



(10) **DE 11 2014 000 508 T5** 2015.11.19

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/116682**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 000 508.8**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2014/012518**  
(86) PCT-Anmeldetag: **22.01.2014**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.07.2014**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **19.11.2015**

(51) Int Cl.: **A61B 6/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**US-13/746,911**      **22.01.2013**      **US**  
  
(71) Anmelder:  
**GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady,  
N.Y., US**

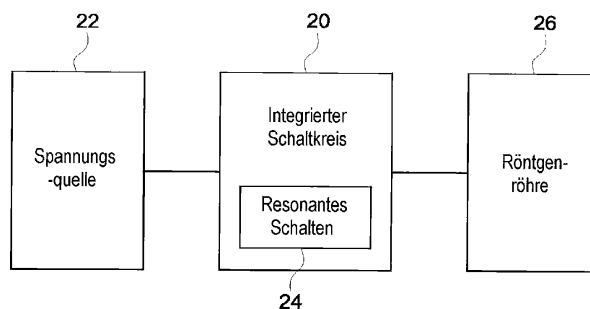
(74) Vertreter:  
**Rüger, Barthelt & Abel, 73728 Esslingen, DE**

(72) Erfinder:  
**Caiafa, Antonio, Niskayuna, N.Y., US**

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

(54) Bezeichnung: **Systeme und Verfahren für schnelles Hochspannungsschalten in einem Röntgensystem**

(57) Zusammenfassung: Verschiedene der offenbarten Ausführungsformen sehen Systeme und Verfahren in einem Röntgenbildgebungssystem, wie beispielsweise einem CT-System, vor, die ein schärferes Schalten zwischen hohen und niedrigen Spannungen an einer Röntgenröhre ermöglichen. Gewisse Ausführungsformen von Schaltkreisen speichern und entladen Energie, um Spannungsanstiegs- und -abfallzeiten zu verbessern. Diese Schaltkreise können die Effekte von Verlusten, Hysteresesyklen und Verlustströmen mildern. Genauer gesteuerte Spannungsanstiegs- und -abfallzeiten können die Synchronisierung der Emission und Erfassung von Röntgenstrahlen verbessern.



**Beschreibung****HINTERGRUND**

**[0001]** Der hier offenbarte Gegenstand betrifft allgemein Spannungsschaltungssysteme und speziell Verfahren und Einrichtungen zum Spannungsschalten in Bildgebungssystemen, z.B. in diagnostischen Röntgenbildgebungssystemen.

**[0002]** In herkömmlichen Computertomographie-(CT)-Röntgenbildgebungssystemen emittiert eine Röntgenstrahlenquelle ein konusförmiges Röntgenstrahlbündel in Richtung einer Person oder eines Objekts, beispielsweise eines Patienten oder Gepäckstücks. Der Strahl fällt, nachdem er durch das Objekt geschwächt wurde, auf ein Array von Strahlungsdetektoren ein. Die Intensität der an dem Detektorarray aufgefangenen geschwächten Strahlung hängt von der Schwächung des Röntgenstrahls durch den Patienten ab. Jedes Detektorelement des Detektorarrays erzeugt ein unabhängiges elektrisches Signal, das die Röntgenstrahlungsintensität kennzeichnet, die durch jenes spezielle Detektorelement aufgenommen ist. Die elektrischen Signale werden quantifiziert und einem Datenverarbeitungssystem zur Analyse übergeben, mit dem allgemeinen Ergebnis der Wiedergabe eines Bildes.

**[0003]** CT-Bildgebungssysteme können Energiediskriminierungs-(ED)-, Multi-Energie(ME)- und/oder Dual-Energie(DE)-CT-Bildgebungssysteme aufweisen, die als ein EDCT-, MECT- und/ oder DECT-Bildgebungssystem bezeichnet sein können. Die EDCT-, MECT- und/oder DECT-Bildgebungssysteme sind dazu eingerichtet, energiesensitive Projektionsdaten zu erfassen. Die energiesensitiven Projektionsdaten können mittels mehrfach angewandter Röntgenstrahlspektren akquiriert werden, indem die Betriebsspannung der Röntgenröhre modifiziert wird oder Röntgenstrahlfiltertechniken (z.B. energiesensitive Röntgenstrahlerzeugungstechniken) genutzt werden, oder durch energiesensitive Datenakquisition durch den Detektor mittels Energiediskriminierung oder mittels Photonen zählender Detektoren oder Zweischicht-Detektoren (z.B. energiesensitiver Röntgenstrahlerfassungstechniken).

**[0004]** Im Zusammenhang mit Röntgenstrahlerzeugungstechniken nutzen unterschiedliche Systemanordnungen eine Modifikation der Betriebsspannung der Röntgenröhre, einschließlich: (1) Akquisition von Projektionsdaten von zwei aufeinanderfolgenden Abtastungen des Objekts mittels unterschiedlicher Betriebsspannungen der Röntgenröhre, (2) Akquisition von Projektionsdaten mittels schnellen Umschaltens der Betriebsspannung der Röntgenröhre, um Niederenergie- und Hochenergie-Informationen für einen abwechselnden Teilsatz von Projektionsansichten zu akquirieren, oder (3) zeitgleiche Akquisition von ener-

giesensitiven Informationen unter Verwendung mehrerer Bildgebungssysteme mit unterschiedliche Betriebsspannungen der Röntgenröhre.

**[0005]** EDCT/MECT/DECT stellt eine Energiediskriminierungsfähigkeit bereit, die eine Materialcharakterisierung ermöglicht. Beispielsweise verwendet das System bei Abwesenheit von Objektstreuung Signale von zwei angewendeten Photonenpektren, nämlich von dem einfallenden Röntgenstrahlspektrum niedriger Energie und hoher Energie. Die Niederenergie- und Hochenergie-Spektren der einfallenden Röntgenstrahlen sind gewöhnlich durch die durchschnittlichen Energien der angewendeten Röntgenstrahlen gekennzeichnet. Beispielsweise weist das Niederenergie-Röntgenstrahlspektrum Röntgenstrahlphotonen mit Photonen niedrigerer Energie auf, woraus sich eine geringere durchschnittliche Energie im Verhältnis zu dem Hochenergie-Röntgenstrahlspektrum ergibt. Die detektierten Signale von Röntgenspektren niedriger und hoher Energie, entweder von zwei unterschiedlichen verwendeten Spektren (Röntgenstrahlerzeugungstechniken) oder durch Bereiche ein und desselben angewendeten Spektrums (Röntgenstrahlerfassungstechniken) stellen ausreichende Informationen bereit, um die tatsächliche Ordnungszahl des abgebildeten Materials zu berechnen. Gewöhnlich werden Röntgenstrahlschwächungsmechanismen (Compton-Streuung oder photoelektrische Absorption) oder die energiesensitiven Schwächungseigenschaften von zwei Basisstoffen (gewöhnlich Wasser und Calcium im Falle einer Abtastung von Patienten) verwendet, um eine Berechnung der tatsächlichen Ordnungszahl zu ermöglichen.

**[0006]** Durch eine Dual-Energie-Abtastung lassen sich diagnostische CT-Bilder erhalten, die die Kontrasttrennung in dem Bild durch Verwendung energiesensitiver Messungen verbessern. Um die Verarbeitung der energiesensitiven Messwerte zu erleichtern, sollte das verwendete Röntgenstrahlspektrum während einer Integrationsperiode konstant sein. Beispielsweise sollten derartige CT-Systeme, die (im Gegensatz zu zwei getrennten Abtastungen) überlagerte Teilsätze von Projektionsdaten niedriger und hoher Energie akquirieren, die Beschleunigungsspannung während eines Akquisitionsintervalls im Betrieb stabil aufrechterhalten. Außerdem sollte der Wechsel von einem Spannungspegel zu einem anderen Spannungspegel sehr schnell geschehen. Weniger stabile Röntgenröhrenbetriebsspannungen und/ oder längere Betriebsspannungsumschaltzeiten haben eine Verringerung der Differenz einer effektiven mittleren Energie (dem Durchschnitt der mittleren Energie eines zeitlich veränderlichen Röntgenstrahlspektrums) der angewendeten Röntgenspektren zur Folge, was die Zuverlässigkeit des Systems für die Charakterisierung unterschiedlicher Materialien verringert.

**[0007]** Während ein Schalten des Röntgenröhrenspannungspotentials (der Spannung) beispielsweise unter Verwendung von Hochfrequenzgeneratoren einige der Probleme im Zusammenhang mit einer herkömmlichen Dual-Energie-Abtastung (d.h. einer Akquisition energiesensitiver Projektionsdaten zu abwechselnden Abtastungen des Objekts) lösen kann, stellt eine derartige Konfiguration daher nicht immer die Schaltgeschwindigkeit bereit, die für gewisse Bildgebungsanwendungen erforderlich ist. Beispielsweise lässt sich eine kardiale Bildgebung aufgrund der kardialen Bewegung durch einfaches Schalten des Röntgenstrahlquellenpotentials zwischen zwei aufeinanderfolgende Abtastungen des menschlichen Thorax nicht effizient durchführen. Außerdem reicht die Schaltgeschwindigkeit des Röntgenröhrenpotentials für Systeme, die für Teilsätze von Projektionswinkeln ein schnelles Schalten des Röntgenstrahlpotentials verwenden, für die hohen Gantrydrehzahlen, die erforderlich sind, um eine Bewegung für eine kardiale Bildgebung einzufrieren, möglicherweise nicht aus. Teilweise aufgrund der Kapazität des Kabels, das die Einrichtung und die Röntgenröhre verbindet, besteht häufig eine Verzögerung der Ansprechzeit des umgeschalteten Betriebspotentials zwischen dem Hochfrequenzgenerator und der Röntgenröhre.

**[0008]** Die Verzögerung der Ansprechzeit hängt von der Röntgenstrahlstromstärke der Röntgenröhre ab, da die Röntgenstrahlstromstärke die Entladung der betreffenden Systemkapazität ebenfalls entweder fördert oder hemmt. Dementsprechend ist die Anstiegszeit beim Umschalten des Generators von einem ersten (niedrigen) Spannungspegel, oder einem niedrigen kVp-Pegel, zu einem zweiten (hohen) Spannungspegel, oder einem hohen kVp-Pegel, durch die Leistung des Hochspannungsgenerators beschränkt, was im Falle einer Dual-Energie-Bildgebung in vielen medizinischen Anwendungen möglicherweise suboptimal ist. Ebenso ist die Abfallzeit zwischen dem Umschalten des hohen kVp-Pegels zu einem niedrigen kVp-Pegel aufgrund der Notwendigkeit der Entladung der Systemkapazität im Allgemeinen sehr lang, was die Energietrennung der angewendeten Spektren effektiv reduziert, was eine Reduktion der Empfindlichkeit der Materialcharakterisierung und somit der Effizienz der Dual-Energie-Bildgebung zur Folge hat. Als solche führten diese unzureichenden Schaltgeschwindigkeiten häufig zu Projektionsdatenpaarinkonsistenzen, mit der Folge von Streifenartefakten in rekonstruierten Bildern. Außerdem nutzen viele industrielle CT-Systeme für Gepäckuntersuchung stationäre Anodenröhrenanordnungen, die eine Röntgenstrahlstromstärke aufweisen, die um eine Größenordnung oder mehr geringer ist als die Röntgenstrahlstromstärke, die bei einem medizinischen CT-Systemen verwendet wird, das eine Technologie mit rotierender Anode einsetzt. Als solche ist die Zeit, die benötigt wird, um die Be-

triebsspannung der Röntgenröhre umzuschalten, untragbar lang.

**[0009]** Für radiographische Röntgenbildgebungssysteme treffen die oben erwähnten Nachteile ebenfalls zu. Radiographische Röntgensysteme akquirieren eine oder mehrere Ansichten des Bildgebungsobjekts, das möglicherweise in Form zweidimensionaler Projektionsbilder oder in manchen Fällen, in denen mehrere Mehrfachprojektionsdaten akquiriert werden, als dreidimensionale Bilder dargestellt werden, die mittels Tomosynthesetechniken erzeugt sind. Die oben erwähnten Beschränkungen im Zusammenhang mit der Schaltgeschwindigkeit treffen beispielsweise wegen der Kapazität des Hochspannungskabels, das den Generator mit der Röntgenröhre verbindet, der Röntgenröhrenkapazität selbst, der Leistung des Generators und der Röntgenstrahlstromstärke, die die Schaltgeschwindigkeit begrenzen können, auf Röntgenradiographie- oder Tomosynthese-Systeme zu.

#### KURZBESCHREIBUNG

**[0010]** Bestimmte Ausführungsformen betreffen ein elektronisches System zur Verbesserung einer Energiesystemsteuerung, zu dem gehören: eine erste Induktivität, die einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; eine Schaltanordnung, die aufweist: eine erste Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist; eine zweite Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist; einen ersten Schalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; und einen zweiten Schalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; ein Kondensator, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; und ein Energiebeeinflussungsschaltkreis, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist, wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem zweiten Anschluss des ersten Schalters elektrisch verbunden ist, wobei die Induktivität, die Schaltanordnung und der Kondensator mit der wenigstens einen Spannungsquelle elektrisch in Reihe verbunden sind.

**[0011]** In einigen Ausführungsformen sind die Induktivität, die Schaltanordnung und der Kondensator mit mindestens einer Spannungsquelle elektrisch in Reihe geschaltet. In einigen Ausführungsformen ist der Anodenanschluss der ersten Diode mit dem Anodenanschluss der zweiten Diode elektrisch verbunden; wobei der erste Anschluss des ersten Schalters mit dem Kathodenanschluss der ersten Diode elektrisch verbunden ist und der zweite Anschluss des ersten Schalters mit dem Anodenanschluss der ersten Diode elektrisch verbunden ist, wobei der erste Anschluss des zweiten Schalters mit dem Anodenanschluss der zweiten Diode elektrisch verbunden

ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters mit dem Kathodenanschluss der zweiten Diode elektrisch verbunden ist, und wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem Anodenanschluss der ersten Diode elektrisch verbunden ist.

**[0012]** In einigen Ausführungsformen weist das System zusätzlich eine Schaltzeitsteuerungseinheit auf, die mit sämtlichen der Schalter verbunden ist, wobei die Schaltzeitsteuerung eine Routine zur Berechnung des Ein- und Ausschaltzeitakts der Schalter aufweist, um an dem Kondensator nach einem Übergang von Niedrig (Low) zu Hoch (High) und einem Übergang von Hoch zu Niedrig geeignete Anfangsbedingungen wiederherzustellen. In einigen Ausführungsformen enthält der Energiebeeinflussungsschaltkreis einen Widerstand. In einigen Ausführungsformen enthält der Energiebeeinflussungsschaltkreis: einen Widerstand, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; eine zweite Induktivität, die einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; und eine dritte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist, wobei die zweite Induktivität mit dem Widerstand elektrisch in Reihe verbunden ist, wobei die zweite Induktivität und der Widerstand gemeinsam mit der dritten Diode parallel geschaltet sind, wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem Kathodenanschluss der dritten Diode elektrisch verbunden ist. In einigen Ausführungsformen enthält der Energiebeeinflussungsschaltkreis: einen dritten Schalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; eine zweite Induktivität, die einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; eine dritte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist; und eine vierte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist, wobei die zweite Induktivität über einen elektrischen Knoten mit dem dritten Schalter elektrisch in Reihe verbunden ist und die zweite Induktivität und der dritte Schalter gemeinsam mit der dritten Diode parallel geschaltet sind, wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem Kathodenanschluss der dritten Diode elektrisch verbunden ist und wobei der Anodenanschluss der vierten Diode mit dem elektrischen Knoten elektrisch verbunden ist.

**[0013]** In einigen Ausführungsformen enthalten der erste Schalter und der zweite Schalter Bipolartransistoren, MOSFETs, IGBTs, einen Thyristor oder eine beliebige Schaltvorrichtung, wobei die Schaltvorrichtung aus Si (Silizium), SiC (Siliziumkarbid), Galliumnitrid oder einem beliebigen sonstigen Halbleitermaterial hergestellt sein kann, das zur Ausbildung einer Schaltvorrichtung geeignet ist. In einigen Ausführungsformen enthält die wenigstens eine Spannungsquelle mehrere um einen Ringkern angeord-

nete Wicklungen. In einigen Ausführungsformen enthält die wenigstens eine Spannungsquelle zusätzlich einen Satz von Dioden und Kapazitäten, die verschaltet sind, um einen Gleichrichter oder Verdoppler zu bilden. In einigen Ausführungsformen ist das elektronische System mit mehreren im Wesentlichen identischen elektronischen Systemen als Teil eines Röntgenstrahlemissionssystems für Computertomographie in Reihe geschaltet.

**[0014]** Bestimmte Ausführungsformen ziehen ein Verfahren zum schnellen Hochspannungs(kV)-Schalten in einem Energiesystem in Betracht, mit den Schritten: Öffnen eines ersten Schalters und Schließen eines zweiten Schalters, um eine erste Spannung hervorzubringen; und Öffnen des zweiten Schalters und Schließen des ersten Schalters, um eine zweite Spannung hervorzubringen, wobei der erste Schalter aufweist: einen ersten Anschluss, der mit einem Kathodenanschluss einer ersten Diode elektrisch verbunden ist; einen zweiten Anschluss, der mit einem Anodenanschluss der ersten Diode und einem Anodenanschluss einer zweiten Diode elektrisch verbunden ist; und wobei der zweite Schalter aufweist: einen ersten Anschluss, der mit dem Anodenanschluss der ersten Diode, dem Anodenanschluss der zweiten Diode und einem ersten Knoten eines Übergangsverbesserungsschaltkreises elektrisch verbunden ist; und einen zweiten Anschluss, der mit einem Kathodenanschluss der zweiten Diode elektrisch verbunden ist; wobei der erste und der zweite Schalter mit einer Induktivität und einem Kondensator und einer oder mehreren Spannungsquellen elektrisch in Reihe geschaltet sind.

**[0015]** In einigen Ausführungsformen enthält das Öffnen eines ersten Schalters und das Schließen eines zweiten Schalters, um eine erste Spannung hervorzubringen, und das Öffnen des zweiten Schalters und das Schließen des ersten Schalters, um eine zweite Spannung hervorzubringen, ein Berechnen des Ein- und Ausschaltzeitakts des ersten Schalters und des zweiten Schalters, um an dem Kondensator nach jedem Übergang von niedriger zu hoher und von hoher zu niedriger Hochspannung (kV) geeignete Anfangsbedingungen wiederherzustellen. In einigen Ausführungsformen enthält der Energiebeeinflussungsschaltkreis einen Widerstand. In einigen Ausführungsformen enthält der Energiebeeinflussungsschaltkreis: einen Widerstand, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; eine zweite Induktivität, die einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; und eine dritte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist, wobei die zweite Induktivität mit dem Widerstand elektrisch in Reihe verbunden ist und die zweite Induktivität und der Widerstand gemeinsam mit der dritten Diode parallel geschaltet sind, wobei der erste Anschluss des En-

ergiebeeinflussungsschaltkreises mit dem Kathodenanschluss der dritten Diode elektrisch verbunden ist.

