen **2112** kann LCD-Technologie (Flüssigkristallanzeigetechnologie), LPD-Technologie (Leuchtpolymervorrichtungstechnologie) oder LED-Technologie (Leuchtdiodentechnologie) verwenden, wenngleich in anderen Ausführungsformen andere Bildschirmtechnologien verwendet werden können. Der Touchscreen **2112** und die Bildschirmsteuerung **2156** können Kontakt und jegliche Bewegung oder ein Abbrechen des Kontakts unter Verwendung einer Reihe bereits bekannter oder

noch zu entwickelnder Berührungs-sensor-technologien, einschließlich unter anderem kapazitiven, resistiven, Infrarot- und akustischen Oberflächenwellentechnologien, sowie anderer Näherungssensoranordnungen oder anderer Elemente zum Bestimmen eines oder mehrerer Kontakt-Punkte auf dem Touchscreen **2112**. In einer Beispieldausführungsform wird projizierte, auf gegenseitiger Kapazitäts erfassung beruhende Sensor-technologie verwendet, wie beispielsweise diejenige, die im iPhone®, iPod Touch® und iPad® von Apple Inc. in Cupertino, Kalifornien, zu finden ist.

[0127] Der Touchscreen **2112** kann eine Videoauflösung von mehr als 100 dpi aufweisen. In einigen Ausführungsformen weist der Touchscreen eine Videoauflösung von ungefähr 160 dpi auf. Der Benutzer kann Kontakt mit dem Touchscreen **2112** herstellen, indem er ein beliebiges geeignetes Objekt oder Körperteil, wie etwa einen Eingabestift, einen Finger und dergleichen verwendet. In einigen Ausführungsformen ist die Benutzerschnittstelle dazu ausgelegt, hauptsächlich mit auf Fingern basierenden Kontakt en und Handbewegungen zu arbeiten, die aufgrund der größeren Kontaktfläche eines Fingers auf dem Touchscreen weniger akkurat als eine Eingabe mit dem Eingabestift sein können. In einigen Ausführungsformen übersetzt die Vorrichtung die grobe, auf Fingern basierende Eingabe in eine präzise Position des Mauszeigers/Cursors oder in einen Befehl zum Ausführen der vom Benutzer gewünschten Aktionen.

[0128] In manchen Ausführungsformen kann die Vorrichtung **2100** zusätzlich zum Touchscreen **2112** ein (nicht gezeigtes) Touchpad zum Aktivieren oder Deaktivieren bestimmter Funktionen einschließen. In einigen Ausführungsformen ist das Touchpad ein berührungsempfindlicher Bereich der Vorrichtung, der im Gegensatz zum Touchscreen keine visuellen Ausgaben anzeigt. Das Touchpad kann eine berührungsempfindliche Oberfläche, die vom Touchscreen **2112** separat ist, oder eine Verlängerung der vom Touchscreen gebildeten, berührungsempfindlichen Oberfläche sein.

[0129] Die Vorrichtung **2100** umfasst auch das Stromversorgungssystem **2162**, um die verschiedenen Komponenten mit Strom zu versorgen. Das Stromversorgungssystem **2162** kann ein Stromverwaltungssystem, eine oder mehrere Stromquellen (z. B. Batterie, Wechselstrom (AC)), ein Aufladesystem, eine Stromaussfallerfassungsschaltung, einen Stromrichter oder Wechselrichter, eine Stromstatusanzeige (z. B. eine Leuchtdiode (LED)) und jegliche anderen Komponenten, die mit der Stromerzeugung, Stromverwaltung und Stromverteilung in tragbaren Geräten im Zusammenhang stehen, aufweisen.

[0130] Die Vorrichtung **2100** kann auch einen oder mehrere optische Sensoren oder Kameras **2164** ein-

schließen. **Fig. 13** zeigt einen optischen Sensor, der mit einer Steuereinheit für optische Sensoren **2158** im E/A-Teilsystem **2106** gekoppelt ist. Der optische Sensor **2164** kann zum Beispiel Phototransistoren oder Lichtsensoren mit ladungsgekoppelten Vorrichtungen (CCD) oder mit komplementären Metalloxid-Halbleitern (CMOS) aufweisen. Der optische Sensor **2164** empfängt Licht aus dem Umfeld, das durch eine oder mehrere Linsen projiziert wird, und wandelt das Licht in ein Bild darstellende Daten um. Zusammen mit einem Bildverarbeitungsmodul **2143** (das auch als ein Kameramodul bezeichnet wird) kann der optische Sensor **2164** Standbilder und/oder Videobilder erfassen. In manchen Ausführungsformen kann mindestens ein optischer Sensor auf der Rückseite der Vorrichtung **2100** gegenüber der Touchscreen-Anzeige **2112** auf der Vorderseite der Vorrichtung angeordnet sein. In manchen Ausführungsformen kann die Touchscreen-Anzeige als ein Sucher für den Erwerb von Stand- und/oder Videobildern verwendet werden. In manchen Ausführungsformen kann stattdessen oder zudem mindestens ein optischer Sensor auf der Vorderseite der Vorrichtung angeordnet sein.

[0131] Die Vorrichtung **2100** kann auch einen oder mehrere Näherungssensoren **2166** aufweisen. **Fig. 13** zeigt den Näherungssensor **2166** mit der Peripherieeinheitschnittstelle **2118** gekoppelt. Alternativ dazu kann der Näherungssensor **2166** an die Eingabesteuerung **2160** im E/A-Subsystem **2106** gekoppelt sein. In einigen Ausführungsformen schaltet der Näherungssensor den Touchscreen **2112** aus und deaktiviert ihn, wenn die Multifunktionsvorrichtung in der Nähe des Ohrs des Benutzers platziert wird (z. B. wenn der Benutzer einen Anruf tätigt).

[0132] Die Vorrichtung **2100** kann auch einen oder mehrere Ausrichtungssensoren **2168** einschließen. In manchen Ausführungsformen weist der eine oder weisen die mehreren Ausrichtungssensoren einen oder mehrere Beschleunigungsmesser (z. B. einen oder mehrere lineare Beschleunigungsmesser und/oder einen oder mehrere Rotationsbeschleunigungsmesser) auf. In manchen Ausführungsformen weist der eine oder weisen die mehreren Ausrichtungssensoren eines oder mehrere Gyroskop auf. In manchen Ausführungsformen weist der eine oder weisen die mehreren Ausrichtungssensor eines oder mehrere Magnetometer auf. In manchen Ausführungsformen weist der eine oder weisen die mehreren Ausrichtungssensoren eines oder mehrere der folgenden auf: ein globales Positionsbestimmungssystem (GPS), ein globales Navigationssatellitensystem (GLONASS) und/oder andere globale Navigationsystemempfänger. GPS, GLONASS und/oder andre globale Navigationssystemempfänger können verwendet werden, um Informationen über den Ort und die Ausrichtung (z. B. Hoch- oder Querformat) der Vorrichtung **2100** zu erhalten. In manchen Ausführungsformen weist der eine oder weisen die mehrere

Ausrichtungssensoren eine beliebige Kombination aus Ausrichtungs-/Rotationssensoren auf. **Fig. 13** zeigt den einen oder die mehreren Ausrichtungssensoren **2168** mit der Peripherieeinheitschnittstelle **2118** gekoppelt. Alternativ dazu kann der eine oder können die mehreren Ausrichtungssensoren **2168** an die Eingabesteuerung **2160** im E/A-Subsystem **2106** gekoppelt sein. In einigen Ausführungsformen werden Informationen auf dem Touchscreen-Bildschirm im Hochformat oder im Querformat angezeigt, basierend auf einer Analyse von Daten, die von dem einen oder den mehreren Ausrichtungssensoren empfangen wurden.

[0133] In manchen Ausführungsformen kann die Vorrichtung **2100** zudem einen oder mehrere weitere Sensoren (nicht gezeigt) einschließen, einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf, Umgebungslichtsensoren und Bewegungsdetektoren. Diese Sensoren können mit der Peripherieeinheitschnittstelle **2118** oder alternativ dazu mit einer Eingabesteuerungseinheit **2160** im E/A-Teilsystem **2106** gekoppelt sein. Zum Beispiel kann in manchen Ausführungsformen die Vorrichtung **2100** mindestens einen nach vorne (vom Benutzer weg) weisenden und mindestens einen nach hinten (auf dem Benutzer zu) weisenden Lichtsensor einschließen, die verwendet werden können, um Umgebungsbeleuchtungsmaßzahlen aus dem Umfeld der Vorrichtung **2100** zur Verwendung in Anwendungen zur Erfassung, Verarbeitung und Anzeige von Video und Bildern zu sammeln.

[0134] In manchen Ausführungsformen schließen die im Speicher **2102** gespeicherten Softwarekomponenten ein Betriebssystem **2126**, ein Kommunikationsmodul **2128**, ein Kontakt-/Bewegungsmodul (oder einen Anweisungssatz) **2130**, ein Grafikmodul **2132**, ein Texteingabemodul **2134**, ein „Global Positioning System“-Modul (GPS-Modul) **2135** und Anwendungen **2136** ein. Des Weiteren speichert der Speicher **2102** in manchen Ausführungsformen den Vorrichtungs-/globalen internen Status **2157**. Der Vorrichtungs-/globale interne Status **2157** umfasst eines oder mehrere der Folgenden: aktiver Anwendungsstatus, der anzeigt welche der Anwendungen gegebenenfalls gerade aktiv sind; Bildschirmstatus, der anzeigt, welche Anwendungen, Ansichten oder anderen Informationen verschiedene Bereiche des Touchscreen-Bildschirms **2112** belegen; Sensorstatus, einschließlich Informationen, die von den verschiedenen Sensoren und Eingabesteuervorrichtungen **2116** der Vorrichtung erhalten wurden; und Ortsinformationen, die den Ort und/oder die Einstellung der Vorrichtung betreffen.

[0135] Das Betriebssystem **2126** (z. B. Darwin, RTXC, LINUX, UNIX, OS X, WINDOWS oder ein eingebettetes Betriebssystem wie VxWorks) umfasst verschiedene Softwarekomponenten und/oder Softwaredreiber zum Steuern und Verwalten der all-

gemeinen Systemaufgaben (z. B. Speicherverwaltung, Speichervorrichtungssteuerung, Stromverwaltung, etc.) und erleichtert die Kommunikation zwischen verschiedenen Hardware- und Softwarekomponenten.