**[0016]** In einigen Ausführungsformen enthält der Energiebeeinflussungsschaltkreis: einen dritten Schalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; eine zweite Induktivität, die einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; eine dritte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist; und eine vierte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist, wobei die zweite Induktivität über einen elektrischen Knoten mit dem dritten Schalter elektrisch in Reihe geschaltet ist und die zweite Induktivität und der dritte Schalter gemeinsam mit der dritten Diode parallel geschaltet sind, wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem Kathodenanschluss der dritten Diode elektrisch verbunden ist und wobei der Anodenanschluss der vierten Diode mit dem elektrischen Knoten elektrisch verbunden ist und der Kathodenanschluss der vierten Diode mit einem Anschluss der wenigstens einen Spannungsquelle elektrisch verbunden ist. In einigen Ausführungsformen enthalten der erste Schalter und der zweite Schalter Bipolartransistoren. In einigen Ausführungsformen enthält die wenigstens eine Spannungsquelle mehrere um einen Ringkern angeordnete Wicklungen. In einigen Ausführungsformen sind die Schalter Teil eines elektronischen Systems, das mit mehreren im Wesentlichen identischen elektronischen Systemen als Teil eines Röntgenstrahlemissionssystems für Computertomographie in Reihe geschaltet ist.

**[0017]** Es kommen beliebige Kombinationen oder Permutationen von Ausführungsformen in Betracht. Andere Aufgaben und Merkmale erschließen sich anhand der folgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen. Es versteht sich jedoch, dass die Zeichnungen lediglich zur Veranschaulichung und nicht zur Definition von Beschränkungen der Erfindung bestimmt sind.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0018]** Fig. 1 zeigt in einer vereinfachten Blockdarstellung eine Schaltarchitektur, die einen Interposer(Schaltungsschnittstellen)-Schaltkreis enthält, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

**[0019]** Fig. 2 zeigt in einer vereinfachten Blockdarstellung eine weitere Schaltarchitektur, die einen integrierten Interposer-Schaltkreis enthält, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

**[0020]** Fig. 3 zeigt in einer Blockdarstellung eine Schaltanordnung für einen Interposer-Schaltkreis gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

**[0021]** Fig. 4 zeigt in einer Blockdarstellung eine Schaltanordnung für einen Interposer-Schaltkreis gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

**[0022]** Fig. 5 zeigt in einer Blockdarstellung eine Schaltanordnung für einen Interposer-Schaltkreis gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

**[0023]** Fig. 6 veranschaulicht anhand eines vereinfachten schematischen Schaltbilds einen Betrieb vielfältiger Ausführungsformen der Erfindung.

**[0024]** Fig. 7 veranschaulicht anhand einer Graphik von Signalverläufen einen Betriebsübergang von niedriger zu hoher Spannung vielfältiger Ausführungsformen.

**[0025]** Fig. 8 veranschaulicht anhand einer Graphik von Signalverläufen einen Betriebsübergang von hoher zu niedriger Spannung vielfältiger Ausführungsformen.

**[0026]** Fig. 9 zeigt eine Blockdarstellung des Interposer-Schaltkreises gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0027]** Fig. 10 zeigt eine Blockdarstellung eines Interposer-Schaltkreises gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

**[0028]** Fig. 11 zeigt in einer Blockdarstellung ein Modul der Interposer-Schaltkreise von Fig. 9 und Fig. 10.

**[0029]** Fig. 12A zeigt eine anschauliche Ansicht eines Computertomographie-(CT)-Bildgebungssystems, das in Verbindung mit unterschiedlichen Ausführungsformen implementiert werden kann. Fig. 12B zeigt eine Blockdarstellung des CT-Bildgebungssystems von Fig. 12A.

**[0030]** Fig. 13 zeigt eine Blockdarstellung eines Röntgenbildgebungssystems, das in Verbindung mit unterschiedlichen Ausführungsformen implementiert werden kann.

**[0031]** Fig. 14 zeigt eine beispielhafte Computervorrichtung, die programmiert und/oder eingerichtet werden kann, um beispielsweise das System nach Fig. 12A, B zu steuern, und auch genutzt werden kann, um gewisse Verfahren durchzuführen, die mit Bezug auf unterschiedliche Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung beschrieben sind.

**[0032]** Fig. 15 zeigt ein Zeitsteuerungsdiagramm einer Röntgenröhrenspannung mit verlängerten Anstiegs- und Abfallzeiten.

**[0033]** Fig. 16 zeigt eine Änderung an dem vereinfachten schematischen Schaltbild von Fig. 6.

**[0034]** Fig. 17A veranschaulicht die Stromflussrichtung während eines Übergangs von hoher zu niedriger Spannung (einem "Abfall") in dem Resonanzschaltkreis.

**[0035]** Fig. 17B veranschaulicht die Stromflussrichtung während eines Spannungsübergang in dem Resonanzschaltkreis von niedrig zu hoch.

**[0036]** Fig. 18A veranschaulicht eine erste Änderung in dem Schaltschema von Fig. 16.

**[0037]** Fig. 18B veranschaulicht eine zweite Änderung in dem Schaltschema von Fig. 16.

**[0038]** Fig. 18C veranschaulicht eine dritte Änderung in dem Schaltschema von Fig. 16.

**[0039]** Fig. 19A veranschaulicht den Stromfluss für steigende und fallende Spannungen ohne Anwendung mancher Ausführungsbeispiele. Fig. 19B veranschaulicht den Stromfluss für steigende und fallende Spannungen unter Anwendung mancher der Ausführungsbeispiele.

**[0040]** Fig. 20 veranschaulicht beispielhafte Signalverläufe im Zusammenhang mit dem Energiebeeinflussungsschaltkreis von Fig. 18B.

#### BESCHREIBUNG BEISPIELHAFTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0041]** In beispielhaften Ausführungsformen kann ein Röntgenbildgebungssystem, beispielsweise ein CT-System, zwischen hohen und niedrigen Spannungen umschalten, um von der Röntgenröhre Photonen zu emittieren, die unterschiedliche mittlere Frequenzen aufweisen. Objekte mit unterschiedlichen Dichten (beispielsweise unterschiedliche Organe) können durch Erfassen von Photonen mit unterschiedlichen mittleren Frequenzen genauer abgebildet werden. Der Detektor und die Röntgenröhre sollten synchronisiert sein, so dass die Steuerlogik, die dem Detektor zugeordnet ist, dazu eingerichtet ist, Photonen niedriger Frequenz zu empfangen, wenn Photonen niedriger Frequenz emittiert werden, und dazu eingerichtet ist, Photonen hoher Frequenz zu empfangen, wenn Photonen hoher Frequenz emittiert werden. Bedauerlicherweise kann eine Verzögerung des Verhaltens der Röntgenröhre längere Anstiegs- und Abfallzeiten der Spannung zur Folge haben. Der Detektor empfängt daher möglicherweise Photonen höherer Frequenz, wenn angestrebt ist, Photonen niedrigerer Frequenz zu erfassen, und empfängt Photonen niedrigerer Frequenz, wenn angestrebt ist, Photonen höherer Frequenz zu erfassen. Verluste, Hysteresesyklen und Verlustströme, die hier insgesamt als "Nichtidealfälle" bezeichnet sind, können zu unerwünschten Anstiegs- und Abfallzeiten führen. Diese Effekte können bei niedri-

gen Stromstärken besonders ausgeprägt sein. Dementsprechend ziehen Ausführungsformen der Erfindung Schaltkreise in Betracht, die effizientere Anstiegs- und Abfallzeiten von Spannungen ermöglichen, um die Synchronisierung von Emission und Detektion zu verbessern. Speziell ziehen unterschiedliche Ausführungsformen eine Schaltung in Betracht, die darauf abzielt, einem Kondensator Energie zu entziehen und die Energie einer "Spannungsquelle" zurückzuführen oder die entzogene Energie in einen Widerstand abzuführen.

#### Energiesystemüberblick

**[0042]** Die vorausgehende Kurzbeschreibung sowie die folgende detaillierte Beschreibung spezieller Ausführungsformen werden nach dem Lesen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen verständlicher. In dem hier verwendeten Sinne sollten im Singular erwähnte Elemente oder Schritte, denen der unbestimmte Artikel „ein“ oder „eine“ vorangestellt ist, in dem Sinne verstanden werden, dass der Plural der Elemente oder Schritte nicht ausgeschlossen ist, es sei den ein derartiger Ausschluss ist ausdrücklich erwähnt. Weiter sind Bezugnahmen auf "eine Ausführungsform" nicht als Ausschluss der Existenz zusätzlicher, die aufgeführten Merkmale ebenfalls beinhaltender Ausführungsformen zu interpretieren. Darüber hinaus können, wenn nicht ausdrücklich anders lautend festgestellt, Ausführungsformen, die ein oder mehrere Elemente "aufweisen" oder "haben", die eine spezielle Eigenschaft aufweisen, zusätzliche Elemente enthalten, die diese Eigenschaft nicht aufweisen.

**[0043]** Die unterschiedlichen Ausführungsformen sind hierin innerhalb einer speziellen Betriebsumgebung beschrieben, die ein spezielles Bildgebungssystem enthält, beispielsweise ein Computertomographie-(CT)-System der "dritten Generation" (z.B. ein Vierundsechzigsschicht-CT-System). Einem Fachmann sollte klar sein, dass Ausführungsformen der Erfindung für den Einsatz in Verbindung mit sonstigen Konfigurationen und Systemen, z.B. Gepäck-Screeningsystemen, gleichermaßen anwendbar sind. Weiter können die Ausführungsformen in Röntgenstrahl-radiographie-Bildgebungssystemen sowie in Röntgenstrahl-Tomosynthese-Bildgebungssystemen genutzt werden. Zusätzlich werden Ausführungsformen der Erfindung mit Bezug auf die Detektion und Umwandlung von Röntgenstrahlen beschrieben. Allerdings ist einem Fachmann ferner klar, dass Ausführungsformen der Erfindung gleichermaßen für die Detektion und Umwandlung sonstiger elektromagnetischer HF-Energie anwendbar sind. Außerdem sind die Röntgenröhre und der Detektor als um das abzubildende Objekt rotierend beschrieben, jedoch kommen auch abgewandelte Konfigurationen in Betracht, in denen der Detektor und die Röntgenstrahlenquelle stationär gehalten sind und das Objekt gedreht wird,

wie sie z.B. für Zwecke industrieller zerstörungsfreier Qualitätssicherungstests genutzt werden. Somit können die unterschiedlichen Ausführungsformen, obwohl sie im Zusammenhang mit CT-Systemen erörtert sind, auch im Zusammenhang mit Röntgenprojektionsbildgebung verwendet werden, die in anderen medizinischen und industriellen Radiographieanwendungen genutzt wird.

**[0044]** Obwohl für Zwecke der Erläuterung viele der hier erörterten Beispiele Schaltkreisstrukturen aufweisen, wie sie auf eine Interposer(Schnittstellenschaltung)-Struktur angewendet werden, ist klar, dass dies lediglich zur Vereinfachung der Erläuterung dienen soll und dass die gleichen Konzepte einer Energieabfuhr überall dort genutzt werden können, wo eine Energierückgewinnungsstruktur, wie beispielsweise die in **Fig. 6** veranschaulichte, verwendet wird. D.h., die offenbarten Konzepte können dort verwendet werden, wo die Struktur in **Fig. 6** als eine einzelne Einheit, als ein Modul, das sich mehrfach, N-mal wiederholt, oder lediglich als ein Abschnitt eines größeren elektrischen Systems verwendet wird.

**[0045]** Unterschiedliche Ausführungsformen schaffen eine Schaltarchitektur, die einen aktiven Interposer-Resonanzkreis enthält, der dazu eingerichtet ist, zwischen einem ersten Spannungspegel und einem zweiten Spannungspegel zu schalten oder ein Schalten zwischen diesen zu unterstützen. Beispielsweise ermöglichen die unterschiedlichen Ausführungsformen ein Schalten von einem niedrigen Hochspannungs-(kV)-Pegel, der durch einen Generator angelegt ist, zu einem hohen kV-Pegel mit einer stabilen Spannung während der Integrationsperioden des Scannens. Der Interposer-Schaltkreis ermöglicht ein resonantes Schalten mit Energierückgewinnung, so dass die Energie, die von dem Übergang zu einem hohen kV-Pegel stammt, gespeichert wird, wenn zu einem niedrigen kV-Pegel zurückkehrt wird, und anschließend beim Übergang von dem niedrigen kV-Pegel zu dem hohen kV-Pegel von neuem genutzt und in den Kreislauf zurückgeführt wird. Zusätzlich können die unterschiedlichen Ausführungsformen einen Spannungssignalform mit variabler Frequenz und variablem Tastzyklus ergeben, die einen konstanten hohen oder niedrigen Spannungspegel aufweist. Durch eine Verwirklichung unterschiedlicher Ausführungsformen kann ein schnelles Schalten zwischen dem ersten Spannungspegel und dem zweiten Spannungspegel (z.B. einem hohen und einem niedrigen Spannungspegel) erreicht werden. Die Ausführungsformen ermöglichen eine verbesserte Trennung der mittleren Energie angewendeter Röntgenstrahlspektren, so dass dadurch eine Materialdekomposition und eine Berechnung der effektiven Ordnungszahl eines gescannten Objekts verbessert werden. Zusätzlich können die unterschiedlichen Ausführungsformen in Systemen implementiert werden, in denen die zu schaltende Spannung sehr hoch (z.B. 60 kV

bis 200 kV oder höher) ist, die parasitären Kapazitäten zur Erde ebenfalls sehr groß sind oder die Energie, die durch die Last gefordert wird, verhältnismäßig klein ist, wie es für industrielle Inspektionssysteme der Fall ist, die Röntgenröhrentechnologie mit einer stationären Anode verwenden. Zusätzlich können die beschriebenen Ausführungsformen aufgrund der resonanten Übergänge elektromagnetische Interferenz (EMI) reduzieren.

**[0046]** Wie in **Fig. 1** veranschaulicht, enthält eine Schaltarchitektur in einer Ausführungsform einen aktiven Interposer-Resonanzkreis **20** (im Folgenden als der Interposer-Schaltkreis **20** bezeichnet), der mit einer Spannungsquelle **22** (z.B. einem Hochspannungsgenerator) und einer Röntgenröhre **26** verbunden ist. Der Interposer-Schaltkreis **20**, der als ein aktives Resonanzmodul eingerichtet sein kann, enthält resonante Schaltkomponente(n) **24**, die ein Schalten der Spannung ermöglicht (ermöglichen), die anhand der Spannungsquelle **22** erzeugt und an eine Röntgenröhre **26** angelegt ist. Im Betrieb stellt der Interposer-Schaltkreis **20** mit der resonanten Schaltkomponente **24** beispielsweise ein Schalten zwischen einem hohen kV-Pegel (z.B. 140 kV) und einem niedrigen kV-Pegel (z.B. 80 kV) während einer Resonanz bereit. Allerdings sollte beachtet werden, dass andere hohe und niedrige Spannungspegel vorgesehen sein können und dass die unterschiedlichen Ausführungsformen nicht auf einen speziellen Spannungspegel beschränkt sind. Als ein weiteres Beispiel kann der hohe kV-Pegel im Bereich von einigen zig kV (z.B. ~30 kV für Mammographie) bis zu Hunderten von kV (z.B. ~450 kV für industrielle Inspektionsanwendungen) liegen. Die Energie wird erneut genutzt und in den Kreislauf zurückgeführt, wenn zwischen der Energie der Spannungspegel geschaltet wird, was die Energie einspart und ein schnelleres Schalten ermöglicht. In einigen Ausführungsformen wird ein Schalten zwischen den Spannungspegeln in etwa 10–100 Mikrosekunden oder schneller erzielt.

**[0047]** Die in **Fig. 1** veranschaulichte Ausführungsform enthält den Interposer-Schaltkreis **20**, der, z.B. in Form einer Nachrüstkonfiguration, mit der Spannungsquelle **22** verbunden ist. Die unterschiedlichen Ausführungsformen sind nicht auf eine derartige Konfiguration und Schaltarchitektur beschränkt. Beispielsweise kann der Interposer-Schaltkreis **20**, wie in **Fig. 2** veranschaulicht, mit der Spannungsquelle **22** integriert oder ein Bestandteil von dieser sein, und er ist in der Ausführungsform als ein integrierter Schaltkreis **21** veranschaulicht. In der aktiven resonanten Konfiguration der vielfältigen Ausführungsformen kann die Elektronik in dem System Energie zu der Röntgenröhre **26** übertragen, um beispielsweise die Last (z.B. eine Vakuumröhre) bei Hochspannungsbetrieb aufzuladen oder fortlaufend mit Strom zu versorgen. Beispielsweise wird in der Ausführungsform von **Fig. 1** Energie durch die Span-

nungsquelle **22** bei 80 kV bereitgestellt, und der Röntgenröhre **26** wird sowohl durch die Spannungsquelle **22** als auch durch den Interposer **20** Energie bei 140 kV bereitgestellt. Andere Konfigurationen der vielfältigen Ausführungsformen werden nun weiter unten näher erläutert.

**[0048]** Wie in den **Fig. 3** bis **Fig. 5** zu sehen, kann der Interposer-Schaltkreis **20** in unterschiedlichen Konfigurationen verschaltet sein. Die ausgewählte spezielle Konfiguration kann von der Anordnung des Röntgensystems abhängen, das im Zusammenhang mit dem Spannungsschalten implementiert wird. **Fig. 3** veranschaulicht ein Ausführungsbeispiel, bei dem der Interposer-Schaltkreis **20** in der Nähe der Spannungsquelle **22** vorgesehen und mit dieser verbunden ist und über eine Länge eines Kabels **28** mit der Röntgenröhre **26** verbunden ist. Es ist zu beachten, dass außerdem ein (nicht gezeigtes) Kabel, das in dieser Ausführungsform kürzer ist als das Kabel **28**, bereitgestellt ist, um den Interposer-Schaltkreis **20** mit der Spannungsquelle **22** zu verbinden. Das Kabel **28**, das den Interposer-Schaltkreis **20** verbindet, ist für einen Betrieb mit höherer Spannung ausgelegt als das Kabel **30**, das in **Fig. 4** und **Fig. 5** veranschaulicht ist. Beispielsweise ist das Kabel **28** in dieser Ausführungsform für den höheren Spannungspegel, z.B. 140 kV, ausgelegt.

**[0049]** **Fig. 4** veranschaulicht den Interposer-Schaltkreis **20** in der Nähe der Röntgenröhre **26** und mit dieser verbunden. In dieser Ausführungsform verbindet eine Länge des Kabels **30** den Interposer-Schaltkreis **20** und die Spannungsquelle **22**, so dass das Kabel **30** für einen Betrieb mit geringerer Spannung, beispielsweise 80 kV, ausgelegt ist als das in **Fig. 3** gezeigte Kabel **28**. Der Interposer-Schaltkreis **20** kann, beispielsweise durch Verschrauben/Verbolzen der beiden Komponenten, auch unmittelbar mit der Röntgenröhre **26** verbunden sein, wie es in **Fig. 5** gezeigt ist. Allerdings ist der Interposer-Schaltkreis **20** in sämtlichen drei in **Fig. 3** bis **Fig. 5** veranschaulichten Ausführungsbeispielen eine unabhängige Einheit, die mit dem System verbunden ist. Es ist zu beachten, dass das Kabel **28** oder **30** allgemein ein Hochspannungskabel ist.

**[0050]** Die in den **Fig. 3** bis **Fig. 5** veranschaulichten Ausführungsformen weisen eine aktive Konfiguration auf, die in der Lage ist, Energie und Leistung bei beiden Spannungspegeln zur Verfügung zu stellen. Dementsprechend kann die Spannungsquelle **22** ein Hochspannungsgenerator sein, der in der Lage ist, Spannungen zu erzeugen, die niedrigen Pegeln von beispielsweise 80 kV entsprechen, und der Interposer-Schaltkreis **20** mit der Spannungsquelle **22** stellt die zusätzliche Energie/ Leistung bereit, die erforderlich ist, um die Last (z.B. eine Vakuumkammer) bei einem hohen Spannungspegel von beispielsweise 140 kV zu betreiben.

**[0051]** Ein vereinfachtes schematisches Schaltbild eines der Module oder Stufen **80**, die den Interposer-Schaltkreis **20** bilden, ist in **Fig. 6** gezeigt. Der Interposer-Schaltkreis **20**, dient dazu, Energie aus dem System zu speichern, das arbeitet, wenn von einem hohen Spannungspegel zu einem niedrigen Spannungspegel geschaltet wird, und die gespeicherte Energie zu nutzen, wenn zu dem nächsten Zyklus hoher Spannung übergegangen wird. Das Schalten des Interposer-Schaltkreises **20** nutzt die gespeicherte Energie, die nicht durch die Last sondern durch eine Induktivität und durch einen Kondensator resonant gespeichert wird, um in vielfältigen Ausführungsformen ein schnelles Schalten (z.B. in 10–100 Mikrosekunden oder weniger) zu ermöglichen.

**[0052]** In der schematischen Darstellung von **Fig. 6** ist insbesondere der Betrieb, einschließlich des Funktionsprinzips, vielfältiger Ausführungsformen veranschaulicht. Die in **Fig. 6** veranschaulichte schematische Darstellung weist mehrere Schaltelemente **40a** und **40b** auf, die in Reihe verbunden sind. Die Schaltelemente **40a** und **40b** können beliebige Arten von Schaltern sein. Beispielsweise können die Schaltelemente **40a** und **40b** auf Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFETs) oder auf Bipolartransistoren mit isolierter Gateelektrode (IGBTs) basieren. Wie durch die Puffer **60a** und **60b** dargestellt, werden die Schaltelemente **40a** und **40b** in Bezug zueinander in entgegengesetztem Zustand betrieben. Dementsprechend empfängt eines der Schaltelemente **40a** und **40b**, wenn ein Steuersignal von einem Treiber **62** (z.B. von einem Logikzeitgeber) zu den Schaltelementen **40a** und **40b** übertragen wird, das entgegengesetzte Treibersignal, so dass sich eines der Schaltelemente **40a** und **40b** in einem geöffneten Zustand befindet und sich eines der Schaltelemente **40a** und **40b** in einem geschlossenen Zustand befindet. In vielfältigen Ausführungsformen sind die Schaltelemente **40a** und **40b** in einer herkömmlichen Source/Emitter-Konfiguration verbunden, um eine Steuerung von dem Treiber **62** her über eine einzige Steuerleitung zu ermöglichen.

**[0053]** Jedes der Schaltelemente **40a** und **40b** ist in Parallelschaltung mit einer Diode **42a** bzw. **42b** verbunden, die wie eine Sperrdiode arbeitet. Die Schaltelemente **40a** und **40b** sind zwischen einem Haupt- oder Systemkondensator **46** und einem Hilfskondensator **50** geschaltet. Weiter ist eine Induktivität **52** in Reihe zwischen den Kondensator **50** und die Diode **40b** geschaltet. Es ist zu beachten, dass die Induktivität **52** auch als eine Resonanzinduktivität bezeichnet werden könnte.

**[0054]** Das Prinzip des Betriebs, wie nachfolgend näher erläutert, basiert darauf, dass Energie resonant von einem Kondensator zu einem anderen Kondensator übertragen wird, beispielsweise von dem Kondensator **46** zu dem Kondensator **50**, und umge-



kehrt. Die Schaltgeschwindigkeit des Übergangs zwischen Spannungspegeln wird durch die Induktivität **52** und die Kondensatoren **46** und **50** gesteuert. Die Induktivität **52** und die Kondensatoren **46** und **50** wirken als Resonanzelemente. In der Praxis und in einigen Ausführungsformen sind die Werte der Kondensatoren **46** und **50** durch die geometrische Abmessung des Verbindungskabels und der Vakuumröhre festgelegt, daher wird die Schaltgeschwindigkeit von einem Spannungspegel zu einem anderen durch den Wert der Induktivität **52** bestimmt. Beispielsweise ist der Übergang des Schaltens zwischen hoher zu niedriger Spannung umso schneller, je kleiner der Wert der Induktivität **52** ist, und umgekehrt. Die Geschwindigkeit des Übergangs der Bauelemente **40a** und **40b** (bei dem Öffnen oder Schließen) ist in vielfältigen Ausführungsformen wesentlich größer als die Geschwindigkeit des Spannungsübergangs.

**[0055]** Wenn, als ein Beispiel, die Spannung an dem Hauptkondensator **46** ( $V_{out}$ ) ein hoher Spannungspegel ist, befindet sich das Schaltelement **40a** in einem geöffneten Zustand und das Schaltelement **40b** in einem geschlossenen Zustand (obwohl in einigen Ausführungsformen dieser Schalter ebenfalls offen sein kann, und sein Zustand während der Bedingung des stationären Zustands möglicherweise nicht maßgebend ist). In diesem Zustand hoher Spannung, in dem das Schaltelement **40a** als ein Kurzschluss arbeitet, findet Energieübertragung von dem Hauptkondensator **46** zu dem Hilfskondensator **50** statt. Der Übergang von dem Zustand hoher Spannung zu dem Zustand niedriger Spannung, wobei die Ausgangsspannung **44** von einem hohen Spannungspegel zu einem Spannungspegel von Null abnimmt, wird durch Schalten der Schaltelemente **40a** und **40b** erreicht. Insbesondere schaltet das Schaltelement **40a** von einem geöffneten Zustand in einen geschlossenen Zustand um, und das Schaltelement **40b** schaltet von einem geschlossenen Zustand in einen offenen Zustand um. Es ist zu beachten, dass das Schalten der Schaltelemente **40a** und **40b** auf der Grundlage des Signals von dem Treiber **62** parallel erzielt wird. Das Schalten der Schaltelemente **40a** und **40b** bewirkt, dass der Resonanzzustand beginnt und die Energie in dem Kondensator **46** durch die Induktivität **52** hindurch zu dem Kondensator **50** überführt wird, um gespeichert zu werden, bis der nächste Zustand hoher Spannung gewünscht ist. Wenn hohe Spannung gewünscht ist, wird erneut eine resonante Energieübertragung von dem Kondensator **50** durch die Resonanzinduktivität **52** hindurch zu dem Kondensator **46** gestartet, indem das Schaltelement **40a** geöffnet und das Schaltelement **40b** geschlossen wird, so dass die in dem Kondensator **50** gespeicherte Energie zu dem Kondensator **46** überführt wird.

**[0056]** Somit ist der aktive Interposer-Resonanzkreis **20** in der Lage, unter der Bedingung einer beliebigen Spannung, sei diese hoch oder niedrig, ak-

tiv Energie/Leistung zu der Last zu senden oder zu übertragen. Daher kann der aktive Betrieb während der Zustände/Pegel sowohl hoher als auch niedriger Spannung eine Wiederaufladung beinhalten.

**[0057]** Fig. 7 und Fig. 8 veranschaulichen anhand von Graphen Signalverläufe der Spannungsänderungen in dem schematischen Schaltkreis von Fig. 6, in denen an der vertikalen Achse der Betrag des Signals (z.B. Spannung/Strom) aufgetragen ist und an der horizontalen Achse die Zeit aufgetragen ist. Insbesondere stellt die Kurve **70** die Ausgangsspannung **44** dar, die Kurve **72** stellt die Hilfsspannung **48** dar, und die Kurve **74** stellt den Strom durch die Induktivität **52** dar. Wie die Kurven in Fig. 7 zeigen, wird die Energie, wenn die Ausgangsspannung  $V_{out}$  in den Zustand niedriger Spannung umschaltet, von dem Kondensator **46** zu dem Kondensator **50** übertragen. Wie in Fig. 8 ersichtlich, wird die gespeicherte Energie, wenn die Ausgangsspannung  $V_{out}$  in den Zustand hoher Spannung umschaltet, in dem Kondensator **50** erneut genutzt und zu dem Kondensator **46** zurück übertragen. Somit ermöglicht ein Ansatz der Wiederverwendung von Energie eine Energierückgewinnung, so dass die Energie, die zur Erzeugung einer Spannung mit hohem kV genutzt wird, bei der Rückkehr zu der Spannung mit niedrigem kV rückgewonnen wird. Der Interposer-Schaltkreis **20** (Fig. 1, Fig. 3–Fig. 5) arbeitet in der Weise, dass während einer Resonanz eine Energieübertragung erzielt wird.

**[0058]** Der Interposer-Schaltkreis **20** ist, wie es hier beschrieben ist, in einem aktiven Modus eingerichtet und kann, wie in Fig. 9 und Fig. 10 veranschaulicht, mehrere Schaltstufen sowie mehrere Transformatoren und eine zusätzliche Stromversorgung enthalten. Spezieller können mehrere Schaltstufen  $80_1$  bis  $80_n$  vorgesehen sein, wobei übereinstimmende Bezugszeichen gleichartige Elemente repräsentieren. Es ist zu beachten, dass jede der Schaltstufen  $80_1$  bis  $80_n$  ähnliche Komponenten enthält und daher lediglich die Komponenten in einer der Schaltstufen bezeichnet sind. Es ist zu beachten, dass der Treiber **62** sämtliche der Schaltstufen  $80_1$  bis  $80_n$  ansteuert.

**[0059]** Der Interposer-Schaltkreis **20** wird durch mehrere Schaltstufen **80** gebildet. Fig. 11 stellt das Schaltkreisschema jeder in Fig. 9 und Fig. 10 gezeigten Stufe dar. Die in Fig. 11 dargestellte Stufe enthält ein Paar Kondensatoren **86a** und **86b**, die in Parallelschaltung mit einem Paar Sperrdioden **88a** bzw. **88b** verbunden sind. Diese Konfiguration kann als ein Spannungsverdoppler bezeichnet werden. Die Reihenschaltung der Kondensatoren **86a** und **86b** repräsentiert den Haupt-Resonanzkondensator (der äquivalent zu dem Kondensator **46** in Fig. 6 ist). Die Stufe in Fig. 11 enthält zwei Schaltelemente **40a** und **40b**, die in Reihe verbunden sind. Die Schaltelemente **40a** und **40b** können beliebige Arten von Schaltern, beispielsweise ein Paar Tran-

sistoren, sein. Beispielsweise können die Schaltelemente **40a** und **40b** Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFETs) oder Bipolartransistoren mit isolierter Gateelektrode (IGBTs) sein. Zwei Dioden **42a** und **42b** sind mit den Schaltelementen **40a** und **40b** parallel geschaltet. Die Schalter und die Diode können mittels Si (Silizium), SiC (Siliziumkarbid) oder eines beliebigen sonstigen Halbleitermaterials erzeugt werden, das zur Ausbildung derartige Schalter oder Dioden geeignet ist. Zuletzt enthält die Stufe in **Fig. 11** eine Resonanzinduktivität **52** und eine Hilfskapazität **50**. Diese Stufe arbeitet, wie zuvor hierin beschrieben. Insbesondere dient der Kondensator **50** (der Hilfskondensator) dazu, die von den sich entladenden Kondensatoren **86a** und **86b** stammende Energie zu empfangen, und er hält oder speichert die Energie, während sich das System in dem Zustand niedriger Spannung befindet, so dass die Energie bei dem Übergang in den Zustand hoher Spannung genutzt werden kann, um die Kondensatoren **86a** und **86b** mittels des Schaltvorgangs der Schaltelemente **40a** und **40b** wiederaufzuladen, wie hier näher beschrieben. Somit wird die in dem Kondensator **50** gespeicherte Energie durch den Resonanzzyklus zu den Kondensatoren **86a** und **86b** zurück übertragen, wenn sich das System in dem Zustand hoher Spannung befindet. Die Kondensatoren **86a** und **86b** werden durch die Sekundärwicklungen des Transformators **82** bei einer gewünschten oder erforderlichen Spannung gehalten.

**[0060]** Die in **Fig. 11** gezeigte Stufe enthält einen Gleichrichterschaltkreis, der als ein Verdoppler bekannt ist. Der Verdoppler enthält den sekundären Transformator **82**, die Dioden **88a** und **88b** und die Kondensatoren **86a** und **86b**. Es ist zu beachten, dass dieser Gleichrichter durch einen herkömmlichen Vollbrückengleichrichter ersetzt werden kann, wobei die zwei Kapazitäten **86a** und **86b** durch zwei Dioden ersetzt werden. Darüber hinaus kann die in **Fig. 11** dargestellte Stufe einen Transformator **82** mit mehreren Sekundärwicklungen und einem Gleichrichterschaltkreis enthalten, der mit der Sekundärwicklung verbunden ist. Sämtliche diese Gleichrichterschaltkreise liegen in Reihe und sind pro Transformator **82** mit einem Resonanzschaltkreis verbunden. Beispielsweise kann die Stufe einen Transformator **82** mit drei Sekundärwicklungen aufweisen, wobei drei Gleichrichterschaltkreise in Reihe liegen und ein Resonanzschaltkreis über sämtliche drei Gleichrichterschaltkreise angeschlossen ist.

**[0061]** Die Konfigurationen von **Fig. 9** und **Fig. 10** weisen jeweils einen Transformator **82** auf, der mit jeder der Schaltstufen **80<sub>1</sub>** bis **80<sub>n</sub>** verbunden ist. In den **Fig. 9** und **Fig. 10** ist die Spannungsquelle **22** nicht gezeigt. Die (in **Fig. 1** gezeigte) Spannungsquelle **22** ist in der Regel mit der Eingangskapazität **90** in Parallelschaltung verbunden. Die zusätzliche Energie und Leistung, die erforderlich ist, um die

hohe Spannung während des Betriebs aufrechtzuerhalten, wird durch die Transformatoren **82** bereitgestellt. **Fig. 9** und **Fig. 10** zeigen zwei andere Anordnungen, um die Transformatoren **82** mit der zusätzlichen Stromversorgung zu verbinden.

**[0062]** Insbesondere zeigt **Fig. 9** eine Ausführungsform, bei der die Gleichrichter, die die Transformatoren **82** enthalten, in Reihe liegen und mit der Spannungsquelle **27** verbunden sind. In dieser Konfiguration wird die Leistung unmittelbar von der Spannungsquelle **27** zu den Sekundärspulen der Transformatoren **82** übertragen. **Fig. 10** zeigt noch eine Ausführungsform des aktiven Interposer-Schaltkreises. Gemäß dieser Ausführungsform ist die Energieversorgung **27** über den Transformator **84** mit den Transformatoren **82** verbunden. Diese Konfiguration ist nützlich, um die Belastung der Isolierung an dem Primärkreis der Transformatoren **82** zu verringern.

**[0063]** Wenn im Betrieb eine hohe Ausgangsspannung gewünscht ist, dient der Transformator **82** dazu, das Paar von in Reihe verbundenen Kondensatoren **86a** und **86b** über die Dioden **88a** und **88b** aufzuladen und geladen zu halten. Es ist zu beachten, dass die Kondensatoren **86a** und **86b** nicht durch die Dioden **88a** und **88b** entladen werden können. Die Konfiguration des aktiven Interposer-Schaltkreises arbeitet so, dass in einem Zustand geringerer Spannung ein (in **Fig. 9** und **Fig. 10** gezeigter) Kondensator **90** auf einen niedrigen Spannungspegel von beispielsweise 100 kV aufgeladen wird. Bei diesem niedrigen Spannungspegel werden die Kondensatoren **86a** und **86b** nicht geladen. Wenn der hohe Spannungspegel anliegt, werden die Kondensatoren **86a** und **86b** beispielsweise auf 40 kV geladen, so dass die gesamte Ausgangsspannung 140 kV beträgt. Um die Ausgangsspannung durch einen resonanten Zyklus zurück zu 100 kV zu überführen, werden die in Reihe verbundenen Kondensatoren **86a** und **86b** entladen, und die Energie wird zu den Kondensator **50** übertragen. Der Kondensator **50** (der Hilfskondensator) dient dazu, die von den sich entladenden Kondensatoren **86a** und **86b** stammende Energie aufzunehmen, und er speichert die Energie in dem Zustand niedriger Spannung, so dass die Energie bei dem Übergang in den Zustand hoher Spannung verwendet werden kann, um die Kondensatoren **86a** und **86b** mittels des Schaltvorgangs der Schaltelemente **40a** und **40b**, wie hier näher beschrieben, wiederaufzuladen. Somit wird die in dem Kondensator **50** gespeicherte Energie durch den Resonanzzyklus zurück zu den Kondensatoren **86a** und **86b** übertragen. Es ist zu beachten, dass ein Kondensator **92**, der als ein Glättungskondensator arbeitet, mit jedem der Transformatoren **82** auch in Parallelschaltung verbunden ist.

**[0064]** Somit können die in den **Fig. 9** und **Fig. 10** gezeigten Konfigurationen in ein bestehendes Sys-

tem eingebaut werden und ein effizientes und schnelles Schalten zwischen zwei Spannungen ermöglichen. Diese Ausführungsformen können beispielsweise einer Hochspannungsquelle, z.B. in einem CT-Bildgebungssystem, in einem radiographischen Röntgensystem oder in einem Tomosynthese-Röntgensystem, hinzugefügt werden. Die Nachrüst-Anordnungen können zwischen die Spannungsquelle und die Vakuumröhre geschaltet werden. In weiteren Ausführungsformen einer aktiven Konfiguration ist der Umschaltkreis, beispielsweise als Teil der Spannungsquelle, in das System integriert.

#### Überblick des Computertomographiescanners

**[0065]** Fig. 12A zeigt eine anschauliche Ansicht eines CT-Bildgebungssystems **170**. Fig. 12B zeigt eine Blockdarstellung des in Fig. 12A veranschaulichten Systems **170**. In der Ausführungsform ist das CT-Bildgebungssystem **170** als eine Gantry **172** enthaltend gezeigt, die ein CT-Bildgebungssystem der "dritten Generation" repräsentiert. Die Gantry **172** weist eine Röntgenstrahlenquelle **174** auf, die einen Konusstrahl **176** von Röntgenstrahlen in Richtung eines Detektorarrays **178** an der gegenüberliegenden Seite der Gantry **172** projiziert.

**[0066]** Das Detektorarray **178** kann durch mehrere (nicht gezeigte) Detektorzeilen ausgebildet sein, die eine Vielzahl von Detektorelementen **180** enthalten, die gemeinsam die projizierten Röntgenstrahlen erfassen, die ein Objekt, beispielsweise einen Patienten **182** oder ein Gepäckstück, durchqueren. Jedes Detektorelement **180** kann ein elektrisches Signal hervorbringen, das die Intensität eines auftreffenden Röntgenstrahlenbündels kennzeichnet und somit die Schwächung des Strahls kennzeichnet, die dieser während der Durchquerung des Objekts oder des Patienten **182** erfährt. Die Intensität kann der Anzahl der an dem Element einfallenden Photonen entsprechen. Ein Bildgebungssystem **170**, das einen Multischicht-Detektor **178** aufweist, kann in der Lage sein, mehrere Bilder zu erzeugen, die ein Volumen des Objekts **182** darstellen. Jedes Bild der vielen Bilder entspricht einem individuellen "Schnittbild" des Volumens. Die "Dicke" oder Öffnung des Schnittbilds hängt von der Höhe der Detektorzeilen ab.