[0136] Das Kommunikationsmodul **2128** erleichtert die Kommunikation mit anderen Vorrichtungen über einen oder mehrere externe Anschlüsse **2124** und umfasst auch verschiedene Softwarekomponenten zur Handhabung von Daten, die von der HF-Schaltung **2108** und/oder vom externen Anschluss **2124** empfangen wurden. Der externe Anschluss **2124** (z. B. Universal Serial Bus (USB), FIREWIRE etc.) ist dazu ausgelegt, direkt an andere Vorrichtungen oder indirekt über ein Netzwerk (z. B. das Internet, WLAN etc.) gekoppelt zu werden. In einigen Ausführungsformen ist der externe Anschluss eine Stiftleiste (z. B. mit 30 Stiften), die die gleiche ist oder ähnlich der Stiftleiste mit 30 Stiften ist, die in iPod-Vorrichtungen (Markenzeichen von Apple Inc.) verwendet wird, und/oder damit kompatibel ist.

[0137] Das Kontakt-Bewegungsmodul **2130** kann einen Kontakt mit dem Touchscreen **2112** (in Verbindung mit der Bildschirmsteuerung **2156**) und anderen berührungsempfindlichen Vorrichtungen (z. B. einem Touchpad oder einem physischen Klickrad) erfassen. Das Kontakt-Bewegungsmodul **2130** umfasst verschiedene Softwarekomponenten zum Ausführen verschiedener Vorgänge, die mit dem Erfassen von Kontakt in Zusammenhang stehen, wie etwa Bestimmen, ob es einen Kontakt gab (z. B. Erfassen eines Finger-nach-unten-Ereignisses), Bestimmen, ob eine Bewegung des Kontakts vorliegt und Nachverfolgen der Bewegung über die berührungsempfindliche Oberfläche hinweg (z. B. Erfassen eines oder mehrerer Fingerzieh-Ereignisse), und Bestimmen, ob der Kontakt aufgehört hat (z. B. Erfassen eines Finger-nach-oben-Ereignisses oder einer Unterbrechung des Kontakts). Das Kontakt-Bewegungsmodul **2130** empfängt Kontaktdata von der berührungsempfindlichen Oberfläche. Das Bestimmen von Bewegung des Kontaktpunkts, die von einer Reihe von Kontaktdata dargestellt wird, kann das Bestimmen von Schnelligkeit (Größenordnung), Geschwindigkeit (Größenordnung und Richtung) und/oder einer Beschleunigung (einer Veränderung der Größenordnung und/oder der Richtung) des Kontaktpunkts beinhalten. Diese Vorgänge können auf einzelne Kontakte (z. B. einen Ein-Finger-Kontakt) oder auf mehrere gleichzeitige Kontakte (z. B. „Mehrfachberührung“/Kontakt von mehreren Fingern) angewendet werden. In einigen Ausführungsformen erfassen das Kontakt-Bewegungsmodul **2130** und die Bildschirmsteuerung **2156** Kontakt auf einem Touchpad.

[0138] Das Kontakt-Bewegungsmodul **2130** kann eine Eingabe durch eine Handbewegung eines Benut-

zers erfassen. Verschiedene Handbewegungen auf der berührungsempfindlichen Oberfläche weisen unterschiedliche Kontaktmuster auf. Folglich kann eine Handbewegung durch Erfassen eines bestimmten Kontaktmusters erfasst werden. Beispielsweise umfasst das Erfassen einer Fingerklopfbewegung das Erfassen eines Finger-nach-unten-Ereignisses gefolgt vom Erfassen eines Finger-nach-oben-Ereignisses (Abheben-Ereignisses) an der gleichen Stelle (oder im Wesentlichen der gleichen Stelle) wie das Finger-nach-unten-Ereignis (z. B. an der Stelle eines Icons). Als ein weiteres Beispiel umfasst das Erfassen einer Fingerwischbewegung auf der berührungsempfindlichen Oberfläche das Erfassen eines Finger-nach-unten-Ereignisses gefolgt vom Erfassen eines oder mehrerer Fingerzieh-Ereignisse und schließlich gefolgt vom Erfassen eines Finger-nach-oben-Ereignisses (Abheben-Ereignisses).

[0139] Das Grafikmodul **2132** schließt verschiedene Softwarekomponenten zum Rendern und Anzeigen von Grafik auf dem Touchscreen **2112** oder einer anderen Anzeige ein, einschließlich Komponenten zum Verändern der Intensität von Grafik, die angezeigt wird. Wie hier verwendet, umfasst der Begriff „Grafiken“ jegliches Objekt, das einem Benutzer angezeigt werden kann, einschließlich unter anderem Text, Webseiten, Icons (wie etwa Benutzerschnittstellenobjekte einschließlich Softkeys), digitalen Bildern, Videos, Animationen und dergleichen.

[0140] In einigen Ausführungsformen speichert das Grafikmodul **2132** Daten, die zu verwendende Grafiken darstellen. Jeder Grafik kann ein entsprechender Code zugewiesen werden. Das Grafikmodul **2132** empfängt von Anwendungen etc. einen oder mehrere Codes, die Grafiken spezifizieren, die, falls erforderlich, zusammen mit Koordinatendaten und anderen Daten zu grafischen Eigenschaften angezeigt werden sollen, und erzeugt dann Bildschirmbilddaten zur Ausgabe an die Bildschirmsteuerung **2156**.

[0141] Das Texteingabemodul **2134**, bei dem es sich um eine Komponente des Grafikmoduls **2132** handeln kann, stellt Bildschirmtastaturen zum Eingeben von Text in verschiedenen Anwendungen bereit, die eine Texteingabe benötigen.

[0142] Das GPS-Modul **2135** ermittelt den Standort der Vorrichtung und stellt diese Informationen zur Verwendung in verschiedenen Anwendungen bereit (z. B. einem Telefonmodul **2138** zur Verwendung bei standortbezogenem Wählen, dem Kameramodul **2143** als Bild-/Video-Metadaten und Anwendungen, die standortbezogene Dienste bereitstellen, wie beispielsweise Karten-/Navigationsanwendungen).

[0143] Die Anwendungen **2136** können eines oder mehrere der folgenden Module (oder Anweisungssät-

ze) oder einen Teilsatz oder einen Obersatz davon einschließen, sind jedoch nicht beschränkt auf:

- Telefonmodul **2138**;
- Videokonferenzmodul **2139**;
- Kameramodul **2143** für Stand- und/oder Video-bildverarbeitung;
- Bildverwaltungsmodul **2144**;
- Browsermodul **2147**;
- Suchmodul **2151**;
- Modul zur Wiedergabe von Video und Mu-sik **2152**, das aus einem Videowiedergabemo-dul und einem Musikwiedergabemodul aufgebaut sein kann;
und/oder
- Online-Video-Modul **2155**.

[0144] Beispiele für andere Anwendungen **2136**, die im Speicher **2102** gespeichert sein können, schlie-ßen andere Textverarbeitungsanwendungen, andere Bildbearbeitungsanwendungen, Zeichnungsanwen-dungen, Präsentationsanwendungen, Kommunikationsanwendungen/Anwendungen sozialer Medien, Kartenanwendungen, JAVA-fähige Anwendungen, Verschlüsselung, digitale Rechteverwaltung, Sprach-erkennung und Sprachausgabe ein, sind jedoch nicht auf diese beschränkt.

[0145] Zusammen mit der HF-Schaltlogik **2108**, der Audioschaltlogik **2110**, dem Lautsprecher **2111**, dem Mikrofon **2113**, dem Touchscreen **2112**, der Anzei-gesteuereinheit **2156**, dem Kontaktmodul **2130**, dem Grafikmodul **2132** und dem Texteingabemodul **2134** kann das Telefonmodul **2138** verwendet werden, um eine Zeichenfolge einzugeben, die einer Telefonnum-mer entspricht, um auf eine oder mehrere Telefon-nummern in einem Adressbuch zuzugreifen, um ei-ne eingegebene Telefonnummer zu modifizieren, um eine entsprechende Telefonnummer zu wählen, ein Gespräch zu führen und die Verbindung zu beenden oder aufzulegen, wenn das Gespräch zu Ende ist. Wie oben erwähnt, kann die drahtlose Kom-munikation beliebige von verschiedenen Kommuni-kationsstandards, -protokollen und -technologien ver-wenden.

[0146] Zusammen mit der HF-Schaltung **2108**, der Audioschaltlogik **2110**, dem Lautsprecher **2111**, dem Mikrofon **2113**, dem Touchscreen **2112**, der Anzei-gesteuereinheit **2156**, dem optischen Sensor **2164**, der Steuereinheit für optische Sensoren **2158**, dem Kon-takt-Bewegungsmodul **2130**, dem Grafikmodul **2132**, dem Texteingabemodul **2134** und dem Telefonmodul **2138** schließt das Videokonferenzmodul **2139** aus-führbare Anweisungen zum Initiiieren, Führen und Be-enden einer Videokonferenz zwischen einem Benutzer und einem oder mehreren anderen Teilnehmern gemäß Benutzeranweisungen ein.

[0147] Zusammen mit dem Touchscreen **2112**, der Anzeigesteuereinheit **2156**, dem einen oder den

mehreren optischen Sensoren **2164**, der Steuerein-heit für optische Sensoren **2158**, dem Kontakt-/Bewe-gungsmodul **2130**, dem Grafikmodul **2132** und dem Bildverwaltungsmodul **2144** schließt das Kameramo-dul **2143** ausführbare Anweisungen zum Erfassen von Standbildern oder Video (einschließlich eines Vi-deo-Streams) und zum Speichern derselben im Spei-cher **2102**, zum Modifizieren von Charakteristika ei-nes Standbilds oder Videos oder zum Löschen eines Standbilds oder Videos aus dem Speicher **2102** ein.

[0148] Zusammen mit dem Touchscreen **2112**, der Anzeigesteuereinheit **2156**, dem Kontakt-/Bewe-gungsmodul **2130**, dem Grafikmodul **2132**, dem Text-eingabemodul **2134** und dem Kameramodul **2143** schließt das Bildverwaltungsmodul **2144** ausführbare Anweisungen zum Anordnen, Modifizieren (z. B. Be-arbeiten) oder zum anderweitigen Handhaben, Kenn-zeichnen, Löschen, Präsentieren (z. B. in einer digi-talen Diashow oder einem digitalen Album) und Spei-chern von Stand- und/oder Videobildern ein.

[0149] Zusammen mit der HF-Schaltlogik **2108**, dem Touchscreen **2112**, der Anzeigesystemsteuereinheit **2156**, dem Kontakt-Bewegungsmodul **2130**, dem Grafikmodul **2132** und dem Texteingabemodul **2134** schließt das Browermodul **2147** ausführbare Anwei-sungen zum Durchsuchen des Internets gemäß Be-nutzeranweisungen, einschließlich Suchen von, Ver-knüpfen mit, Empfangen von und Anzeigen von Web-seiten oder Abschnitten davon sowie Anhängen und anderen mit Webseiten verknüpften Dateien ein.