**[0067]** Während eines Scandurchgangs für die Akquisition von Röntgenstrahlprojektionsdaten rotieren ein rotierender Abschnitt in der Gantry **172** und die darauf angebrachten Komponenten um eine Rotationsachse **184**. Fig. 12B zeigt lediglich eine einzelne Reihe von Detektorelementen **180** (d.h. eine Detektorzeile). Allerdings kann das Multischicht-Detektorarray **178** mehrere parallele Detektorzeilen von Detektorelementen **180** enthalten, so dass Projektionsdaten, die einer Konusstrahlgeometrie entsprechen, während eines Scandurchlaufs gleichzeitig akquiriert werden können.

**[0068]** Die Rotation von Komponenten in der Gantry **172** und der Betrieb der Strahlungsquelle **174** kann durch eine Steuervorrichtung **186** gesteuert werden. Die Steuervorrichtung **186** enthält einen Röntgenstrahlcontroller **188** und einen Generator **190**, der der Röntgenstrahlenquelle **174** Leistungs- und Zeittaktsignale bereitstellt, und eine Gantryantriebssteuereinrichtung **192**, die die Drehzahl und Position des rotierenden Abschnitts der Gantry **172** regelt/steuert. Ein in der Steuervorrichtung **186** vorhandenes Datenakquisitionssystem (DAS) **194** tastet von Detektorelementen **180** analoge Daten ab und wandelt die Daten in digitale Signale um, um diese anschließend zu verarbeiten. Ein Bildrekonstruktor **196** empfängt abgetastete und digitalisierte Messdaten von dem DAS **194** und führt eine Hochgeschwindigkeits-Bildrekonstruktion durch. Das rekonstruierte Bild wird einem Computer **198** als Eingangssignal bereitgestellt, der das Bild in einem Massenspeichergerät **200** speichert. Obwohl als eine unabhängige Einrichtung gezeigt, kann der Bildrekonstruktor **196** eine spezielle Hardware, die im Innern des Computers **198** angeordnet ist, oder eine Software sein, die in dem Computer **198** ausgeführt wird.

**[0069]** Der Computer **198** nimmt ferner Steuerbefehle und Scanparameter von einem Anwender über eine Konsole **202** entgegen, die eine Tastatur und/oder andere Benutzereingabeeinrichtung(en) aufweist. Ein zugeordnetes Displaysystem **204** ermöglicht der Bedienperson, das rekonstruierte Bild und andere von dem Computer **198** ausgegebene Daten zu beobachten. Die von der Bedienperson eingegebenen Steuerbefehle und Parameter können durch den Computer **198** genutzt werden, um an das DAS **194**, den Röntgenstrahlcontroller **188**, den Generator **190** und die Gantryantriebssteuereinrichtung **192** Steuersignale und Daten auszugeben. Darüber hinaus betreibt der Computer **198** eine Tischantriebssteuereinrichtung **206**, die eine elektrisch angetriebene Liege **208** steuert, um den Patienten **182** in der Gantry **172** zu positionieren. Die Liege **208** bewegt Abschnitte des Patienten **182** durch eine Gantryöffnung **210**.

**[0070]** In einer Ausführungsform enthält der Computer **198** eine Einrichtung **212**, beispielsweise ein Diskettenlaufwerk, CD-ROM-Laufwerk, DVD-ROM-Laufwerk oder eine Festplatte, um Anweisungen und/oder Daten von einem von einem Computer lesbaren Medium **214**, beispielsweise einer Diskette, CD-ROM, oder DVD auszulesen. Es wird selbstverständlich anerkannt, dass andere Arten geeigneter von einem Computer lesbarer Speicher vorhanden sind (z.B. CD-RW und Flashmemory, um nur zwei zu nennen), und dass diese Beschreibung keine von diesen ausschließen soll. In einer weiteren Ausführungsform führt der Computer **198** Befehle aus, die in (nicht gezeigter) Firmware gespeichert sind. Allgemein kann ein Prozessor in mindestens einem

von dem DAS **194**, dem Rekonstruktor **196** und dem in **Fig. 12B** gezeigten Computer **198** dafür programmiert sein, Steuerbefehle auszuführen, um ein Schalten, wie es hier näher beschrieben ist, durchzuführen. Das Schalten ist nicht auf die Verwendung in dem CT-System **170** beschränkt und lässt sich in Verbindung mit vielen sonstigen Arten und Abwandlungen von Bildgebungssystemen nutzen. In einer Ausführungsform ist der Computer **198** programmiert, um unterschiedliche Funktionen auszuführen, um die hier beschriebenen Schaltelemente umzuschalten, dementsprechend ist der Begriff Rechner/Computer in dem hier verwendeten Sinn nicht lediglich auf die integrierten Schaltkreise beschränkt, die in der Fachwelt als Computer bezeichnet werden, sondern bezieht sich im weiten Sinn auf Computer, Prozessoren, Mikrocontroller, Mikrocomputer, programmierbare Logikcontroller, anwendungsspezifische integrierte Schaltkreise und sonstige programmierbare Schaltkreise.

**[0071]** **Fig. 13** veranschaulicht ein Röntgenbildgebungssystem **220**, in dem unterschiedliche Ausführungsformen verwendet werden können. Das Bildgebungssystem **220** weist allgemein einen Röntgendetektor **222** mit einem Array von Detektorzellen **224**, das ein Abtastgebiet definiert, und eine Röntgenstrahlenquelle **226** auf. Die Detektorzellen **224** können in einigen Ausführungsformen mit den Elementen **180** des CT-Scanners von **Fig. 12B** übereinstimmen. Ein Objekt **228**, beispielsweise ein Patient, wird zwischen der Röntgenstrahlenquelle **226** und dem Röntgendetektor **222** angeordnet, der auf einem oder mehreren Detektoren oder Detektormodulen basieren kann. Allerdings kann das Bildgebungssystem **220** auch andere Objekte, z.B. in einer industriellen Inspektionsanwendung, scannen. Das Bildgebungssystem **220** enthält ferner ein Datenakquisitionssystem **230** mit einer Ausleseelektronik **232**. Obwohl in **Fig. 13** getrennt gezeigt, kann die Ausleseelektronik **232** auch innerhalb des Röntgendetektors **222** oder des Datenakquisitionssystems **230** angeordnet sein.

**[0072]** In einer Ausführungsform können der eine oder die mehreren Röntgendetektoren **222** Flachpaneldetektorsysteme sein, wie beispielsweise ein amorpher Silizium-Flachpaneldetektor oder eine andere Art von digitalem Röntgenbilddetektor, beispielsweise ein Direktumwandlungsdetektor, wie in der Fachwelt bekannt. In einer weiteren Ausführungsform können der eine oder die mehreren Röntgendetektoren **222** einen Szintillator mit einem Bildschirm enthalten, der vor dem (den) Röntgendetektor(en) **222** angeordnet ist.

**[0073]** Es ist zu beachten, dass das Bildgebungssystem **220** als ein nicht mobiles oder mobiles Bildgebungssystem verwirklicht sein kann. Außerdem kann das Bildgebungssystem **220** in unterschiedlichen Konfigurationen vorgesehen sein. Beispielsweise können die Bilddaten mittels der Röntgenstrahlen-

quelle **226** erzeugt werden, die an diskreten Brennpunkten entlang eines Bogens oberhalb des Objekts angeordnet ist, um die Bildinformation mittels berechneter Tomosyntheseverfahren und Schritte zu erzeugen (oder sie können in einer radiographischen Konfiguration vorliegen). In weiteren Ausführungsformen sind die Röntgenstrahlenquelle **226** und der Röntgendetektor **222** beide an entgegengesetzten Enden einer Gantry **234** angebracht, die ein C-Arm sein kann, der um das Objekt **228** rotiert. Der drehbare C-Arm ist eine Halterungskonstruktion, die es ermöglicht, die Röntgenstrahlenquelle **226** und den Röntgendetektor **222** entlang eines im Wesentlichen kreisförmigen Bogens um das Objekt **228** zu drehen, um mehrere Projektionsbilder des Objekts **228** unter unterschiedlichen Winkeln (z.B. unterschiedliche Ansichten oder Projektionen) zu erfassen, die gewöhnlich weniger als **360** Grad, jedoch in einigen Fällen eine volle Umdrehung aufweisen können.

**[0074]** Im Betrieb ist das Objekt **228** in dem Bildgebungssystem **220** angeordnet, um einen Bildgebungsscannvorgang durchzuführen. Beispielsweise kann die Röntgenstrahlenquelle **226** oberhalb, unterhalb oder um das Objekt **228** herum angeordnet sein. Beispielsweise kann die Röntgenstrahlenquelle **226** (und der (die) Röntgendetektor(en) **222**) mittels der Gantry **234** zwischen unterschiedlichen Positionen um das Objekt **228** bewegt werden. Röntgenstrahlen werden von der Röntgenstrahlenquelle **226** durch das Objekt **228** hindurch zu dem (den) Röntgendetektor(en) **222** übertragen, die die darauf einfallenden Röntgenstrahlen erfassen.

**[0075]** Die Ausleseelektronik **232** kann eine Referenz- und Regulierungsplatine (RRB) oder eine sonstige Datensammeleinheit enthalten. Die RRB kann Datenmodule aufnehmen und verbinden, um Daten (beispielsweise mehrere Ansichten oder Projektionen) von dem (den) Röntgendetektor(en) **222** zu dem Datenakquisitionssystem **230** zu übertragen. Somit überträgt die Ausleseelektronik **232** die Daten von dem (den) Röntgendetektor(en) **222** zu dem Datenakquisitionssystem **230**. Das Datenakquisitionssystem **230** erstellt anhand der Daten ein Bild und kann das Bild speichern, auf einem Bildschirm (beispielsweise auf dem Bildschirm **233**) wiedergeben und/oder übertragen. Beispielsweise können die unterschiedlichen Ausführungsformen ein Bildrekonstruktionsmodul **236** enthalten, das in Hardware, Software oder in einer Kombination davon verwirklicht sein kann, die dem Datenakquisitionssystem erlaubt, anhand von Röntgenstrahlendaten (z.B. Radiographie- oder Tomosynthesedaten), die von dem (den) Röntgendetektor(en) **222** akquiriert worden sind, und wie hier näher beschrieben ist, Bilder zu rekonstruieren.

## Überblick über den Computertomographiescanner-Computervorrichtung

**[0076]** In einigen Ausführungsformen kann der Computer **198** den Betrieb des Systems **170** steuern und kann verschiedene Aspekte der beschriebenen Ausführungsformen durchführen. **Fig. 14** zeigt in einer Blockdarstellung eine beispielhafte Computervorrichtung **198**, wie sie in manchen Ausführungsformen verwendet werden kann. Die Computervorrichtung **198** kann ein oder mehrere nicht transitorische, von einem Computer auslesbare Medien enthalten, um eine oder mehrere von einem Computer ausführbare Anweisungen oder Software zu speichern, um Ausführungsformen zu verwirklichen. Die nicht transitorischen, von einem Computer auslesbaren Medien können, ohne darauf beschränkt zu sein, eine oder mehrere Arten von Hardwarespeicher, nicht transitorische materielle Medien (beispielsweise eine oder mehrere magnetische Speicherplatten, eine oder mehrere optische Platten, eine oder mehrere Flashlaufwerke) und dergleichen beinhalten. Beispielsweise kann ein Speicher **816**, der in der Computervorrichtung **198** enthalten ist, von einem Computer auslesbare und von einem Computer ausführbare Anweisungen oder Software speichern, um eine Schnittstelle mit dem Scannersystem **170** zu bilden und/oder dessen Betrieb zu steuern. Die Computervorrichtung **198** kann ferner einen konfigurierbaren und/oder programmierbaren Prozessor **812** und einen zugeordneten Kern **814** und optional eine oder mehrere zusätzliche konfigurierbare und/oder programmierbare Verarbeitungseinheiten, z.B. Prozessor(en) **812'** und zugeordnete Kern(e) **814'** (beispielsweise im Falle von Computersystemen mit mehreren Prozessoren/Kernen) enthalten, die dazu dienen, von einem Computer auslesbare und von einem Computer ausführbare Anweisungen oder Software, die in dem Speicher **816** gespeichert sind, und andere Programme zur Steuerung von Systemhardware auszuführen. Der Prozessor **812** und der (die) Prozessor(en) **812'** können jeweils ein Prozessor mit nur einem Kern oder ein Prozessor mit mehreren Kernen (**814** und **814'**) sein.

**[0077]** Eine Virtualisierung kann in der Computervorrichtung **198** verwendet werden, so dass sich eine Infrastruktur und Ressourcen in der Computervorrichtung dynamisch gemeinsam nutzen lassen. Eine virtuelle Maschine **824** kann bereitgestellt sein, um ein Verfahren auf mehreren Prozessoren durchzuführen, so dass es scheint, als verwende das Verfahren lediglich eine einzige Verarbeitungsressource anstelle mehrerer Verarbeitungsressourcen. Es können auch mehrere virtuelle Maschinen in Zusammenhang mit nur einem Prozessor verwendet werden.

**[0078]** Der Speicher **816** kann einen Computersystemspeicher oder RAM-Speicher, z.B. DRAM, SRAM, EDO RAM und dergleichen beinhalten. Der

Speicher **816** kann auch andere Arten von Speichern oder Kombinationen davon beinhalten.

**[0079]** Ein Benutzer kann mit der Computervorrichtung **198** über eine visuelle Anzeigeeinrichtung **233**, beispielsweise einen Computermonitor, interagieren, der eine oder mehrere Benutzeroberflächen **830** anzeigen kann, die in Übereinstimmung mit Ausführungsformen bereitgestellt sein können. Die visuelle Anzeigevorrichtung **233** kann in einigen Ausführungsformen mit dem Anzeigesystem **204** übereinstimmen. Die Computervorrichtung **198** kann weitere Eingabe-Ausgabe-Vorrichtungen enthalten, um Eingaben von einem Benutzer zu empfangen, beispielsweise eine Tastatur oder eine beliebige geeignete Mehrpunkt-Berührungsschnittstelle **818**, ein Zeigergerät **820** (z.B. eine Maus). Die Schnittstelle **818**, beispielsweise eine Tastatur und das Zeigergerät **820**, kann mit der visuellen Anzeigevorrichtung **233** verbunden sein. Die Computervorrichtung **198** kann sonstige geeignete herkömmliche Eingabe-Ausgabe-Peripheriegeräte enthalten.

**[0080]** Die Computervorrichtung **198** kann ferner eine oder mehrere Speichervorrichtungen **834**, beispielsweise ein Festplattenlaufwerk, ein CD-ROM-Laufwerk oder andere von einem Rechner lesbare Medien enthalten, um Daten und von einem Computer auslesbare Befehle und/oder Software zu speichern, die eine Schnittstelle mit dem hier beschriebenen Scannersystem **170** bilden und/oder dessen Betrieb steuern, und/oder um hier beschriebene beispielhafte Schritte und Verfahren durchzuführen. Die beispielhafte Speichervorrichtung **834** kann ferner eine oder mehrere Datenbanken speichern, um beliebige geeignete Informationen zu speichern, die zur Durchführung von Ausführungsformen erforderlich sind. Beispielsweise kann die beispielhafte Speichervorrichtung **834** eine oder mehrere Datenbanken **836** speichern, um Informationen, z.B. Scansequenzen, Röntgenstrahlendaten, Röntgenbilder, Photonenanzahlen, Einschätzungen elektrischer Eigenschaften, Karten elektrischer Eigenschaften und/oder beliebige sonstige Informationen zu speichern, die genutzt werden können, um Ausführungsformen der Offenbarung durchzuführen. Die Datenbanken können zu jedem beliebigen geeigneten Zeitpunkt manuell oder automatisch aktualisiert werden, um ein oder mehrere Elemente in den Datenbanken hinzuzufügen, zu löschen und/oder zu aktualisieren.

**[0081]** Die Computervorrichtung **198** kann eine Netzwerkschnittstelle **822** enthalten, die dazu eingerichtet ist, über eine oder mehrere Netzwerkvorrichtungen **832** mit einem oder mehreren Netzwerken, beispielsweise mit einem lokalen Netzwerk (LAN), mit einem Großraumnetzwerk (WAN) oder mit dem Internet mittels vielfältiger Verbindungen verbunden zu werden, beispielsweise, jedoch ohne es darauf beschränken zu wollen, durch standardmäßige Telefon-

leitungen, LAN- oder WAN-Verbindungen (beispielsweise 802.11, T1, T3, 56kb, X.25), Breitbandverbindungen (wie ISDN, Frame-Relay, ATM), drahtlose Verbindungen, ein Controller Area Network (CAN) oder durch gewisse Kombinationen beliebiger oder sämtlicher oben erwähnter Verbindungen. Die Netzwerkschnittstelle **822** kann einen integrierten Netzwerkadapter, eine Netzwerkschnittstellenkarte, eine PCMCIA-Netzwerkkarte, einen Kartenbusnetzwerkadapter, einen Drahtlosnetzwerkadapter, einen USB-Netzwerkadapter, ein Modem oder eine beliebige sonstige Einrichtung enthalten, die geeignet ist, um eine Computervorrichtung **198** mit einer beliebigen Art von Netzwerk zu verbinden, das in der Lage ist, Daten auszutauschen und die hier beschriebenen Arbeitsschritte durchzuführen. Außerdem kann die Computervorrichtung **198** ein beliebiges Computersystem sein, beispielsweise eine Workstation, ein Desktoprechner, ein Server, ein Laptop, ein von Hand geführter Computer, ein Tablet-Computer oder eine sonstige Art einer Computer- oder Telekommunikationsvorrichtung, die in der Lage ist, Daten auszutauschen, und die eine ausreichende Prozessorleistung und Speicherkapazität aufweist, um die hier beschriebenen Arbeitsschritte durchzuführen.

**[0082]** Auf der Computervorrichtung **198** kann ein beliebiges Betriebssystem **826** laufen, z.B. eine beliebige Version der Microsoft® Windows® Betriebssysteme, die unterschiedlichen Ausgaben der Unix- und Linux-Betriebssysteme, eine beliebige Version des MacOS® für Macintosh-Computer, ein beliebiges eingebettetes Betriebssystem, ein beliebiges Echtzeit-Betriebssystem, ein beliebiges Open-Source-Betriebssystem, ein beliebiges anwendereigenes Betriebssystem oder ein beliebiges sonstiges Betriebssystem, das in der Lage ist, auf der Computervorrichtung abzulaufen und die hier beschriebenen Arbeitsschritte durchzuführen. In Ausführungsformen kann das Betriebssystem **826** in einem nativen Modus oder in einem emulierten Modus betrieben werden. In einer Ausführungsform kann das Betriebssystem **826** auf einer oder mehreren Instanzen von Cloud-Maschinen betrieben werden.

**[0083]** In bestimmten Ausführungsformen kann das CT-System **170** eingerichtet und/oder dafür programmiert sein, Befehle, Steuerbefehle und/oder Aufforderungen zu der Computervorrichtung **198** zu senden, um die CT-Scannerkomponenten zu steuern, um Scannsequenzen durchzuführen, und kann programmiert und/oder dazu eingerichtet sein, CT-Abtastdaten oder CT-Abtastbilder von der Computervorrichtung **198** zu empfangen.

#### Spannungssignalformverhalten

**[0084]** Fig. 15 veranschaulicht ein Zeitsteuerungsdiagramm von Anstiegs- und Abfallzeiten von Spannungen einer Röntgenröhre. Während des Scannens

wird die Spannung **901** in dem System zwischen hohen **902** und niedrigen **903** (Spannungs-)Perioden oszillieren. Die Signalform veranschaulicht den Anstieg **905** von der niedrigen Periode zu einer hohen Periode und den Abfall **906** von einer hohen Periode zu einer niedrigen Periode. Unterschiedliche Nichtidealfälle, wie oben erörtert, können verhindern, dass das System eine präzise Rechteckwellenform erzeugt. Beispielsweise in Fällen, in denen das System parasitäre Kapazitäten und Widerstände enthält, überträgt es und führt es Energie ineffizient ab, was bewirkt, dass die Kapazität **40** nach dem Übergang von Energie zu der Systemkapazität von der optimalen Energierate abweicht. In der Folge wird die Spannung langsamer fallen, mit dem Ergebnis einer längeren Abfallzeit **907**. Da das Detektorsystem unter der Annahme arbeitet, dass die Zeiten des Anstiegs **905** und des Abfalls **907** verhältnismäßig gleich sind, kann ein zeitlicher Versatz in einer von beiden unangemessene Röntgenstrahlemissionen und unerwünschte Erfassungsereignisse zur Folge haben. Beispielsweise kann die zeitlich versetzte Abfallzeit **907** zur Folge haben, dass das System Photonen erfasst, die eine höhere Frequenz aufweisen als gewünscht, wenn das System in Wirklichkeit Photonen bei einer niedrigeren Frequenz aufnimmt, die der niedrigen Periode **903** zugeordnet ist. Dementsprechend ziehen die dargelegten Ausführungsformen Änderungen an dem System in Betracht, um mehr ausgeprägte Anstiegs- und Abfallzeiten zu gewährleisten.

#### Schaltkreismodul

**[0085]** Fig. 16 veranschaulicht ein Schaltkreismodul, z.B. einen Interposer-Schaltkreis, wie er in manchen Ausführungsformen implementiert sein kann und der unterschiedliche Merkmale des Schaltkreises von Fig. 6 aufweist. In diesem Beispiel ist der Schaltkreis mit mehreren der um einen Ringkern angeordneten Wicklungen **1601a-c** elektrisch verbunden. Diese Wicklungen können als eine Spannungsquelle dienen. Die mehreren Wicklungen können jeweils mit einem Gleichrichter verbunden sein, und die mehreren Gleichrichter können in Reihe angeschlossen sein und mit einer Induktivität **52** elektrisch verbunden sein. Obwohl die Induktivität **52** hier als mit den Spannungsquellen unmittelbar verbunden veranschaulicht ist, ist ohne weiteres einsichtig, dass die Induktivität **52**, die Schaltanordnung **1602** und der Kondensator **50** in einer Anzahl unterschiedlicher Permutationen miteinander in Reihe geschaltet sein können, während im Wesentlichen immer noch eine äquivalente Funktionsfähigkeit bereitgestellt ist. Obwohl die Induktivität **52**, der Kondensator **50** und die Schaltanordnung **1602** über Knoten **1820a** und **1820b** in Reihe liegend veranschaulicht sind, sind auch andere Reihenfolgen möglich. Diese Konfiguration ermöglicht ein schnelles Energiemanagement des Systems. Die Kapazität **50** kann schnelle-

re Übergänge (10  $\mu$ s oder kürzer) sogar unter niederenergetischen Elektronenstrahlbedingungen ermöglichen, wie nachfolgend eingehender beschrieben. Es sind Änderungen der Auslegung der Komponenten der Schaltanordnung **1602** denkbar, die im Wesentlichen die gleiche Funktionalität erreichen.

**[0086]** **Fig. 17A** und **Fig. 17B** veranschaulichen den Stromfluss in den Übergängen von hoher zu niedriger Spannung (eines "Abfalls") bzw. von niedriger zu hoher Spannung (eines "Anstiegs"). Während eines Abfalls der Spannung sind die Schalter **40a** und **40b** aktiviert bzw. nicht aktiviert, so dass der Strom **1701a** durch die Induktivität fließt und in dem Kondensator **50** gespeichert wird. Die Dioden **42a** und **42b** stellen den geeigneten Fluss eines Stroms sicher, indem ein Strom zurück in Richtung der Spannungsquelle verhindert wird. Während eines Spannungsanstiegs sind die Schalter **40a** und **40b** hingegen nicht aktiviert bzw. aktiviert, so dass ein Strom **1701b** von dem Kondensator **50** zu den Spannungsquellen fließt, um die Spannungsänderung zu ergänzen. Auch hier stellen die Dioden **42a** und **42b** den geeigneten Fluss eines Stroms von dem Kondensator nach außen sicher. Wie oben erwähnt, können die Induktivität, der Kondensator und die Schaltanordnung in unterschiedlichen Permutationen elektrisch in Reihe geschaltet sein. Diese Elemente können auch dann elektrisch verbunden bleiben, wenn sie in Reihe oder parallel mit zusätzlichen zufällig dazwischenliegenden Elementen angeordnet sind, die deren Funktion nicht wesentlich beeinflussen.

#### Abwandlungen des Schaltkreismoduls

**[0087]** **Fig. 18A–C** veranschaulichen Abwandlungen des Schaltkreismoduls von **Fig. 6**, **Fig. 16**, **Fig. 17A** und **Fig. 17B**. Diese Abwandlungen ermöglichen ein Wiederherstellen des optimalen Energieniveaus in der Kapazität **50** nach dem Übergang von Energie zu der Systemkapazität, so dass ein wesentlich schnellerer Übergang ermöglicht ist. **Fig. 18A** veranschaulicht einen Schaltkreis **1800A** mit einem zwischengeschalteten Widerstand **1801** als Teil eines Energiebeeinflussungsschaltkreises **1803**, der mit Knoten **1802** und **1807** verbunden ist. Der Widerstand **1801** ist mit dem Knoten **1802** zwischen den Dioden **42a** und **42b** und zwischen den Schaltern **40a** und **40b** elektrisch verbunden. Der Widerstand ist auch mit dem Knoten **1807** verbunden, der auf die Reihe aus der Induktivität **52**, der Schaltanordnung **1602** und des Kondensators **50** folgt. Der Energiebeeinflussungsschaltkreis **1803** kann sowohl während eines Spannungsanstiegs als auch während eines Spannungsabfalls Energie verlieren.

**[0088]** Bei Verwendung des in **Fig. 18A** gezeigten Schaltkreises kann das geeignete Energieniveau auf dem Kondensator **50** wiederhergestellt werden, indem der Schalter **40b** für eine zusätzliche Zeitspan-

ne eingeschaltet gehalten wird, nachdem der Übergang von dem niedrigen kV zu dem hohen kV abgeschlossen ist. Die zusätzliche Einschaltzeitdauer ermöglicht die Entladung eines Teils der gespeicherten Energie in der Kapazität **50** zu dem Widerstand **1801**, so dass das geeignete Energieniveau wiederhergestellt wird und ein wesentlich schnellerer Übergang ermöglicht ist. Die zusätzliche Einschaltzeitdauer kann angemessen berechnet und erzwungen werden, um unerwünschte und schädigende Energieverluste zu vermeiden.

**[0089]** **Fig. 18B** veranschaulicht eine weitere verbesserte Schaltkreiskonfiguration. Hier enthält der Energiebeeinflussungsschaltkreis **1804** eine Induktivität **1804a**, einen Widerstand **1804b** und eine Diode **1804c**. Die Induktivität **1804a** und der Widerstand **1804b** können in beliebiger Reihenfolge elektrisch in Reihe verbunden sein und gemeinsam mit der Diode **1804c** parallel geschaltet sein. In diesem Beispiel kann der Energiebeeinflussungsschaltkreis **1804** Energie verlieren, wenn es erforderlich ist. In vielen Ausführungsformen beeinflusst der Schaltkreis **1804** einen Spannungsanstieg nicht wesentlich.

**[0090]** Bei Verwendung des in **Fig. 18B** gezeigten Schaltkreises kann das geeignete Energieniveau an dem Kondensator **50** wiederhergestellt werden, indem der Schalter **40b** für eine zusätzliche Zeitspanne eingeschaltet gehalten wird, nachdem der Übergang von dem niedrigen kV zu dem hohen kV abgeschlossen ist. Die zusätzliche Einschaltzeitdauer ermöglicht die Entladung eines Teils der gespeicherten Energie in der Kapazität **50** zu dem Widerstand **1804b**, so dass das geeignete Energieniveau wiederhergestellt wird und ein wesentlich schnellerer Übergang erzielt wird. Die zusätzliche Einschaltzeitdauer kann angemessen berechnet und erzwungen werden, um unerwünschte und schädigende Energieverluste zu vermeiden.

**[0091]** Die in **Fig. 18B** gezeigte Induktivität **1804a** kann verhindern, dass Energie während des Übergangs von dem hohen kV zu dem niedrigen kV verbraucht wird. Ein Teil der Energie kann nach dem Übergang von dem niedrigen kV zu dem hohen kV während der zusätzlichen Einschaltzeitdauer des Schalters **40b** auch in der Induktivität **1804a** gespeichert werden. Die Diode **1804c** ermöglicht die Ableitung der gespeicherten Energie zu dem Widerstand **1804b**.

**[0092]** **Fig. 18C** veranschaulicht eine weitere verbesserte Schaltkreiskonfiguration. Hier enthält der Energiebeeinflussungsschaltkreis **1805** eine Induktivität **1805a**, einen Schalter **1805b** und eine Diode **1805c**. Die Induktivität **1805a** und der Schalter **1805b** können in beliebiger Reihenfolge elektrisch in Reihe verbunden sein und gemeinsam parallel mit der Diode **1805c** geschaltet sein. Die Diode **1805d** stellt ei-

ne elektrische Verbindung zwischen dem Knoten, der den Schalter **1805b** und die Induktivität **1805a** verbindet, und dem Spannungsquellenknoten **1601a** bereit. Der Energiebeeinflussungsschaltkreis **1805** gibt Energie zurück, anstatt sie zu verbrauchen. Obwohl der Schalter **1805b** in diesem Beispiel als ein Transistor veranschaulicht ist, kann er wie die Schalter **40a** und **40b** eine beliebige geeignete Schaltvorrichtung (beispielsweise ein MOSFET, IGBT und dergleichen) sein, die jedoch möglicherweise andere Betriebsbereiche aufweist.

**[0093]** Bei Verwendung des in **Fig. 18C** gezeigten Schaltkreises kann das geeignete Energieniveau an dem Kondensator **50** wiederhergestellt werden, indem der Schalter **40b** für eine zusätzliche Zeitspanne eingeschaltet gehalten wird, nachdem der Übergang von dem niedrigen kV zu dem hohen kV abgeschlossen ist, und indem der Schalter **1805b** eingeschaltet wird, nachdem der Übergang von dem niedrigen kV zu dem hohen kV abgeschlossen ist, so dass beide Schalter **40b** und **1805b** im Wesentlichen zu demselben Zeitpunkt eingeschaltet sind, nachdem der Resonanzübergang abgeschlossen ist. Die zusätzliche Einschaltzeitdauer beider Schalter **40b** und **1805b** ermöglicht die Entladung eines Teils der in der Kapazität **50** gespeicherten Energie zu der Induktivität **1805a**, so dass das geeignete Energieniveau wiederhergestellt wird und ein wesentlich schnellerer Übergang ermöglicht ist. Die zusätzliche Einschaltzeitdauer kann passend berechnet und erzwungen werden, um unerwünschte und schädliche Energieverluste zu vermeiden.

**[0094]** Wenn der Kondensator **50** so entladen ist, dass das geeignete Energieniveau wiederhergestellt ist, können die Schalter **40b** und **1805b** geöffnet werden, und die in der Induktivität **1805a** gespeicherte Energie kann der Systemkapazität durch die Dioden **1805c** und **1805d** zurückgegeben werden. Wenn die Energie vollständig der Systemkapazität zurückgegeben worden ist, treten die Dioden **1805c** und **1805d** in den Sperrspannungsmodus ein und der vollständige Übergang ist vorüber. Somit gibt diese Art von Schaltung in einigen Ausführungsformen die Energie dem vollständigen System zurück, anstatt die Energie in einen Widerstand abzuführen.

**[0095]** Die Widerstände **1801** und **1804b** können beispielsweise eine beliebige Stromversorgungseinheit vom Typ MP916, MP925 und MP930 TO-220 sein, wie sie in der Technik bekannt sind. In einigen Ausführungsformen können die Widerstände **1801** und **1804b** 50-kOhm-Widerstände sein, und die Induktivitäten **1804a** und **1805a** können 120 mH aufweisen.

**[0096]** Auch hier können die in diesen Schaltkreisen dargestellten Elemente, wie es oben erwähnt ist, auch dann elektrisch verbunden bleiben, wenn sie in

Reihe oder parallel mit zusätzlichen zufälligen dazwischenliegenden Elementen angeordnet sind, die deren Funktion nicht wesentlich beeinflussen.

#### Schaltkreismodul – Effekt

**[0097]** **Fig. 19A** veranschaulicht die Wechselwirkungen zwischen dem Wechselrichter **1901**, der Hochspannungskapazität **1902** und der Röntgenröhre **1903**. Während eines Spannungsanstiegs wird ein Strom **1905a** von dem Wechselrichter zu der Hochspannungskapazität fließen. Ähnlich wird während eines Spannungsabfalls ein Strom **1905b** von der Hochspannungskapazität zu der Röntgenröhre **1903** fließen. Zusätzlich zu diesen standardmäßigen Strömen **1905a**, **1905b** kann das System während eines Anstiegs eine zusätzliche Bewegung von Energie **1906a** von dem Wechselrichter zu dem Hochspannungssystem und während eines Abfalls eine Bewegung **1906b** von dem Hochspannungssystem zu der Röntgenröhre anfordern. Wie in **Fig. 19A** gezeigt, wird diese gesamte Energie bei Abwesenheit der Hilfskapazität, die in Schaltkreisen wie jenen nach **Fig. 18A–C** bereitgestellt ist, von dem Wechselrichter **1901** und der Hochspannungssystemkapazität **1902** während eines Spannungsanstiegs bzw. eines Spannungsabfalls übertragen. Die momentane Energie **1906a** reicht möglicherweise nicht aus, um eine schnelle Anstiegszeit zu ermöglichen, und momentane Energie **1906b** kann zu dem System unerwünschte zusätzliche Energie beitragen, wodurch der Spannungsabfall verlängert wird.

**[0098]** Wie in **Fig. 19B** dargestellt, reduziert das Hinzufügen der Hilfskapazität **1904** die Anforderungen an den Wechselrichter **1901** und an das Hochspannungssystem **1902**. Dank der vorliegenden Ausführungsformen können während eines Spannungsanstiegs zu dem Hochspannungssystem wenigstens etwa 75% der Energie **1907a** von der Hilfskapazität **1904** anstatt von dem Wechselrichter **1901** beigesteuert werden. Ähnlich wird während eines Spannungsabfalls wenigstens etwa 92% der Energie **1907b**, die zu der Röhre **1903** geflossen wäre, stattdessen zu der Hilfskapazität **1904** umgeleitet (lediglich etwa 8% von **1906b** fließt zu der Röhre **1903**). Dieses Umleiten verbessert die Abfallzeit, so dass eine Verzögerung des Spannungsübergangs durch übermäßige Energie verhindert ist. Ähnlich verbessert der Fluss **1907a** die Anstiegszeit, indem er Energie beiträgt, die von der Hilfskapazität **1904** her verfügbar ist.

#### Schaltkreismodul – Beispielhafte Signalfom

**[0099]** **Fig. 20** veranschaulicht beispielhafte Signalverläufe, die dem Energiebeeinflussungsschaltkreis von **Fig. 18B** zugeordnet sind. Eine Signalfom **2001** veranschaulicht die Spannung in der Röntgenröhre. Eine Signalfom **2002** veranschaulicht die Energie, die in dem Kondensator **50** gespeichert ist. Eine Si-



gnalform **2003** veranschaulicht die Energie, die durch den Widerstand **1804b** verbraucht wird.

**[0100]** Wenn die Röntgenröhrenspannung **2001** (z.B. an der Position **2004a**) von dem hohen zu dem niedrigen Wert fällt, nimmt die Energie in dem Kondensator **2002** zu und bildet ein Plateau. Während dieses Übergangs wird der Widerstand **1804b** eine minimale Energiemenge verbrauchen, bevor die Induktivität **1804a** in Verbindung mit den anderen Schaltkreiselementen, z.B. der Diode **1804c**, die während des Übergangs von dem hohen kV zu dem niedrigen kV verbrauchte Energie minimiert. Ebenso wird der Kondensator **50**, wenn die Röntgenröhrenspannung **2001** (beispielsweise an der Position **2004b**) von dem niedrigen kV zu dem hohen kV ansteigt, seine Energie, wie durch die Signalform **2002** gezeigt, entladen, was den Anstieg der Röhrenspannung **2001** unterstützt. Das System kann den Schalter **40b** während des Spannungsanstiegs für eine längere Zeitspanne aktivieren, als wenn der Schalter **40a** während eines Spannungsabfalls aktiviert wird, um einen vollständigeren Verbrauch der Energie zu gewährleisten, so dass der richtige Energiezustand in dem Kondensator **50** wiederhergestellt wird. Ein verlängerter Verbrauch wird in dem Widerstand **1804b** eher während des Spannungsabfalls als während eines Spannungsanstiegs auftreten. Allgemein ausgedrückt, ist der Energieverlust während des Spannungsabfalls umso geringer, je größer die Induktivität **1804a** ist. Ebenso ist der Energieverlust während des Spannungsabfalls umso geringer, je größer der Widerstand **1804b** ist. Allerdings kann eine Steigerung des Widerstandswerts des Widerstands **1804b** es auch erfordern, dass der Schalter **40b** während eines Spannungsanstiegs länger aktiv bleiben muss.

#### Bemerkungen

**[0101]** In der Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen wird aus Gründen der Übersichtlichkeit eine spezielle Terminologie verwendet. Für Zwecke der Beschreibung ist beabsichtigt, dass jeder spezielle Begriff mindestens sämtliche technischen und funktionalen Äquivalente einschließt, die ähnlich wirken, um einen ähnlichen Zweck zu erreichen. In manchen Fällen, in denen eine spezielle Ausführungsform mehrere Systemelemente, Einrichtungskomponenten oder Verfahrensschritte aufweist, können jene Elemente, Komponenten oder Schritte auch durch ein einzelnes Element, eine einzelne Komponente oder einen einzelnen Schritt ersetzt werden. Dergleichen können einzelne Elemente, Komponenten oder Schritte durch mehrere Elemente, Komponente oder Schritte ersetzt werden, die dem gleichen Zweck dienen. Während Ausführungsformen mit Bezug auf spezielle Ausführungsformen davon gezeigt und beschrieben sind, wird der Fachmann verstehen, dass darüber hinaus unterschiedliche Substitutionen und Abänderungen in der Form und im Detail darin vorge-

nommen werden können, ohne dass der Schutzzumfang der Erfindung berührt ist. Darüber hinaus fallen auch andere Aspekte, Funktionen und Vorteile in den Schutzzumfang der Erfindung.