[0150] Zusammen mit dem Touchscreen **2112**, der Anzeigesystemsteuereinheit **2156**, dem Kontakt-/Be-wegungsmodul **2130**, dem Grafikmodul **2132** und dem Texteingabemodul **2134** schließt das Suchmo-dul **2151** ausführbare Anweisungen zum Suchen nach Text-, Musik-, Ton-, Bild-, Video- und/oder an-deren Dateien im Speicher **2102**, die einem oder mehreren Suchkriterien entsprechen (z. B. einem oder mehreren vom Benutzer vorgegebenen Such-begriffen), gemäß Benutzeranweisungen ein.

[0151] Zusammen mit dem Touchscreen **2112**, der Anzeigesystemsteuereinheit **2156**, dem Kontakt-/Be-wegungsmodul **2130**, dem Grafikmodul **2132**, der Audioschaltlogik **2110**, dem Lautsprecher **2111**, der HF-Schaltlogik **2108** und dem Browermodul **2147** schließt das Modul zur Wiedergabe von Video und Mu-sik **2152** ausführbare Anweisungen, die es dem Benutzer erlauben, aufgezeichnete Musik- und andre, in einem oder mehreren Dateiformaten, wie bei-spielsweise MP3- oder AAC-Dateien, gespeicherte Audiodateien herunterzuladen und wiederzugeben, und ausführbare Anweisungen zum Anzeigen, Prä-sentieren oder anderweitigem Wiedergeben von Vi-deos (z. B. auf dem Touchscreen **2112** oder auf einer externen, über den externen Anschluss **2124** verbun-den Anzeige) ein. In manchen Ausführungsformen

kann die Vorrichtung **2100** die Funktionalität eines MP3-Players, wie beispielsweise eines iPod (Marke von Apple Inc.), einschließen.

[0152] Zusammen mit dem Touchscreen **2112**, der Anzeigesystemsteuereinheit **2156**, dem Kontakt-/Bewegungsmodul **2130**, dem Grafikmodul **2132**, der Audioschaltlogik **2110**, dem Lautsprecher **2111**, der HF-Schaltlogik **2108**, dem Texteingabemodul **2134** und dem Browsermodul **2147** schließt das Online-Video-Modul **2155** Anweisungen ein, die es dem Benutzer erlauben, auf Online-Videos in einem oder mehreren Videoformaten, wie beispielsweise dem H.264/AVC-Format oder dem H.265/HEVC-Format, zuzugreifen, sie zu durchsuchen, zu empfangen (z. B. durch Streamen und/oder Herunterladen), wiederzugeben (z. B. auf dem Touchscreen oder einer externen, über den externen Anschluss **2124** verbundenen Anzeige) und anderweitig zu verwalten.

[0153] Jedes/jede der vorstehend aufgezeigten Module und Anwendungen entspricht einem Satz von ausführbaren Anweisungen zum Ausführen einer oder mehrerer vorstehend beschriebener Funktionen und der in dieser Anmeldung beschriebenen Verfahren (z. B. die computerimplementierten Verfahren und andere hierin beschriebene informationsverarbeitende Verfahren). Diese Module (d. h. Sätze an Anweisungen) müssen nicht als separate Software-Programme, Vorgehensweisen oder Module implementiert werden, und somit können verschiedene Subsets dieser Module in verschiedenen Ausführungsformen kombiniert oder anderweitig neu angeordnet werden. In einigen Ausführungsformen kann der Speicher **2102** eine Teilmenge der oben aufgezeigten Module und Datenstrukturen speichern. Des Weiteren kann der Speicher **2102** zusätzliche Module und Datenstrukturen speichern, die vorstehend nicht beschrieben wurden.

[0154] In einigen Ausführungsformen handelt es sich bei der Vorrichtung **2100** um eine Vorrichtung, bei der das Betreiben eines vordefinierten Satzes von Funktionen auf der Vorrichtung ausschließlich durch einen Touchscreen und/oder ein Touchpad ausgeführt wird. Durch Verwenden eines Touchscreens und/oder Touchpads als primäre Eingabesteuerungsvorrichtung für den Betrieb der Vorrichtung **2100**, kann die Anzahl der physischen Eingabesteuerungsvorrichtungen (wie etwa Drucktasten, Wähl scheiben und dergleichen) auf der Vorrichtung **2100** verringert werden.

[0155] Der vordefinierte Satz von Funktionen, die ausschließlich durch einen Touchscreen und/oder ein Touchpad ausgeführt werden, kann das Navigieren zwischen Benutzerschnittstellen beinhalten. In einigen Ausführungsformen navigiert das Touchpad, wenn es vom Benutzer berührt wird, die Vorrichtung **2100** von jeglicher Benutzerschnittstelle, die auf

der. Vorrichtung **2100** angezeigt werden kann, zu einem Haupt-, Home- oder Hauptverzeichnis menü. In manchen Ausführungsformen kann das Touchpad als „Menüs chaltfläche“ bezeichnet werden. In einigen weiteren Ausführungsformen kann die Menüs chaltfläche eine physische Drucktaste oder eine andere physische Eingabesteuerungsvorrichtung anstelle eines Touchpads sein.

[0156] **Fig. 14** veranschaulicht eine tragbare Multifunktionsvorrichtung **2100** mit einem Touchscreen **2112** gemäß einigen Ausführungsformen. Der Touchscreen kann eine oder mehrere Grafiken innerhalb der Benutzerschnittstelle (UI) **2200** anzeigen. In zu mindest manchen Ausführungsform einer Vorrichtung **2100** kann ein Benutzer eine oder mehrere der Grafiken auswählen, indem er eine Geste auf den Grafiken ausführt, zum Beispiel mit einem oder mehreren Fingern **2202** (in der Figur nicht notwendigerweise maßstabsgerecht gezeichnet) oder einem oder mehreren Stiften **2203** (in der Figur nicht notwendigerweise maßstabsgerecht gezeichnet).

[0157] Die Vorrichtung **2100** kann auch eine oder mehrere physische Schaltflächen, wie beispielsweise eine „Home“- oder eine Menüs chaltfläche **2204**, einschließen. Wie zuvor beschrieben, kann die Menüs chaltfläche **2204** dazu verwendet werden, zu einer beliebigen Anwendung **2136** in einem Satz von Anwendungen, die auf der Vorrichtung **2100** ausführbar sind, zu navigieren. Alternativ dazu kann in manchen Ausführungsformen die Menüs chaltfläche als ein Softkey in einer GUI implementiert sein, der auf dem Touchscreen **2112** angezeigt wird.

[0158] In manchen Ausführungsformen schließt die Vorrichtung **2100** den Touchscreen **2112**, die Home- oder Menüs chaltfläche **2204**, eine Drucktaste **2206** zum Ein-/Ausschalten und zum Sperren der Vorrichtung, eine oder mehrere Lautstärkeregelungsschaltflächen **2208**, einen „Subscriber Identity Module“-Kartenschlitz (SIM-Kartenschlitz) **2210**, eine Headset-Buchse **2212** und einen externen Docking-/Auf ladeanschluss **2124** ein. Die Drucktaste **2206** kann dazu verwendet werden, die Vorrichtung ein-/auszuschalten, indem die Taste gedrückt und über einen vordefinierten Zeitraum in der gedrückten Stellung gehalten wird; um die Vorrichtung zu sperren, indem die Taste gedrückt und wieder losgelassen wird, bevor der vordefinierte Zeitraum verstrichen ist; und/oder um die Sperre der Vorrichtung aufzuheben oder einen Entsperrvorgang einzuleiten. In einer alternativen Ausführungsform kann die Vorrichtung **2100** auch gesprochene Eingaben zur Aktivierung oder Deaktivierung einiger Funktionen durch das Mikrofon **2113** akzeptieren.

[0159] Die Vorrichtung **2100** kann auch eine oder mehrere Kameras **2164** einschließen. Eine Kamera **2164** kann zum Beispiel Phototransistoren oder

Lichtsensoren mit ladungsgekoppelten Vorrichtungen (CCD) oder mit komplementären Metalloxid-Halbleitern (CMOS) einschließen. Eine Kamera **2164** empfängt Licht aus dem Umfeld, das durch eine oder mehrere Linsen projiziert wird, und wandelt das Licht in ein Bild oder in ein Video-Frame darstellende Daten um. In manchen Ausführungsformen kann mindestens eine Kamera **2164** auf der Rückseite der Vorrichtung **2100** gegenüber der Touchscreen-Anzeige **2112** auf der Vorderseite der Vorrichtung angeordnet sein. In manchen Ausführungsformen kann stattdessen oder zudem mindestens eine Kamera **2164** auf der Vorderseite der Vorrichtung mit der Touchscreen-Anzeige **2112** zum Beispiel so angeordnet sein, dass das Bild des Benutzers für Videokonferenzen erhalten werden kann, während der Benutzer die anderen Teilnehmer der Videokonferenz auf der Touchscreen-Anzeige **2112** sieht. In manchen Ausführungsformen kann mindestens eine Kamera **2164** auf der Vorderseite der Vorrichtung **2100** angeordnet sein, und mindestens eine Kamera **2164** kann auf der Rückseite der Vorrichtung **2100** angeordnet sein. In manchen Ausführungsformen kann die Touchscreen-Anzeige **2112** als ein Sucher und/oder eine Benutzerschnittstelle für Anwendungen für den Erwerb von Standbildern und/oder Videosequenzen verwendet werden.

[0160] Die Vorrichtung **2100** kann Video- und Bildverarbeitungshardware und/oder -software einschließen, einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf, Videocodier- und/oder Videodecodierkomponenten, Codecs, Module oder Pipelines, die verwendet werden können, um Standbilder und/oder Video-Frames oder Videosequenzen, die über die Kamera **2164** erfasst oder anderweitig (z. B. über eine Netzwerkschnittstelle) erworben wurden, zu erfassen, zu verarbeiten, umzuwandeln, zu komprimieren, zu dekomprimieren, zu speichern, zu modifizieren, zu senden, anzuzeigen und anderweitig zu verwalten und zu handhaben. In manchen Ausführungsformen kann die Vorrichtung **2100** zudem einen oder mehrere Licht- oder andere Sensoren einschließen, die verwendet werden können, um Umgebungsbeleuchtungs- oder andere Maßzahlen aus dem Umfeld der Vorrichtung **2100** zur Verwendung bei Video- und Bilddarfassung, -verarbeitung und -anzeige zu sammeln.