**[0102]** Beispielhafte Flussdiagramme dienen hierin der Veranschaulichung und sind nicht beschränkende Beispiele von Verfahren. Dem Fachmann wird einleuchten, dass beispielhafte Verfahren eine größere oder geringere Anzahl von Schritten aufweisen können, als in den beispielhaften Flussdiagrammen veranschaulicht ist, und dass die Schritte in den beispielhaften Flussdiagrammen in einer anderen Reihenfolge ausgeführt werden können als die Reihenfolge, die in den veranschaulichenden Flussdiagrammen gezeigt ist.

#### Patentansprüche

1. Elektronisches System zur Verbesserung einer Energiesystemsteuerung, zu dem gehören:  
eine erste Induktivität, die einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist;  
eine Schaltanordnung, die enthält:  
eine erste Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist;  
eine zweite Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist;  
einen ersten Schalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; und  
einen zweiten Schalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist;  
ein Kondensator, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; und  
ein Energiebeeinflussungsschaltkreis, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist, wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem zweiten Anschluss des ersten Schalters elektrisch verbunden ist;  
wobei die Induktivität, die Schaltanordnung und der Kondensator elektrisch in Reihe geschaltet sind.

2. System nach Anspruch 1, wobei die Induktivität, die Schaltanordnung und der Kondensator mit mindestens einer Spannungsquelle elektrisch in Reihe verbunden sind.

3. System nach Anspruch 1, wobei der Anodenanschluss der ersten Diode mit dem Anodenanschluss der zweiten Diode elektrisch verbunden ist;  
wobei der erste Anschluss des ersten Schalters mit dem Kathodenanschluss der ersten Diode elektrisch verbunden ist und der zweite Anschluss des ersten Schalters mit dem Anodenanschluss der ersten Diode elektrisch verbunden ist,  
wobei der erste Anschluss des zweiten Schalters mit dem Anodenanschluss der zweiten Diode elektrisch verbunden ist und der zweite Anschluss des zweiten Schalters mit dem Kathodenanschluss der zweiten Diode elektrisch verbunden ist.

4. System nach Anspruch 1, wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem Anodenanschluss der ersten Diode elektrisch verbunden ist.

5. System nach Anspruch 1, wobei der Energiebeeinflussungsschaltkreis einen Widerstand aufweist.

6. System nach Anspruch 1, das ferner eine Schaltzeitsteuerungseinheit aufweist, die mit sämtlichen der Schalter verbunden ist, wobei die Schaltzeitsteuerungseinheit eine Routine aufweist, um den Ein- und Ausschaltzeitakt der Schalter zu berechnen, um nach einem Übergang von Niedrig zu Hoch und einem Übergang von Hoch zu Niedrig an dem Kondensator geeignete Anfangsbedingungen wiederherzustellen.

7. System nach Anspruch 1, wobei zu dem Energiebeeinflussungsschaltkreis gehören:  
ein Widerstand, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist;  
eine zweite Induktivität, die einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; und  
eine dritte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist,  
wobei die zweite Induktivität mit dem Widerstand elektrisch in Reihe geschaltet ist, wobei die zweite Induktivität und der Widerstand gemeinsam mit der dritten Diode parallel geschaltet sind, und  
wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem Kathodenanschluss der dritten Diode elektrisch verbunden ist.

8. System nach Anspruch 1, wobei zu dem Energiebeeinflussungsschaltkreis gehören:  
ein dritter Schalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist;  
eine zweite Induktivität, die einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist;  
eine dritte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist; und  
eine vierte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist,  
wobei die zweite Induktivität über einen elektrischen Knoten mit dem dritten Schalter elektrisch in Reihe geschaltet ist, wobei die zweite Induktivität und der dritte Schalter gemeinsam mit der dritten Diode parallel geschaltet sind,  
wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem Kathodenanschluss der dritten Diode elektrisch verbunden ist, und  
wobei der Anodenanschluss der vierten Diode mit dem elektrischen Knoten elektrisch verbunden ist.

9. System nach Anspruch 1, wobei der erste Schalter und der zweite Schalter Bipolartransistoren aufweisen.

10. System nach Anspruch 2, wobei die wenigstens eine Spannungsquelle mehrere um einen Ringkern angeordnete Wicklungen enthält.

11. System nach Anspruch 2, wobei die wenigstens eine Spannungsquelle ferner einen Satz von Dioden und Kapazitäten aufweist, die verschaltet sind, um einen Gleichrichter oder Verdoppler zu bilden.

12. System nach Anspruch 1, wobei das elektronische System mit mehreren im Wesentlichen identischen elektronischen Systemen als Teil eines Röntgenstrahlemissionssystems für Computertomographie in Reihe geschaltet ist.

13. System nach Anspruch 1, wobei die Schalter Teil eines elektronischen Systems sind, das mit mehreren im Wesentlichen identischen elektronischen Systemen als Teil eines Röntgenstrahlemissionssystems für Computertomographie in Reihe geschaltet ist.

14. Verfahren zum schnellen Hochspannungsschalten in einem Energiesystem, mit den Schritten:  
Öffnen eines ersten Schalters und Schließen eines zweiten Schalters, um eine erste Spannung hervorzubringen; und  
Öffnen des zweiten Schalters und Schließen des ersten Schalters, um eine zweite Spannung hervorzubringen,  
wobei der erste Schalter aufweist:  
einen ersten Anschluss, der mit einem Kathodenanschluss einer ersten Diode elektrisch verbunden ist;  
einen zweiten Anschluss, der mit einem Anodenanschluss der ersten Diode und einem Anodenanschluss einer zweiten Diode elektrisch verbunden ist; und  
wobei der zweite Schalter aufweist:  
einen ersten Anschluss, der mit dem Anodenanschluss der ersten Diode, dem Anodenanschluss der zweiten Diode und einem ersten Knoten eines Energiebeeinflussungsschaltkreises elektrisch verbunden ist; und  
einen zweiten Anschluss, der mit einem Kathodenanschluss der zweiten Diode elektrisch verbunden ist, wobei der erste und der zweite Schalter mit einer Induktivität, einem Kondensator und einer oder mehreren Spannungsquellen in Reihe elektrisch verbunden sind.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das Öffnen eines ersten Schalters und das Schließen eines zweiten Schalters, um eine erste Spannung hervorzubringen, und das Öffnen des zweiten Schalters und das Schließen des ersten Schalters, um eine zweite Spannung hervorzubringen, ein Berechnen des Ein- und Ausschaltzeitakts des ersten Schalters und des zweiten Schalters beinhaltet, um an dem Kondensator nach jedem Übergang von niedriger zu hoher und

von hoher zu niedriger Hochspannung geeignete Anfangsbedingungen wiederherzustellen.

16. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der Energiebeeinflussungsschaltkreis einen Widerstand enthält.

17. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der Energiebeeinflussungsschaltkreis enthält:  
einen Widerstand, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist;  
eine zweite Induktivität, die einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist; und  
eine dritte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist,  
wobei die zweite Induktivität mit dem Widerstand elektrisch in Reihe geschaltet ist, wobei die zweite Induktivität und der Widerstand gemeinsam mit der dritten Diode parallel geschaltet sind,  
wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem Kathodenanschluss der dritten Diode elektrisch verbunden ist.

18. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der Energiebeeinflussungsschaltkreis enthält:  
einen dritten Schalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist;  
eine zweite Induktivität, die einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist;  
eine dritte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist; und  
eine vierte Diode, die einen Kathodenanschluss und einen Anodenanschluss aufweist,  
wobei die zweite Induktivität über einen elektrischen Knoten mit dem dritten Schalter elektrisch in Reihe geschaltet ist, wobei die zweite Induktivität und der dritte Schalter gemeinsam mit der dritten Diode parallel geschaltet sind,  
wobei der erste Anschluss des Energiebeeinflussungsschaltkreises mit dem Kathodenanschluss der dritten Diode elektrisch verbunden ist, und  
wobei der Anodenanschluss der vierten Diode mit dem elektrischen Knoten elektrisch verbunden ist und der Kathodenanschluss der vierten Diode mit einem Anschluss der wenigstens einen Spannungsquelle elektrisch verbunden ist.

19. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der erste Schalter und der zweite Schalter Bipolartransistoren enthalten.

20. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die wenigstens eine Spannungsquelle mehrere um einen Ringkern angeordnete Wicklungen enthält.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