[0161] Die hierin beschriebenen Verfahren können in Software, Hardware oder einer Kombination davon in verschiedenen Ausführungsformen implementiert werden. Zusätzlich kann die Reihenfolge der Blöcke der Verfahren geändert werden, und verschiedene Elemente können hinzugefügt, umgeordnet, kombiniert, weggelassen, modifiziert werden usw. Verschiedene Modifikationen und Änderungen können vorgenommen werden, wie dies für den Fachmann, der von dieser Offenbarung profitiert, offensichtlich ist. Die verschiedenen, hierin beschriebenen Ausführungsformen sollen veranschaulichend und nicht

einschränkend sein. Es sind zahlreiche Variationen, Modifikationen, Erweiterungen und Verbesserungen möglich. Dementsprechend können für Komponenten, die hierin als einzelne Instanz beschrieben sind, mehrere Instanzen bereitgestellt werden. Grenzen zwischen verschiedenen Komponenten, Operationen und Datenspeicherungen sind in gewissem Maß willkürlich, und bestimmte Operationen sind im Kontext spezifischer veranschaulichender Konfigurationen veranschaulicht. Andere Abbildungen von Funktionalitäten sind denkbar und können in den Umfang der folgenden Ansprüche fallen. Schließlich können Strukturen und Funktionalitäten, die in den Beispieldokumentationen als diskrete Komponenten dargestellt werden, als eine kombinierte Struktur oder Komponente implementiert werden. Diese und andere Variationen, Modifikationen, Erweiterungen und Verbesserungen können in den Umfang der Ausführungsformen fallen, wie er in den folgenden Ansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. System, umfassend:
ein Codiermodul, das konfiguriert ist, um:
Eingabevideodata zu empfangen, die mit einem hohen Dynamikbereich in einem ersten Farbraum dargestellt sind;
eine Tonabbildungstechnik auf die Eingabevideodata anzuwenden, um die Eingabevideodata in Videodata umzuwandeln, die mit einem geringeren Dynamikbereich in einem zweiten Farbraum dargestellt sind; und
Abbildungsmetadaten zu erzeugen, die Informationen angeben, die in der Tonabbildungstechnik verwendet werden, um die Eingabevideodata in die Videodata mit geringerem Dynamikbereich umzuwandeln;
ein Decodiermodul, das konfiguriert ist, um:
die Videodata mit geringerem Dynamikbereich und die Abbildungsmetadaten zu erhalten;
die Videodata mit geringerem Dynamikbereich aus dem zweiten Farbraum in einen dritten Farbraum umzuwandeln, um Videodata zu erzeugen, die im dritten Farbraum dargestellt sind; und
eine inverse Tonabbildungstechnik auf die im dritten Farbraum dargestellten Videodata anzuwenden, um Videodata zu erzeugen, die mit einem höheren Dynamikbereich im dritten Farbraum dargestellt sind, wobei die inverse Tonabbildungstechnik die Abbildungsmetadaten verwendet, um zumindest einen Teil des hohen Dynamikbereichs der Eingabevideodata wiederherzustellen.

2. System nach Anspruch 1,
wobei das Codiermodul ferner konfiguriert ist, um:
eine Farbskala-Abbildung auf die Eingabevideodata anzuwenden, um die Videodata aus dem ersten Farbraum in den zweiten Farbraum umzuwandeln; und

Farbskala-Abbildungsinformationen in den Abbildungsmetadaten festzuhalten; wobei zum Umwandeln der Videodaten mit geringerem Dynamikbereich aus dem zweiten Farbraum in den dritten Farbraum das Decodiermodul konfiguriert ist, Farben, die durch die Farbskala-Abbildung abgeschnitten wurden, gemäß den Farbskala-Abbildungs-informationen in den Abbildungsmetadaten wiederherzustellen.

3. System nach Anspruch 1, wobei die Tonabbildungstechnik eine lokale Tonabbildungstechnik einschließt, bei der jedes Bild in eine Vielzahl von Regionen aufgeteilt wird, eine lokale Tonkurve dynamisch für jede Region ermittelt wird und jede Region gemäß ihrer lokalen Tonkurve tonzugeordnet wird.

4. System nach Anspruch 3, wobei die Abbildungsmetadaten Informationen einschließen, welche die lokalen Tonkurven angeben, wie sie auf die Regionen in einem oder mehreren Bildern angewandt werden.

5. System nach Anspruch 4, wobei die Informationen, welche die lokalen Tonkurven angeben, räumlich innerhalb jedes Bildes komprimiert sind.

6. System nach Anspruch 4, wobei die Informationen, welche die lokalen Tonkurven angeben, zeitlich über zwei oder mehr Bilder hinweg komprimiert sind.

7. System nach Anspruch 1, wobei das Codiermodul ferner konfiguriert ist, die Videodaten mit geringerem Dynamikbereich gemäß einem komprimierten Videoformat zu codieren, um komprimierte Videodaten zu erzeugen, und wobei das Decodiermodul ferner konfiguriert ist, die komprimierten Videodaten zu decodieren, um die Videodaten mit geringerem Dynamikbereich zu erhalten.

8. System nach Anspruch 7, wobei es sich bei dem komprimierten Videoformat um eines handelt von einem „H.264/Advanced Video Coding(AVC)“-Format oder einem „H.265 High Efficiency Video Coding(HEVC)“-Format.

9. System nach Anspruch 1, wobei das Decodiermodul ferner konfiguriert ist, die inverse Tonabbildungstechnik, wie sie auf die Videodaten angewandt wird, gemäß einem Dynamikbereich einer Zielanzeige anzupassen, um die Videodaten zu erzeugen, die mit dem Dynamikbereich der Zielanzeige dargestellt sind.

10. System nach Anspruch 1, wobei das Decodiermodul ferner konfiguriert ist, die inverse Tonabbildungstechnik, wie sie auf die Videodaten angewandt wird, gemäß aktuellen Umfeldbedingungen bei einer Zielanzeige dynamisch anzupassen, um die Videodaten zu erzeugen, die mit einem Dynamikbereich

dargestellt sind, der zum Betrachten in den aktuellen Umfeldbedingungen der Zielanzeige angepasst ist.

11. System nach Anspruch 10, wobei die Umfeldbedingungen Umgebungsbeleuchtungsbedingungen und einen Abstand zu einem oder mehreren Betrachtern einschließen.

12. System nach Anspruch 1, wobei es sich bei dem ersten und dem dritten Farbraum um RGB-Farbräume handelt, und wobei es sich beim zweiten Farbraum um einen YUV-Farbraum handelt.

13. System nach Anspruch 1, wobei das Codiermodul und das Decodiermodul auf einer einzigen Vorrichtung implementiert sind.

14. System nach Anspruch 1, wobei das Codiermodul und das Decodiermodul auf unterschiedlichen Vorrichtungen implementiert sind.

15. System nach Anspruch 1, wobei das Codiermodul und das Decodiermodul Komponenten eines Systems auf einem Chip (SOC) sind.

16. Verfahren, umfassend:
Durchführen der folgenden Schritte durch ein Codiermodul:

Empfangen von Eingabevideodataen, die mit einem hohen Dynamikbereich dargestellt sind;
Anwenden einer Tonabbildung auf die Eingabevideodataen, um die Eingabevideodataen in Videodataen umzuwandeln, die mit einem geringeren Dynamikbereich dargestellt sind;

Anwenden einer Tonabbildung auf die Eingabevideodataen, die mit einem geringeren Dynamikbereich dargestellt sind;

Codieren der Videodataen mit geringerem Dynamikbereich gemäß einem komprimierten Videoformat, um komprimierte Videodataen zu erzeugen; und Bereitstellen der komprimierten Videodataen und der Abbildungsmetadaten für ein oder mehrere Anzeigemodule;

Durchführen der folgenden Schritte durch ein Anzeigemodul:

Decodieren der komprimierten Videodataen, um dekomprimierte Videodataen zu erhalten, die mit dem geringeren Dynamikbereich dargestellt sind; und

Anwenden einer inversen Tonabbildung auf die dekomprimierten Videodataen, um Videodataen zu erzeugen, die mit einem höheren Dynamikbereich dargestellt sind, wobei die inverse Tonabbildung die Abbildungsmetadaten verwendet, um zumindest einen Teil des hohen Dynamikbereichs der Eingabevideodataen wiederherzustellen.

17. Verfahren nach Anspruch 16, ferner umfassend ein Anzeigen der Videodataen, die mit dem höhe-

ren Dynamikbereich dargestellt sind, für eine Hoch-dynamikbereich-Anzeige (HDR-fähige Anzeige).

18. Verfahren nach Anspruch 16, wobei das Anwenden der Tonabbildung auf die Eingabevideodata Folgendes umfasst:

für jedes Video-Frame dynamisches Ermitteln einer lokalen Tonkurve für jede einer Vielzahl von Regionen im Frame; und

Tonabbilden jeder Region gemäß ihrer jeweiligen lokalen Tonkurve,

wobei die Abbildungsmetadata Informationen einschließen, welche die lokalen Tonkurven angeben, wie sie auf die Regionen angewandt werden.

19. Einrichtung, umfassend:

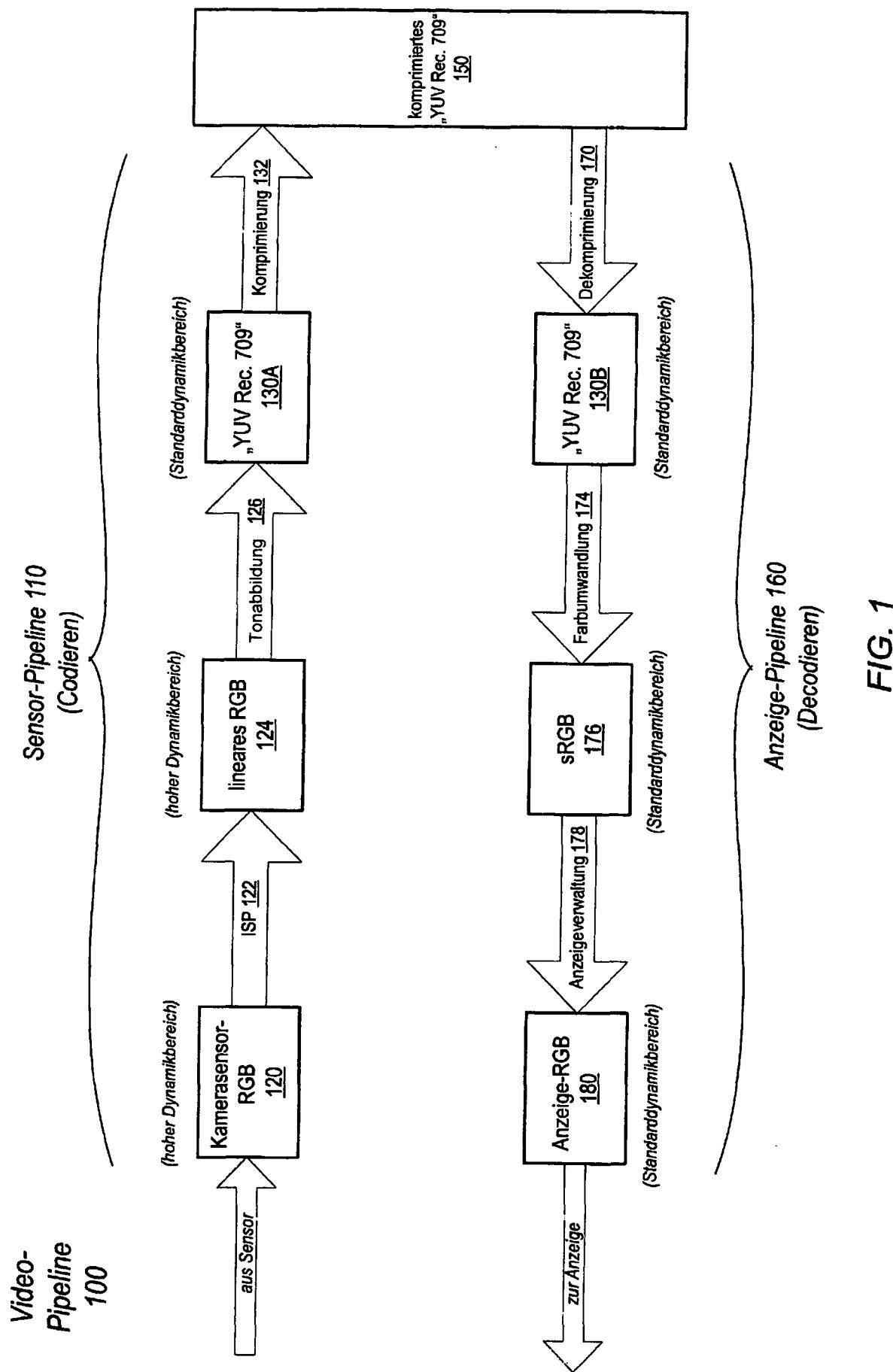
ein Codiermodul, das konfiguriert ist, um:
eine Tonabbildung auf die Eingabevideodata anzuwenden, die mit einem hohen Dynamikbereich dargestellt sind, um Videodata zu erzeugen, die mit einem geringeren Dynamikbereich dargestellt sind;
die Videodata mit geringerem Dynamikbereich gemäß einem komprimierten Videoformat zu codieren, um komprimierte Videodata zu erzeugen; und
die komprimierten Videodata und die Metadaten, die Informationen einschließen, die beim Tonabbilden verwendet werden, auszugeben;

ein Decodiermodul, das konfiguriert ist, um:
die komprimierten Videodata zu decodieren, um dekomprimierte Videodata zu erhalten, die mit dem geringeren Dynamikbereich dargestellt sind;
eine inverse Tonabbildung auf die dekomprimierten Videodata anzuwenden, um Videodata zu erzeugen, die mit einem höheren Dynamikbereich dargestellt sind, wobei die inverse Tonabbildungstechnik die Abbildungsmetadata verwendet, um mindestens einen Teil des hohen Dynamikbereichs der Eingabevideodata wiederherzustellen.

20. Einrichtung nach Anspruch 19, wobei das Decodiermodul ferner konfiguriert ist, um eine Tonabbildung auf die Videodata anzuwenden, die mit einem höheren Dynamikbereich dargestellt sind, um Standarddynamikbereich-Videodata (SDR-Videodata) zu erzeugen.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



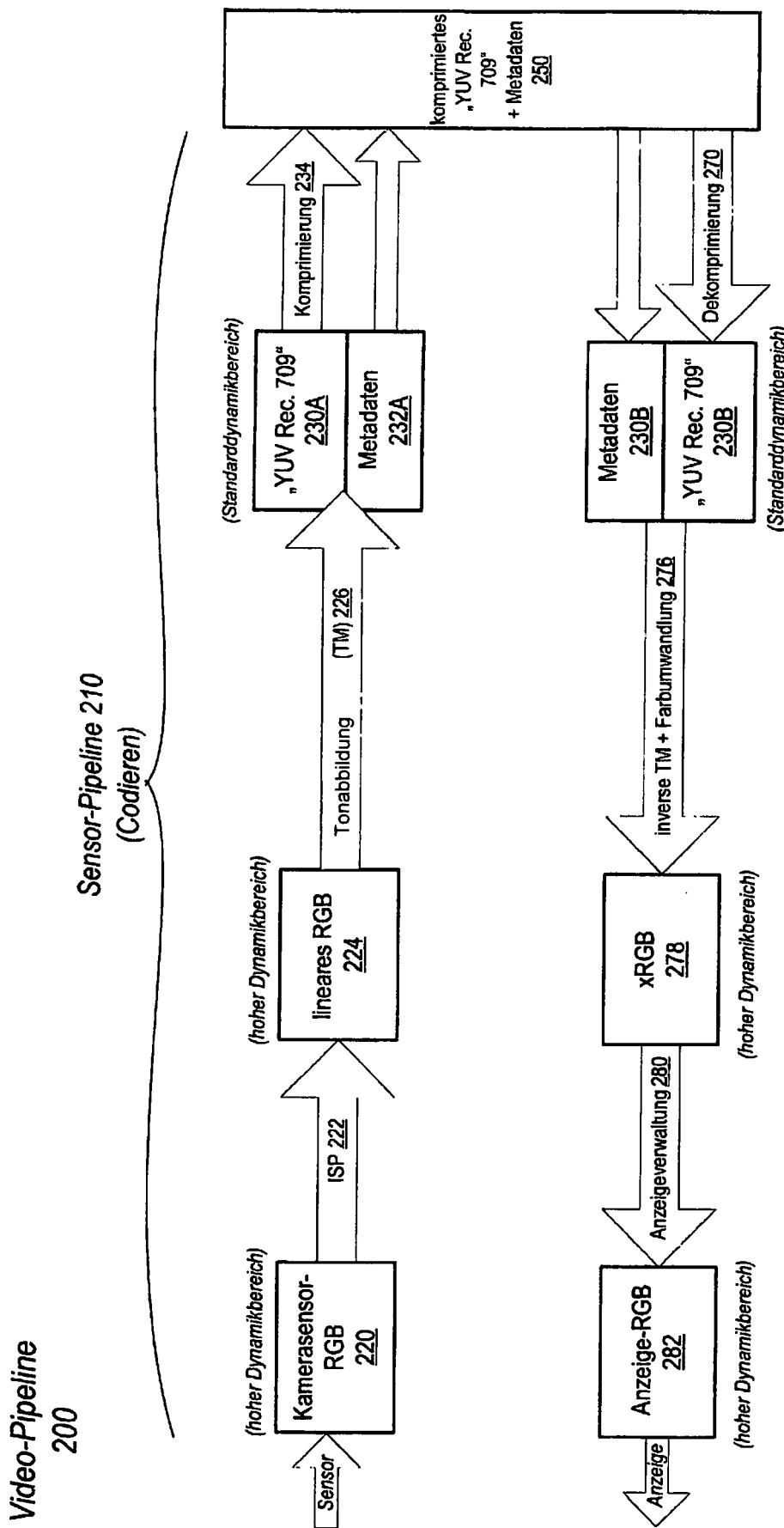


FIG. 2

Video-Pipeline

300

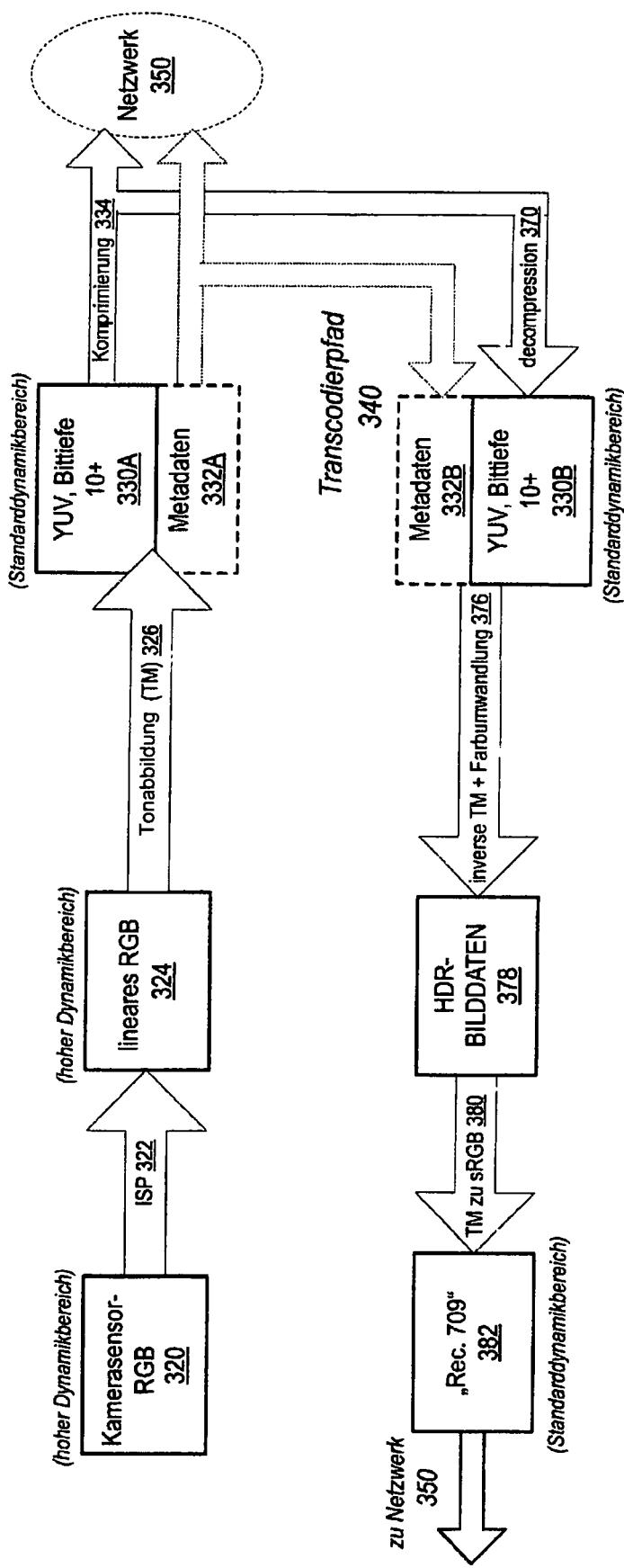


FIG. 3

Beispielbild

400

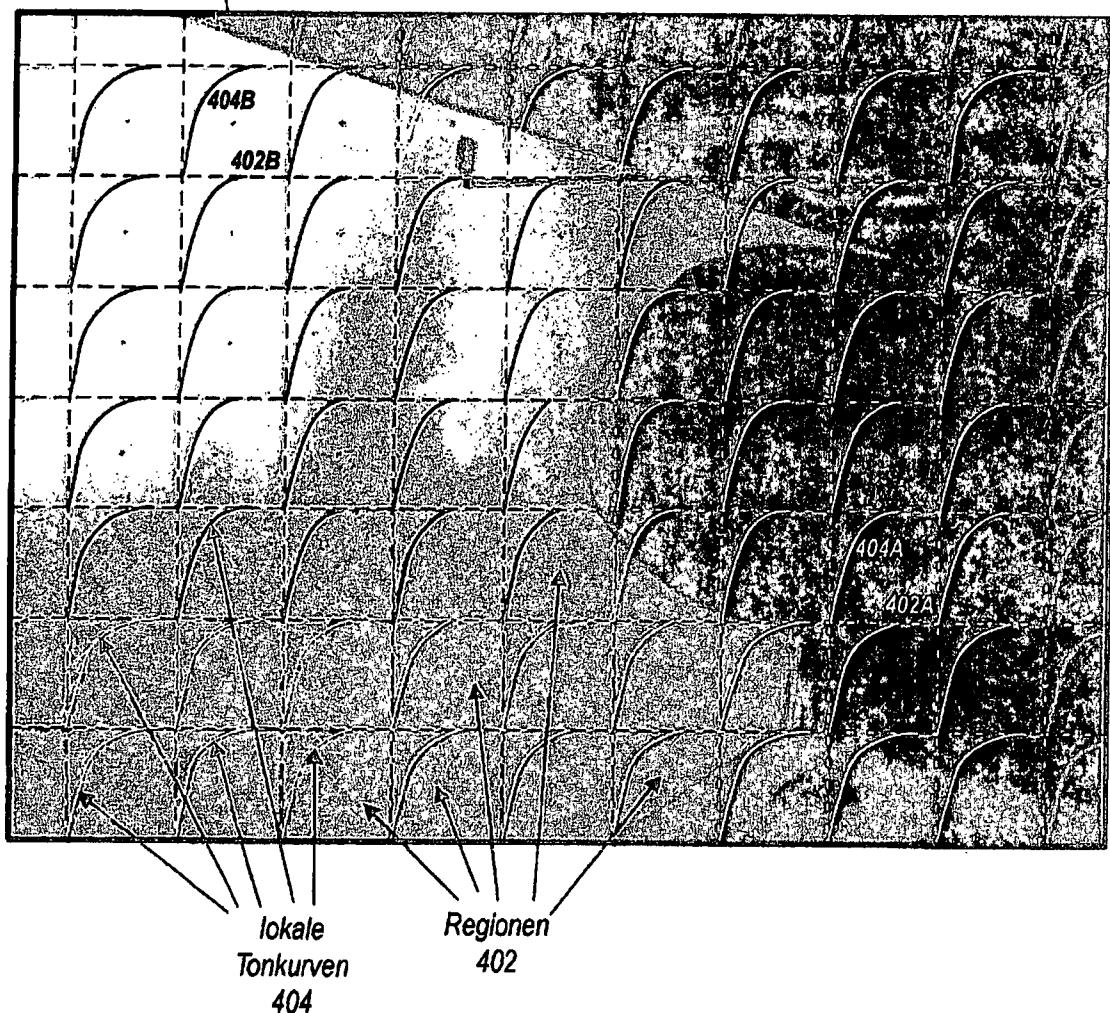


FIG. 4

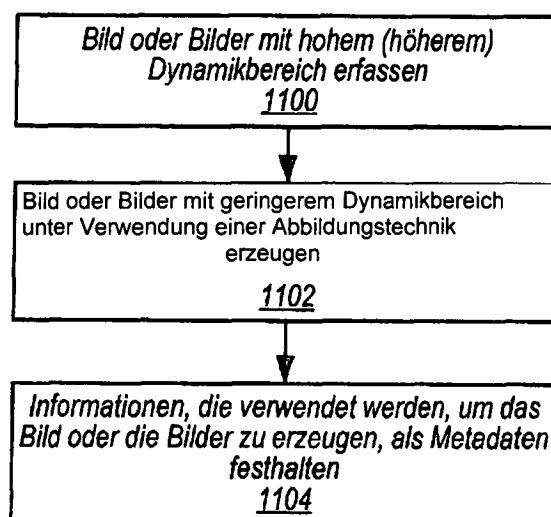


FIG. 5

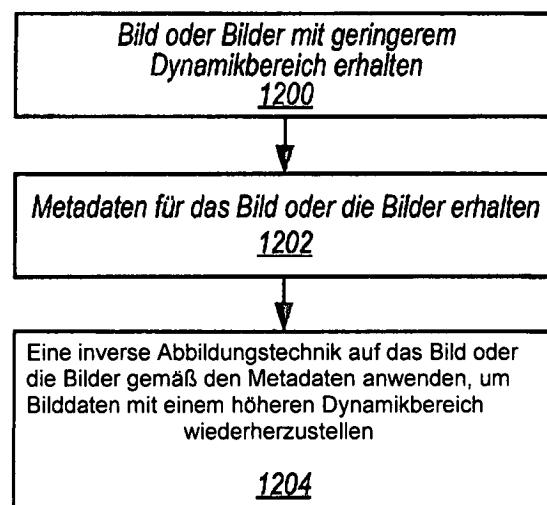


FIG. 6

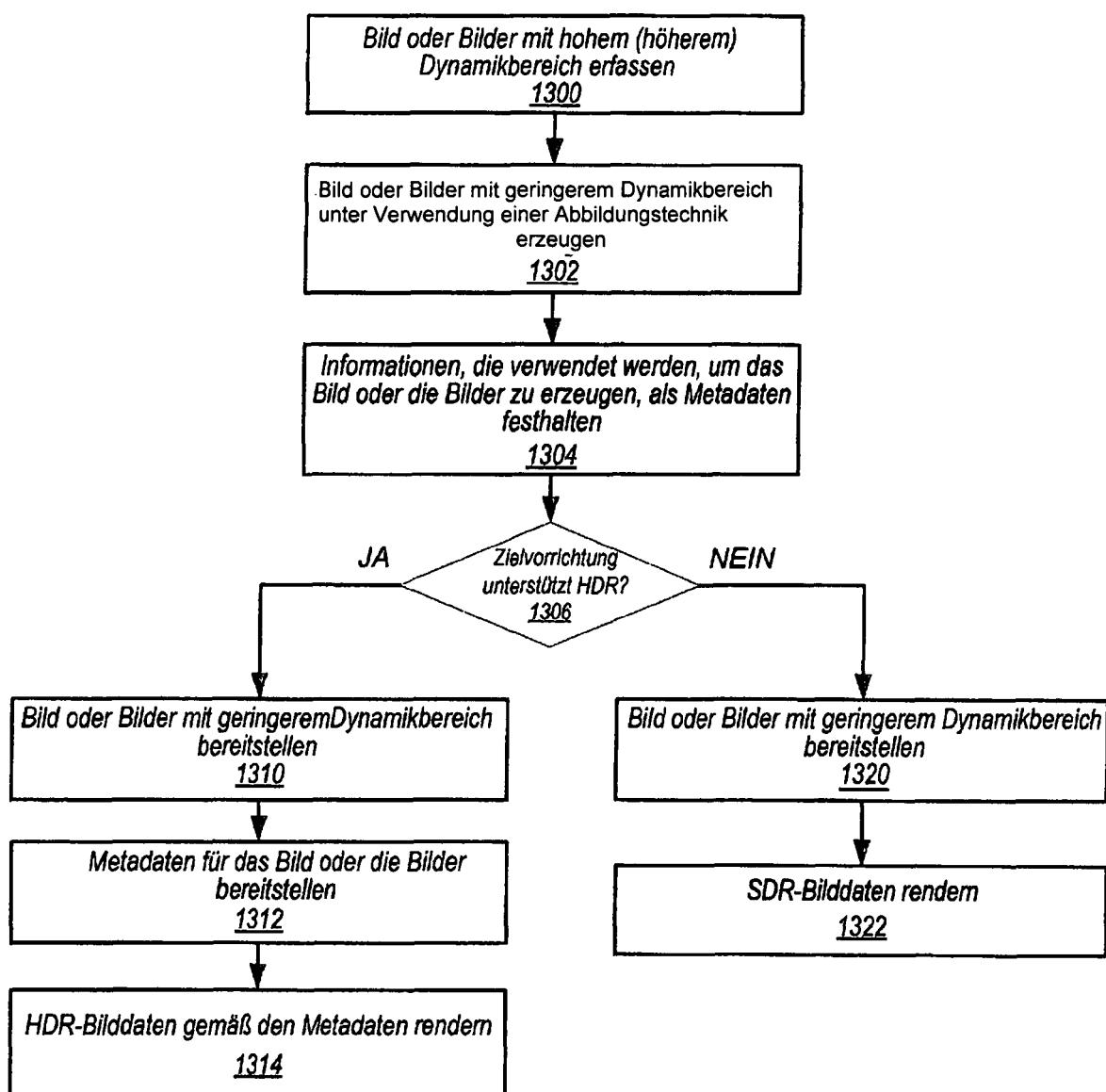