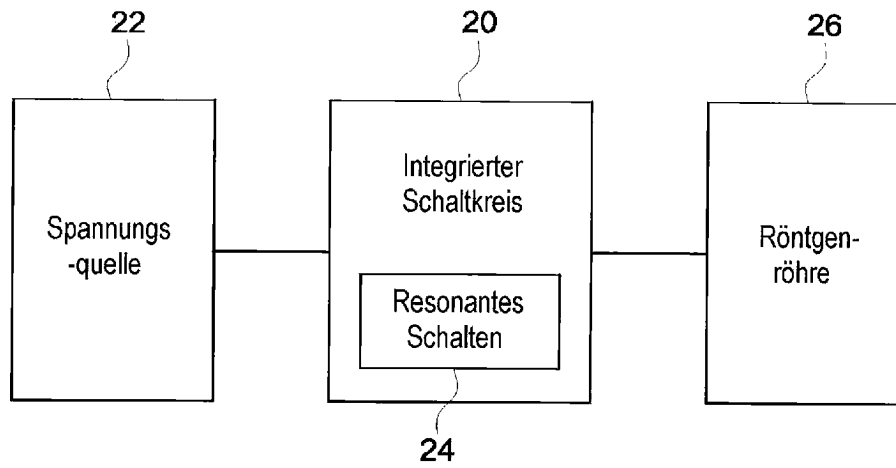


FIG. 1

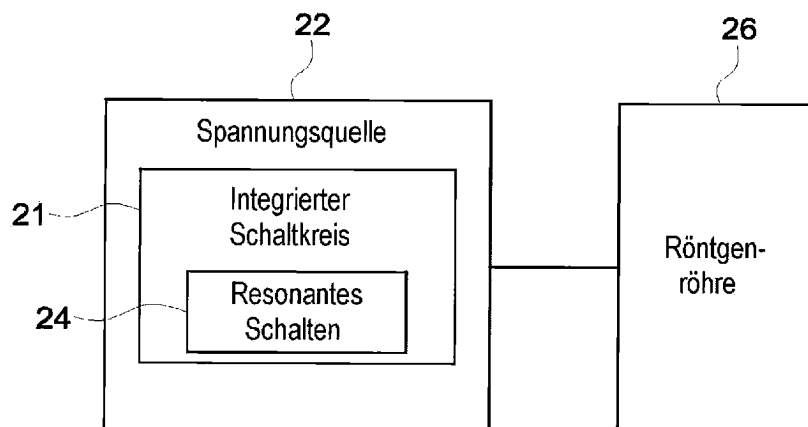


FIG. 2

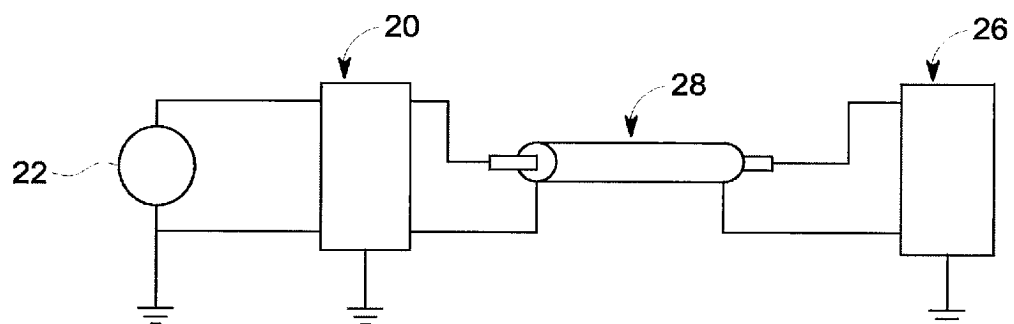


FIG. 3

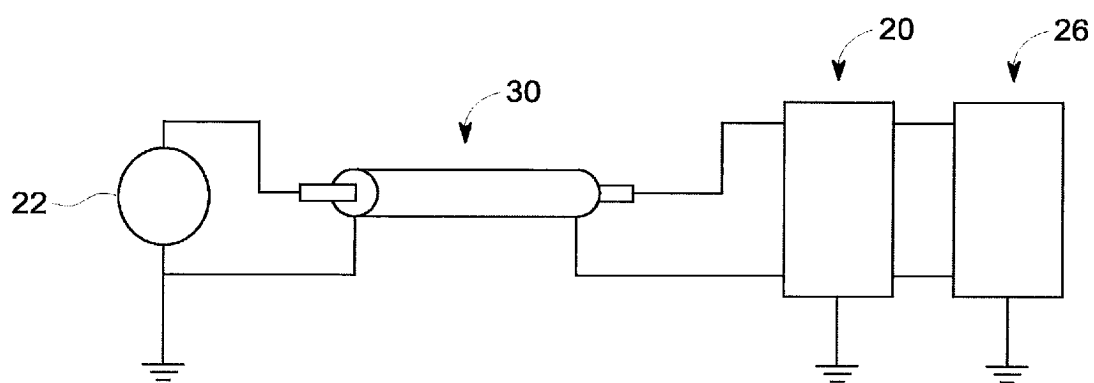


FIG. 4

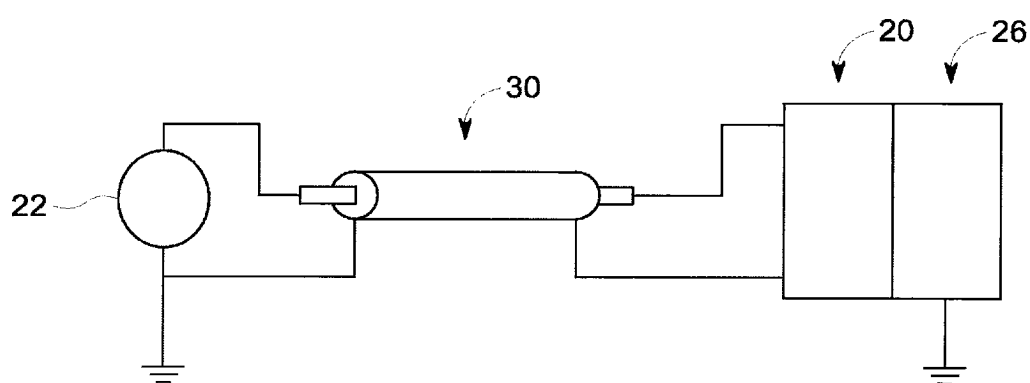


FIG. 5

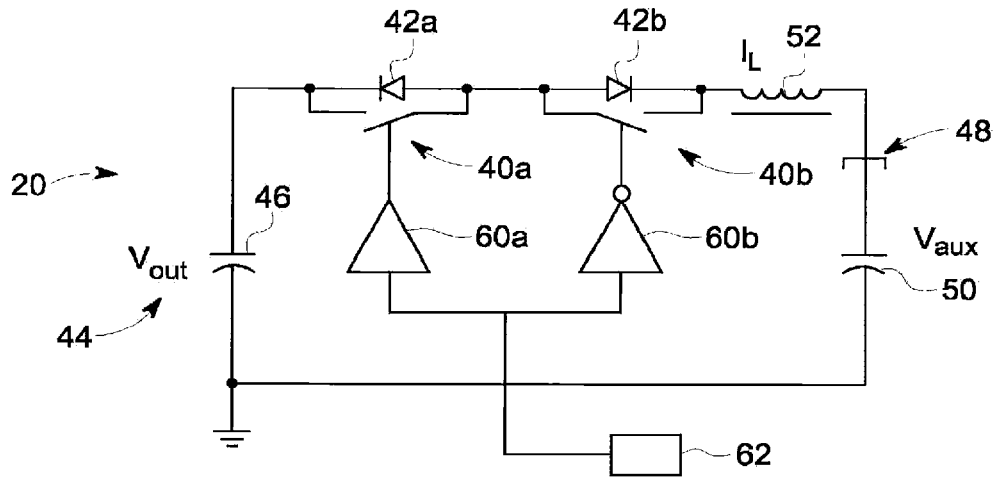


FIG. 6

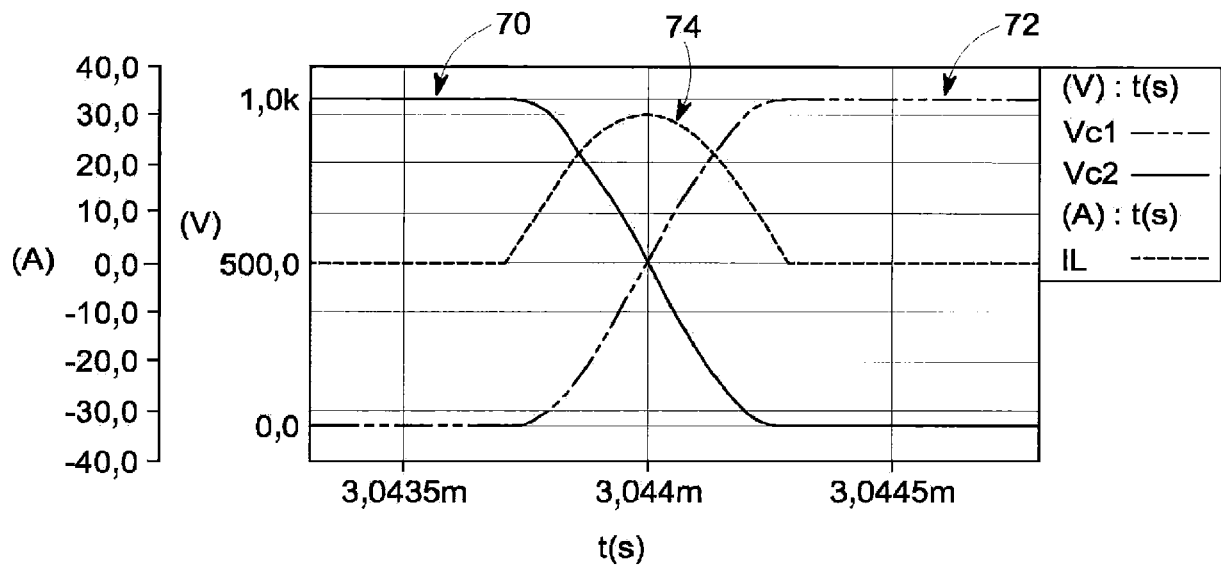


FIG. 7

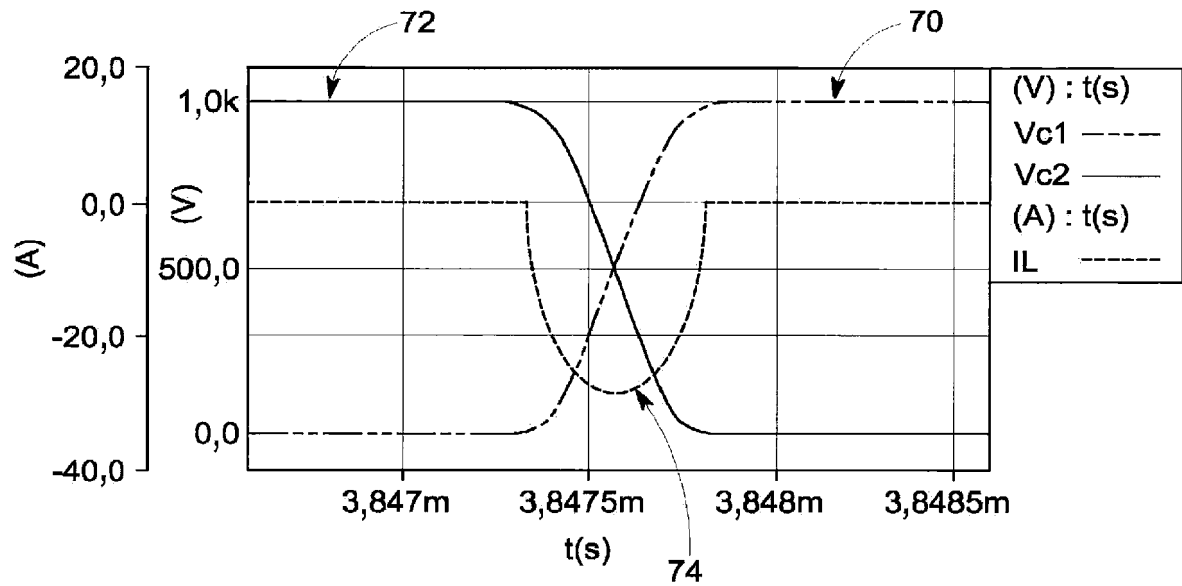


FIG. 8

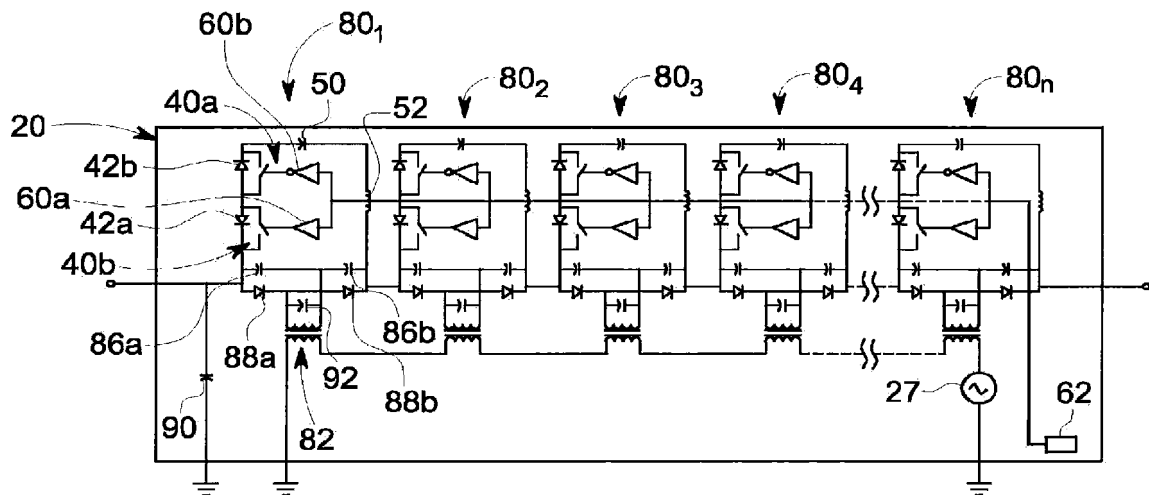


FIG. 9

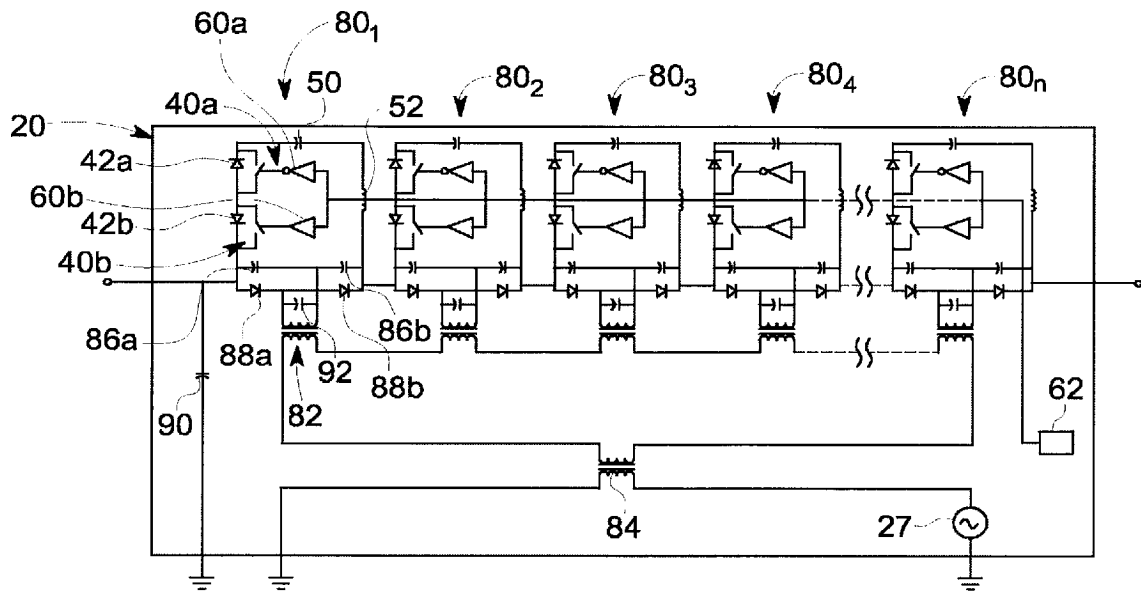


FIG. 10

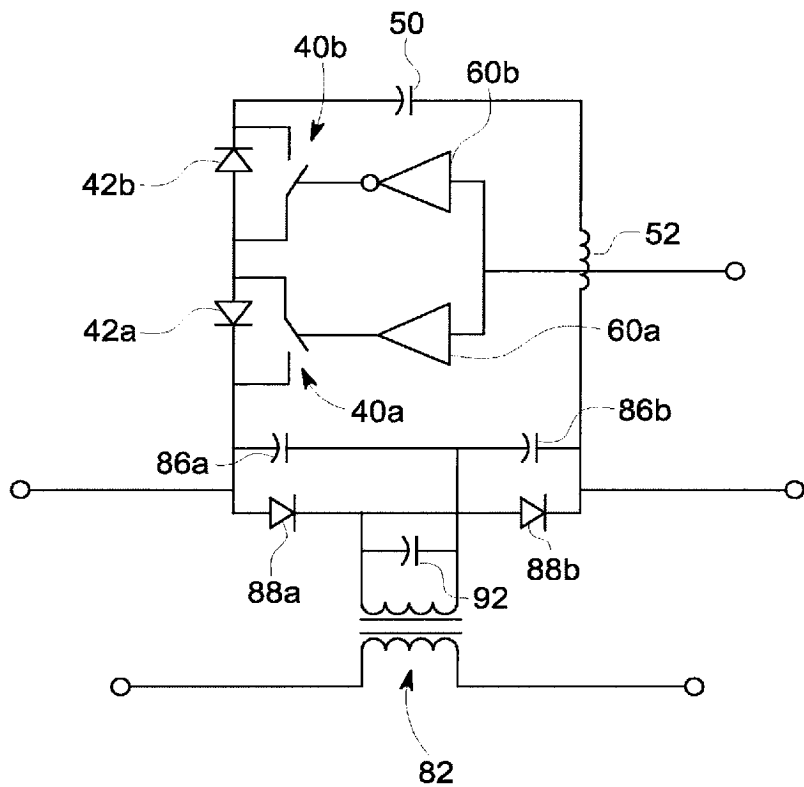


FIG. 11



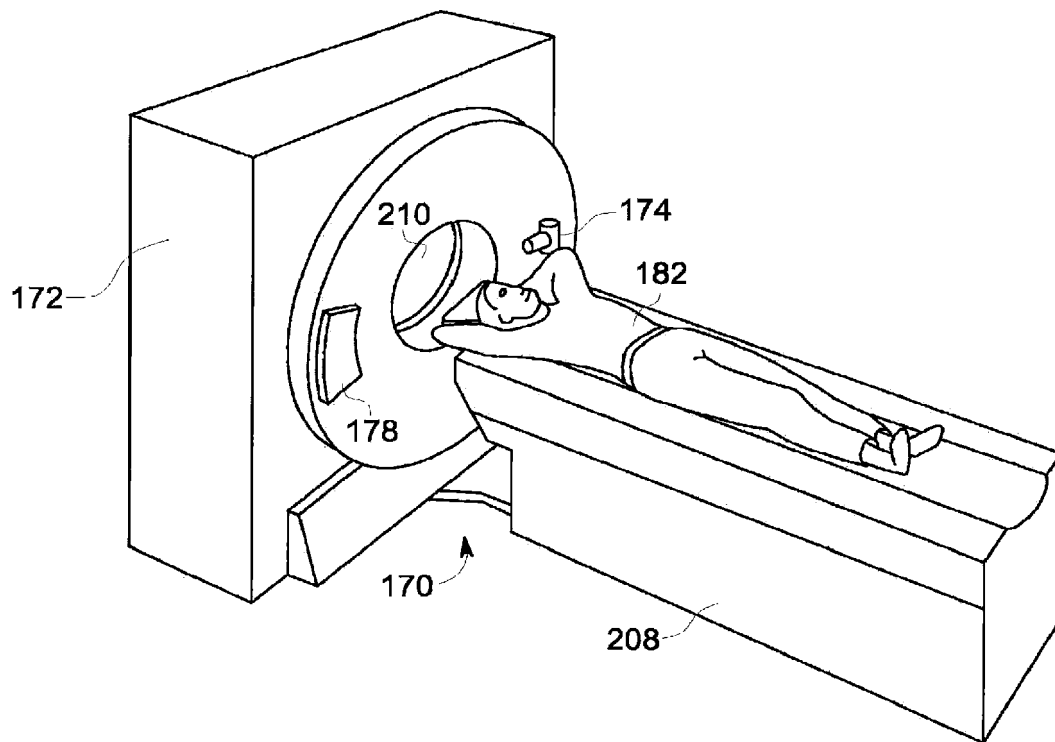


FIG. 12A

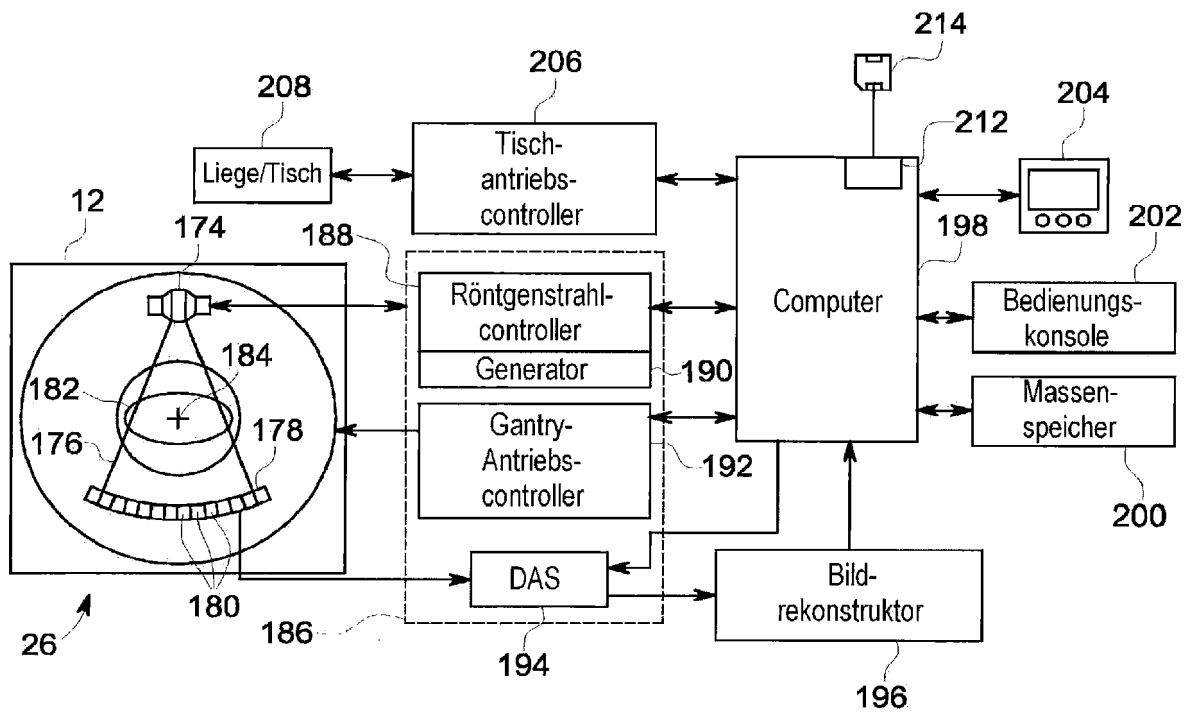