FIG. 7

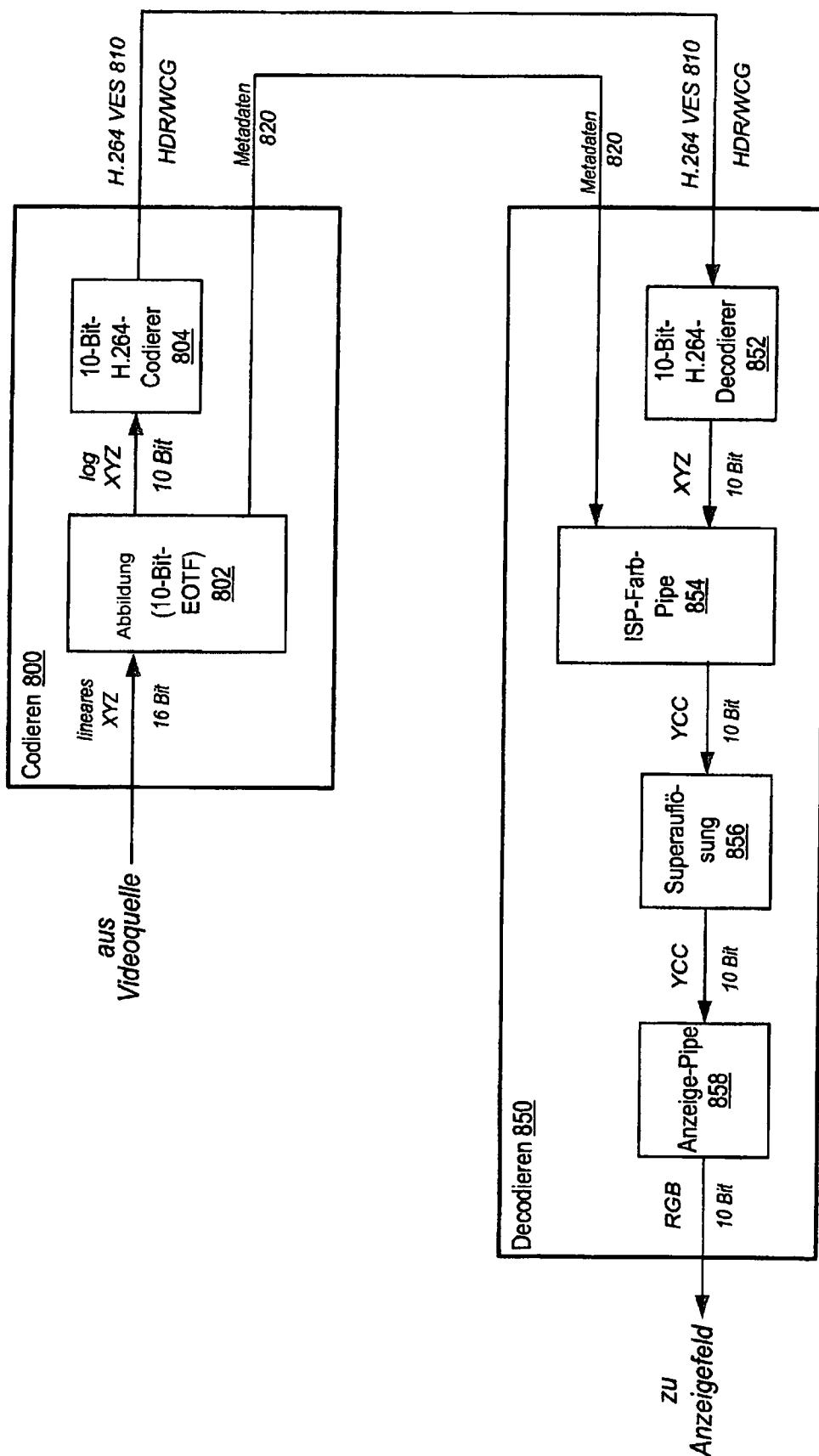


FIG. 8

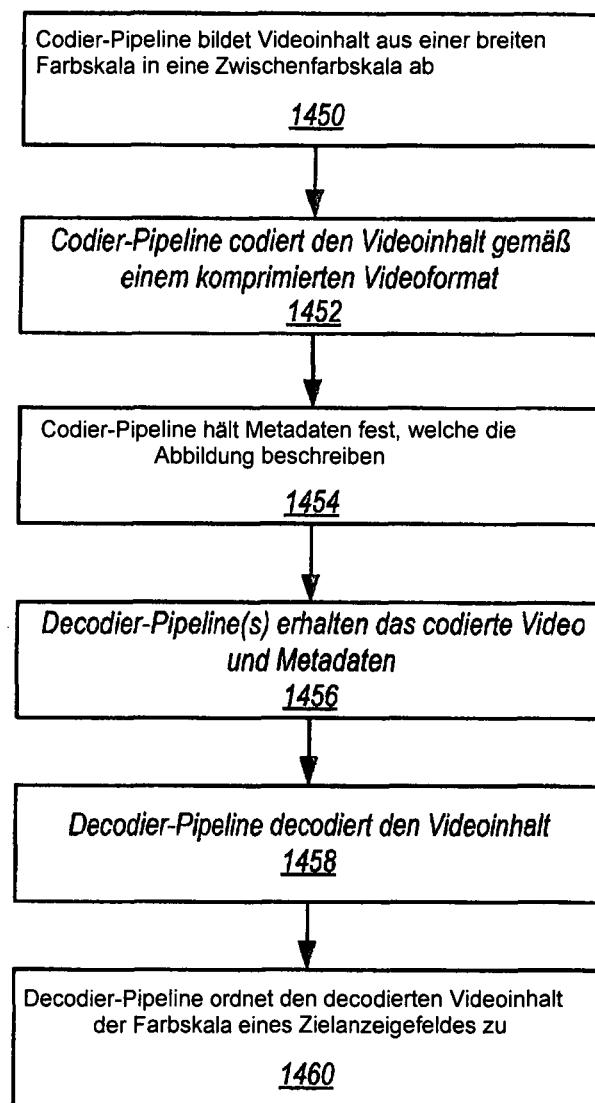


FIG. 9

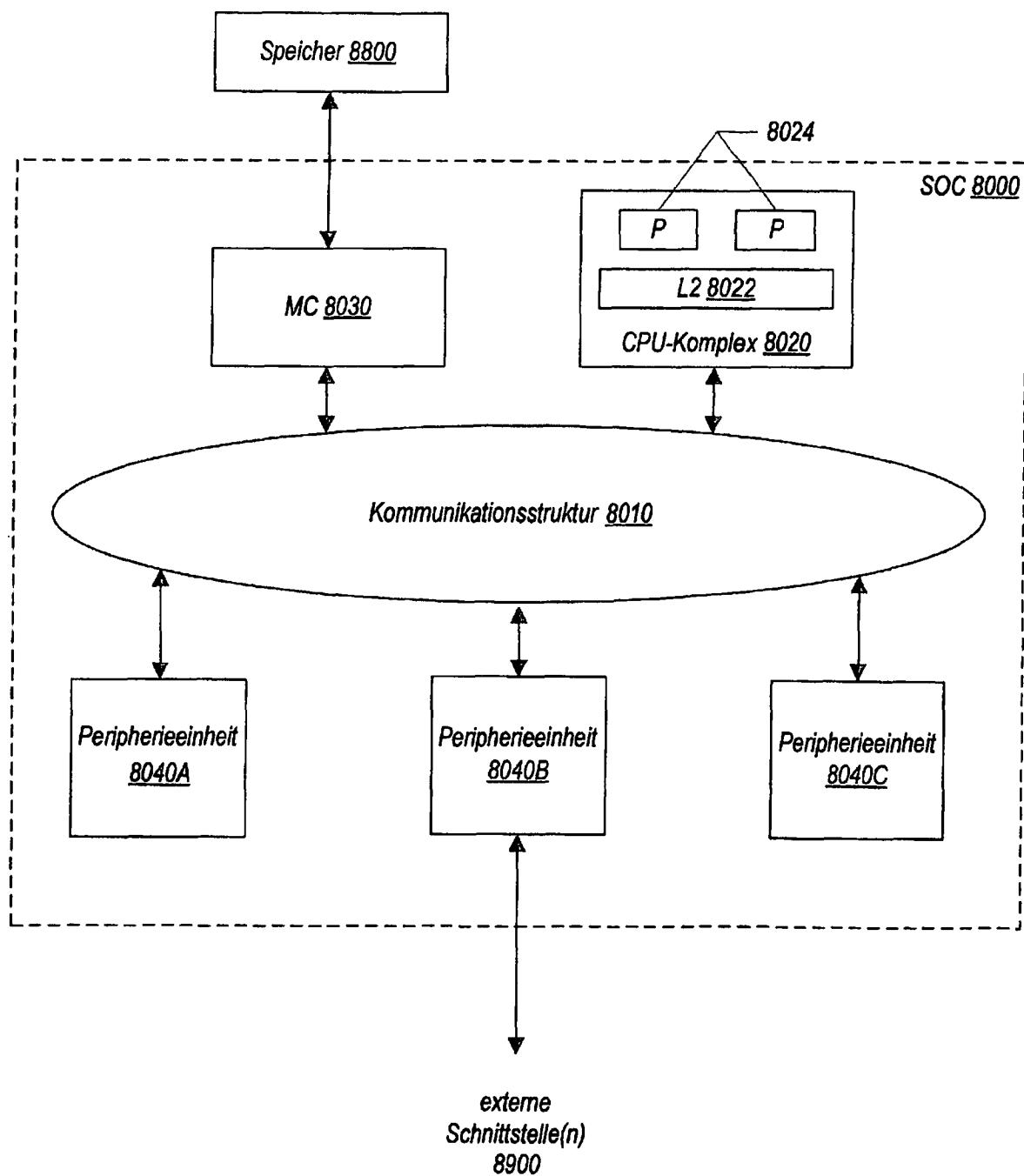


FIG. 10

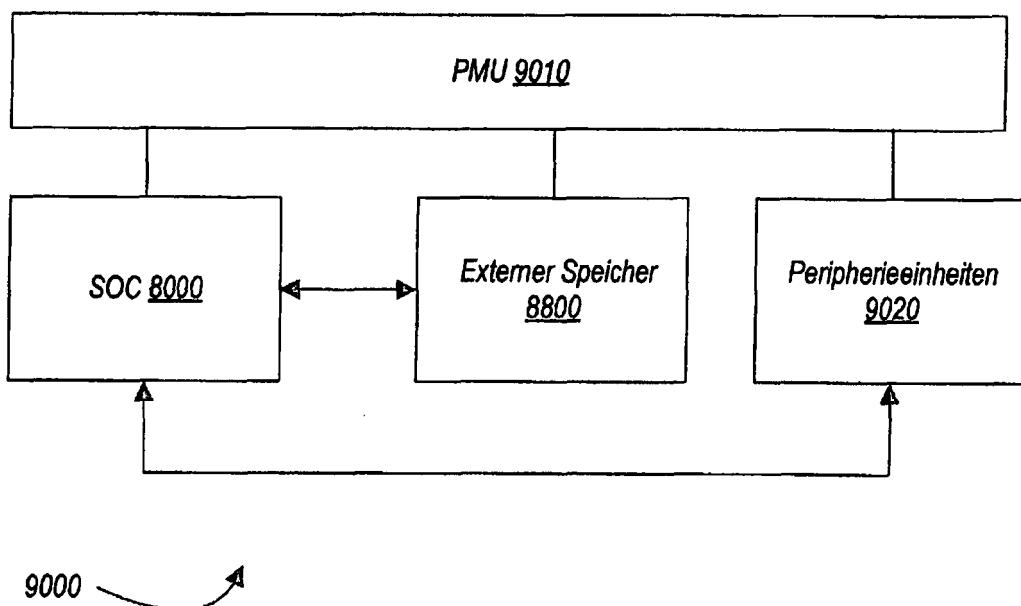


FIG. 11

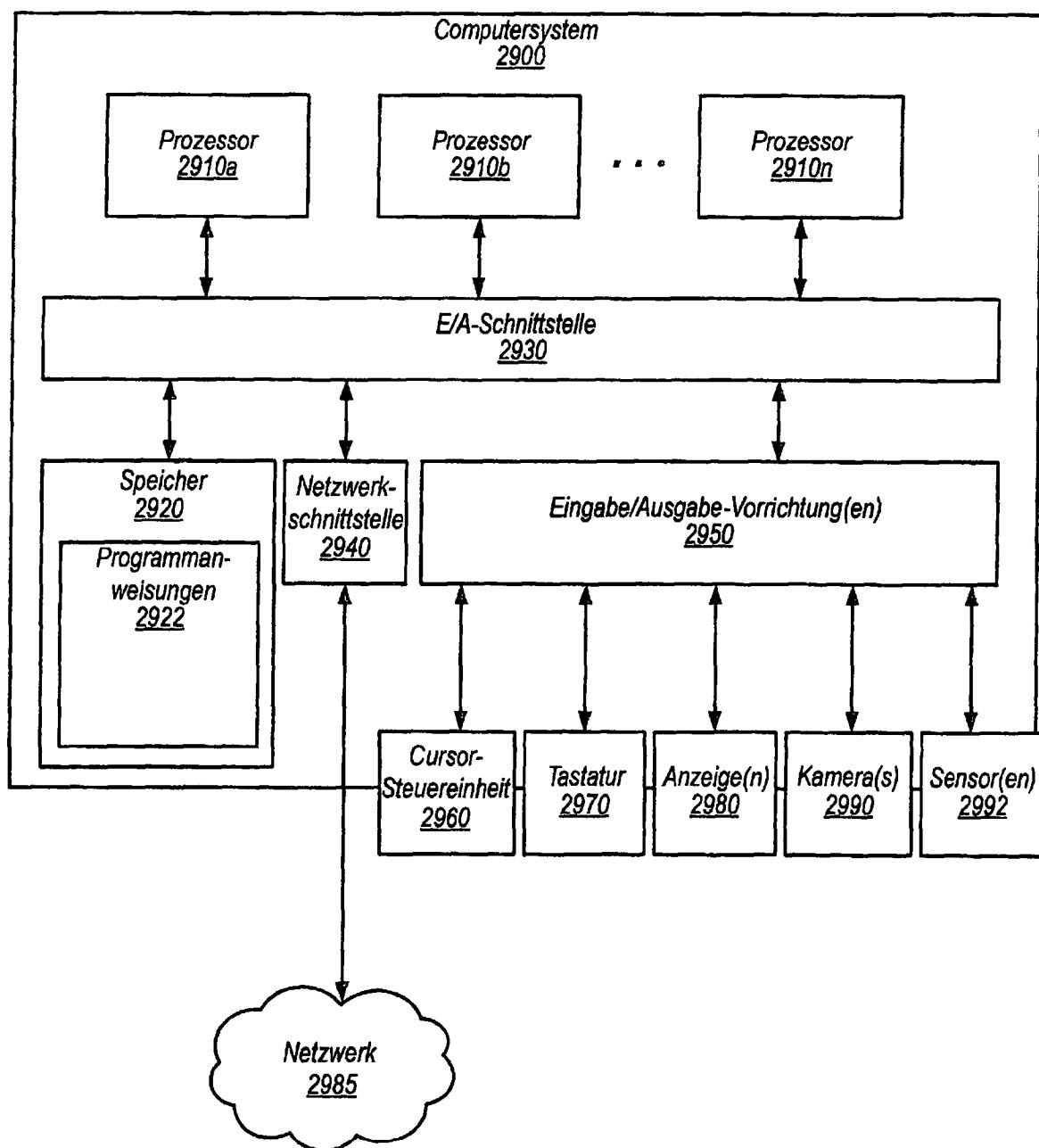


FIG. 12

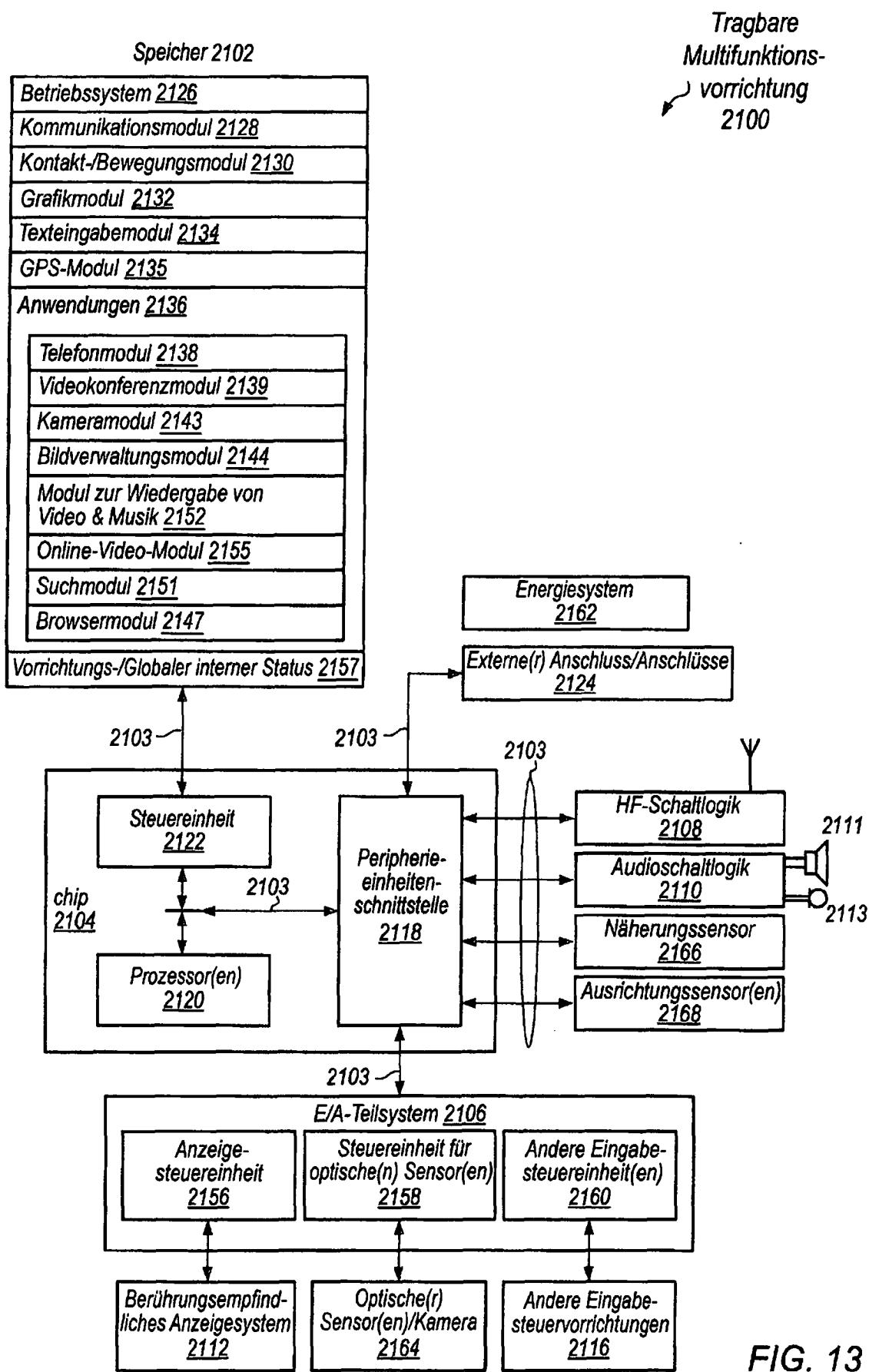


FIG. 13

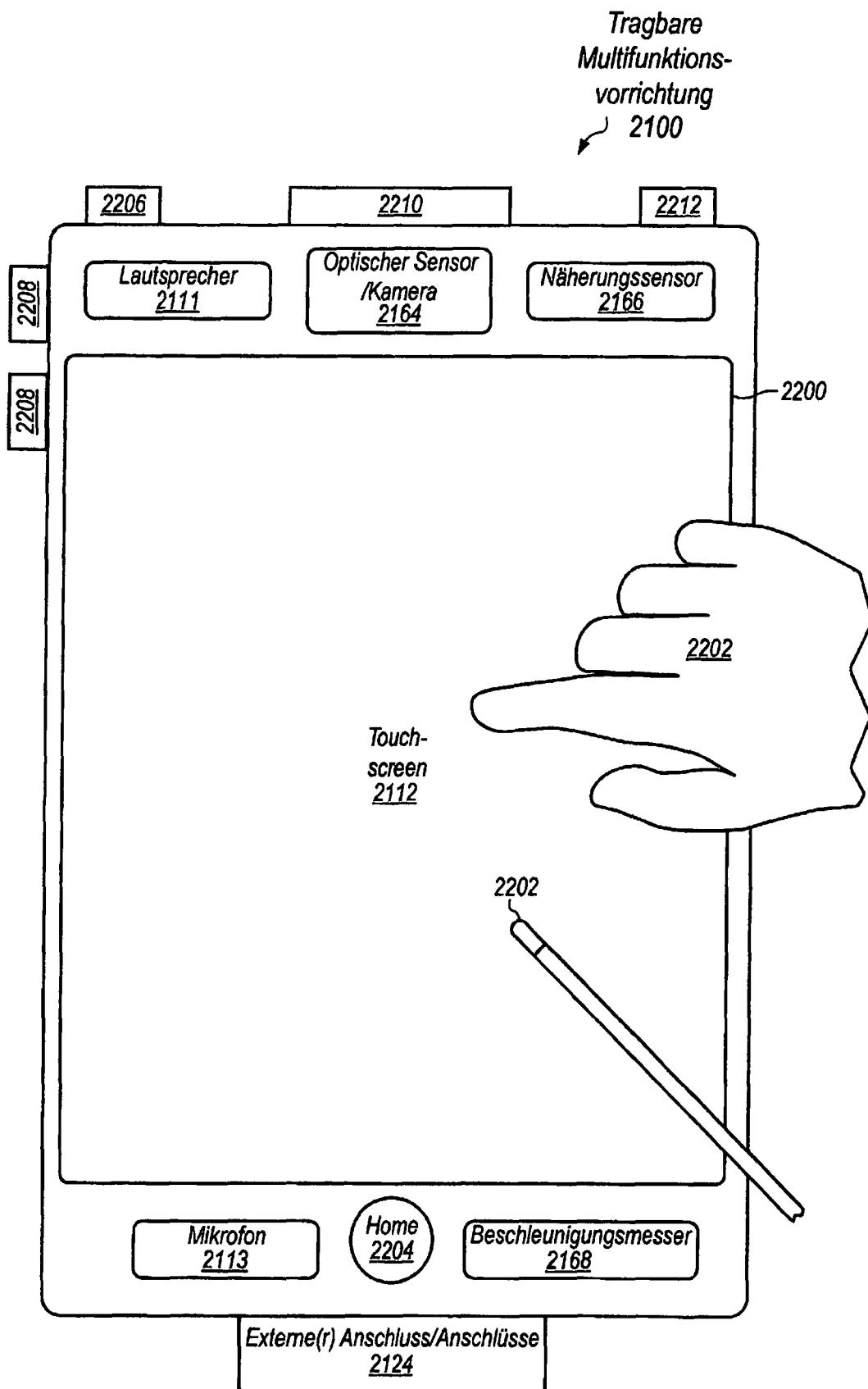


FIG. 14