FIG. 12B

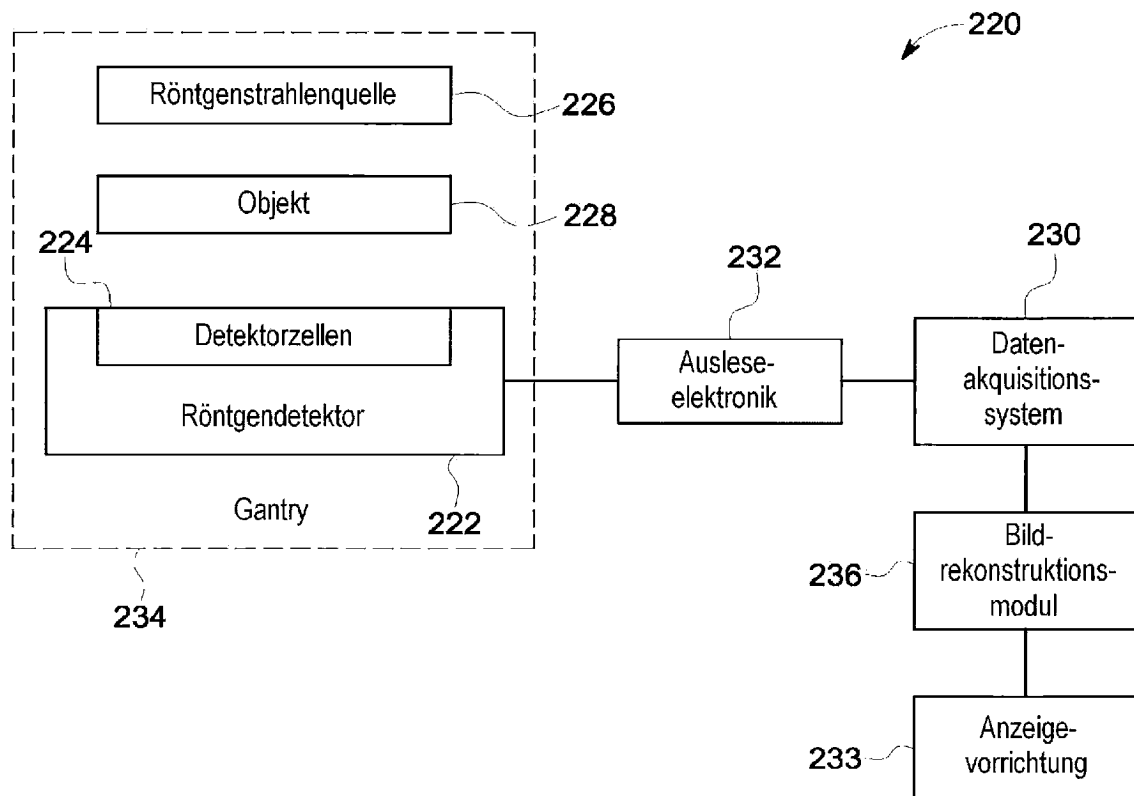


FIG. 13

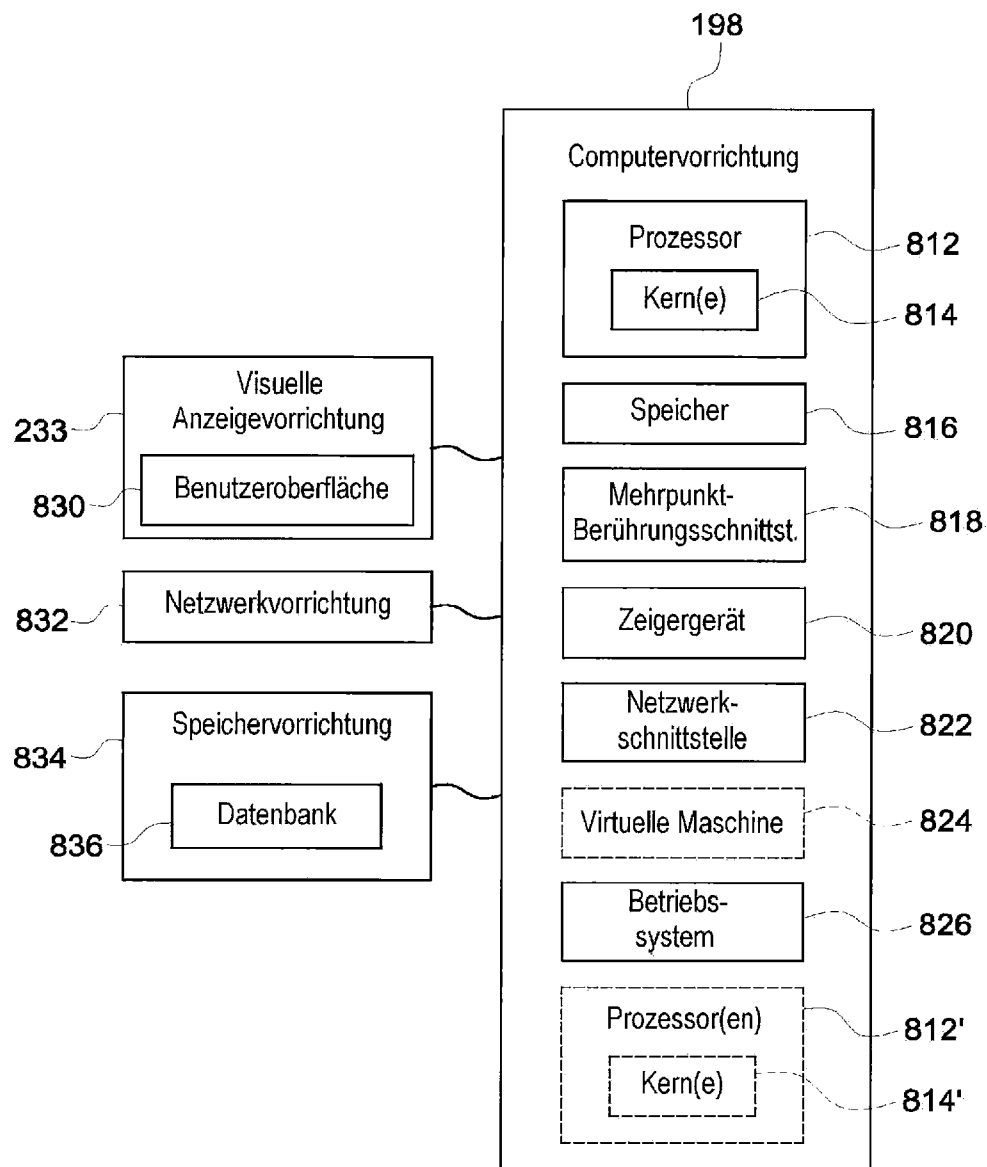


FIG. 14

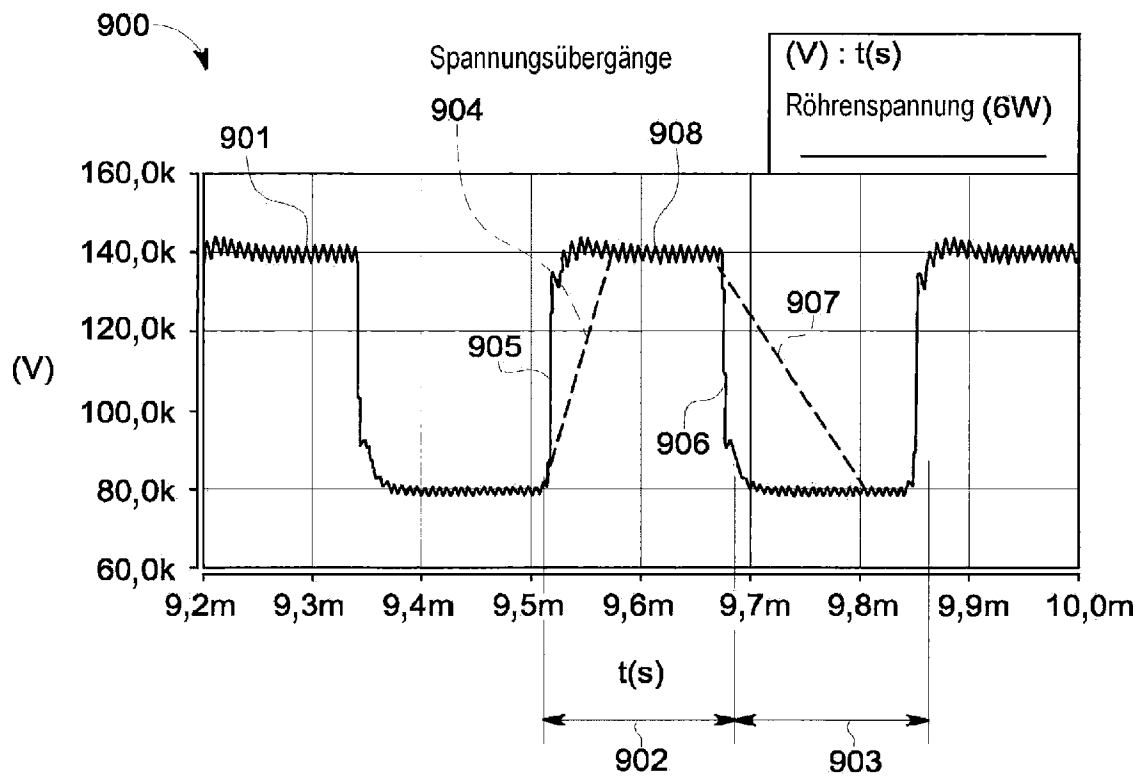


FIG. 15

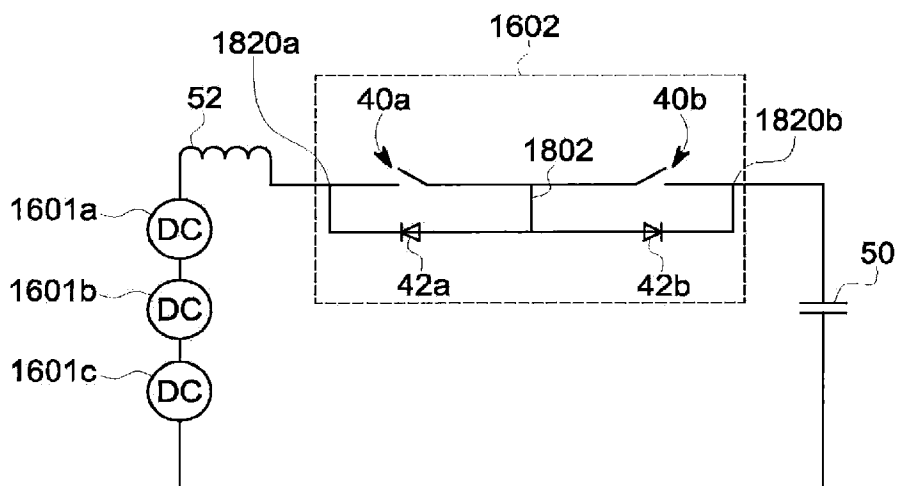


FIG. 16

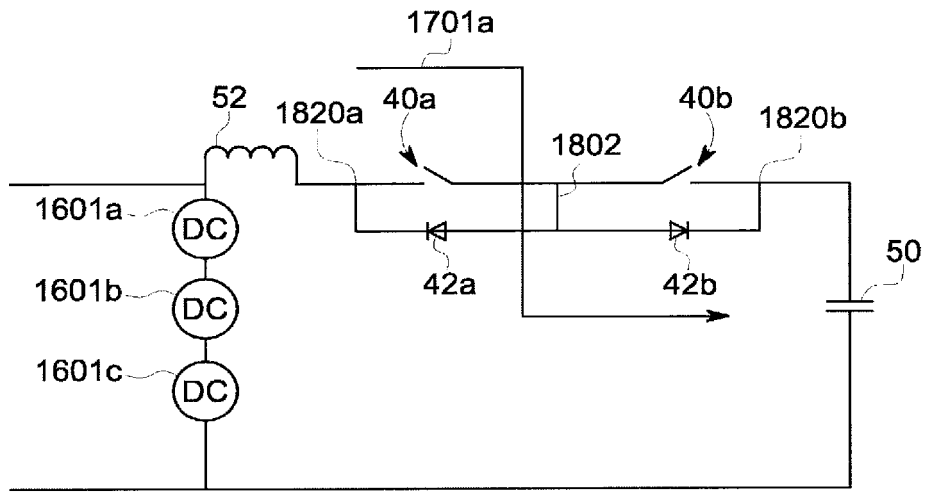


FIG. 17A

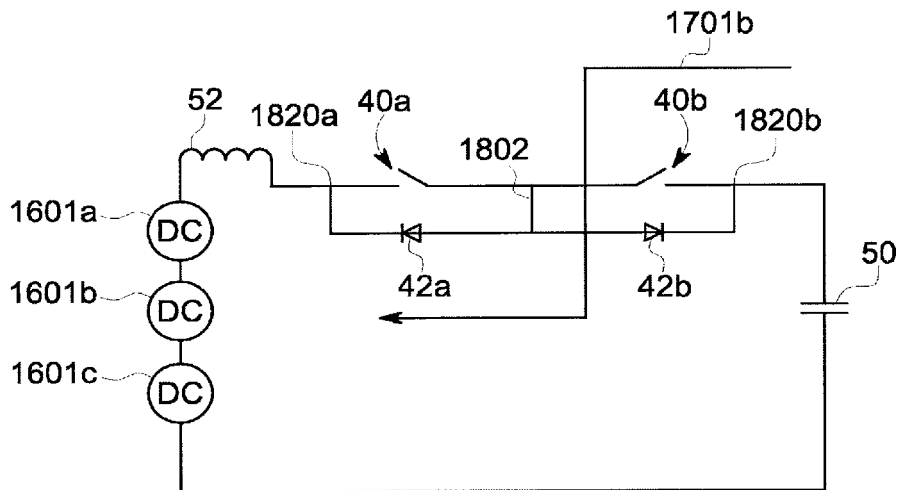


FIG. 17B

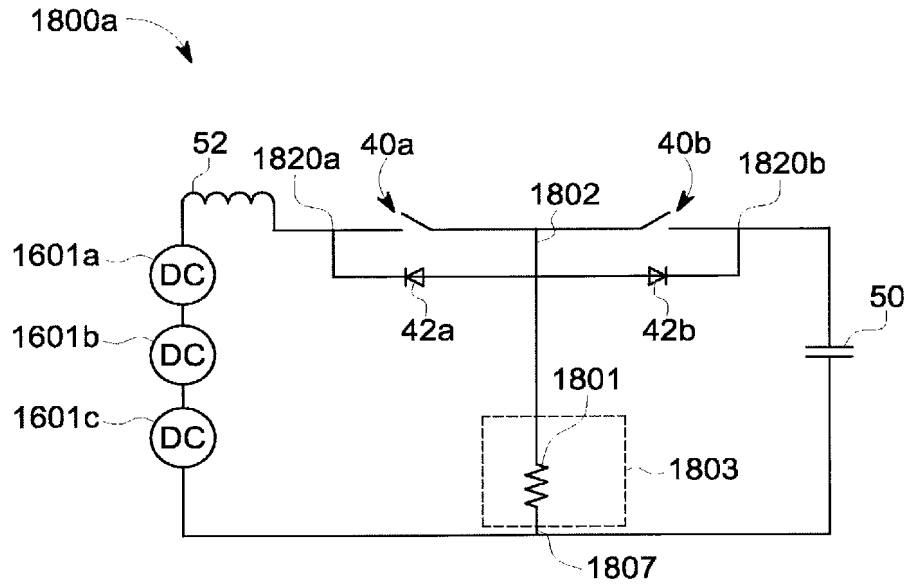


FIG. 18A

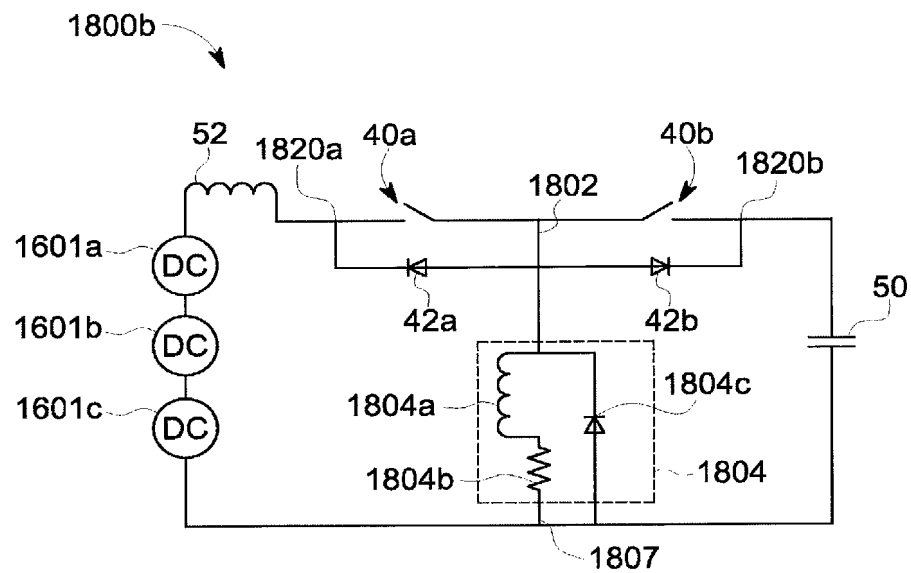


FIG. 18B

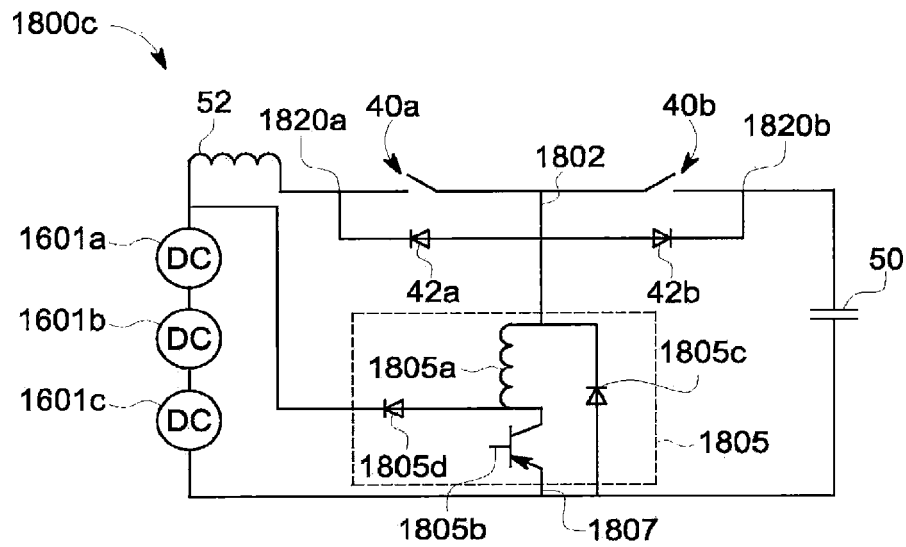


FIG. 18C

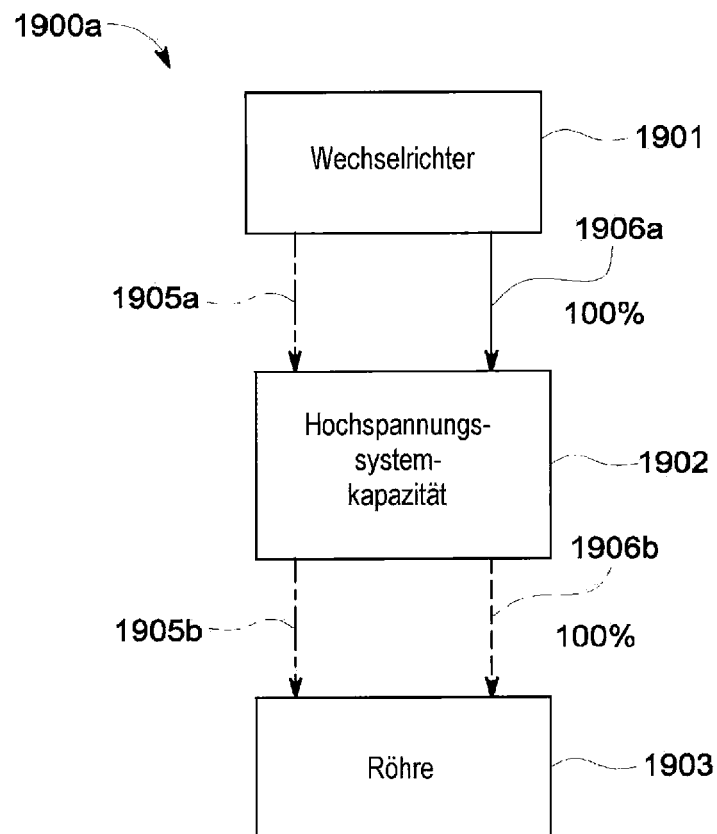


FIG. 19A

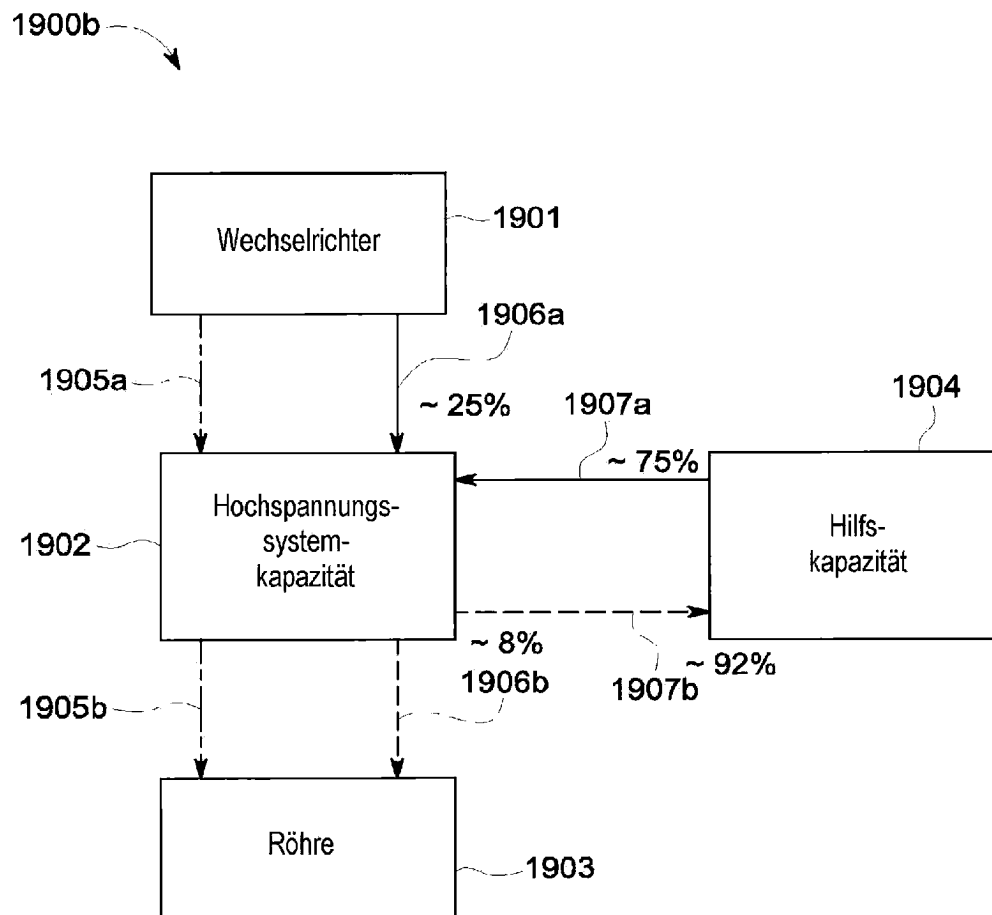


FIG. 19B



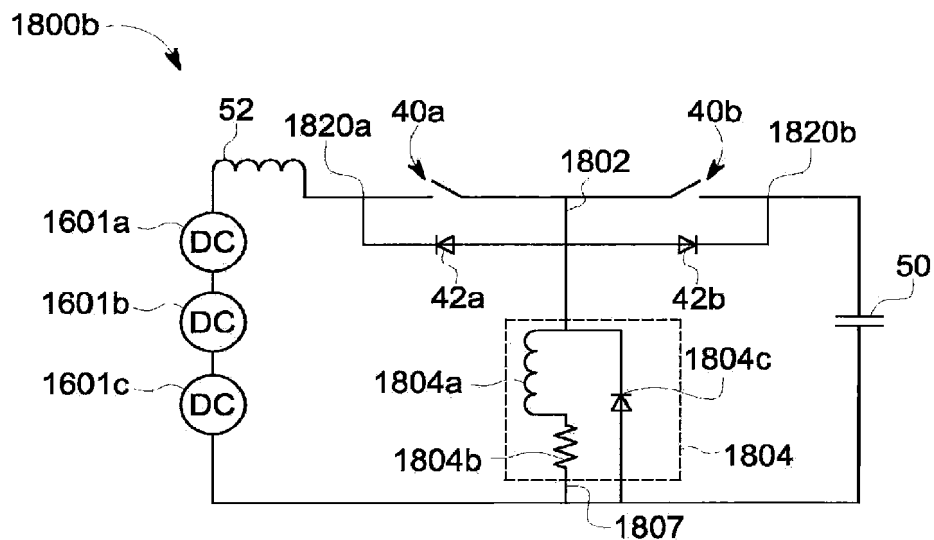
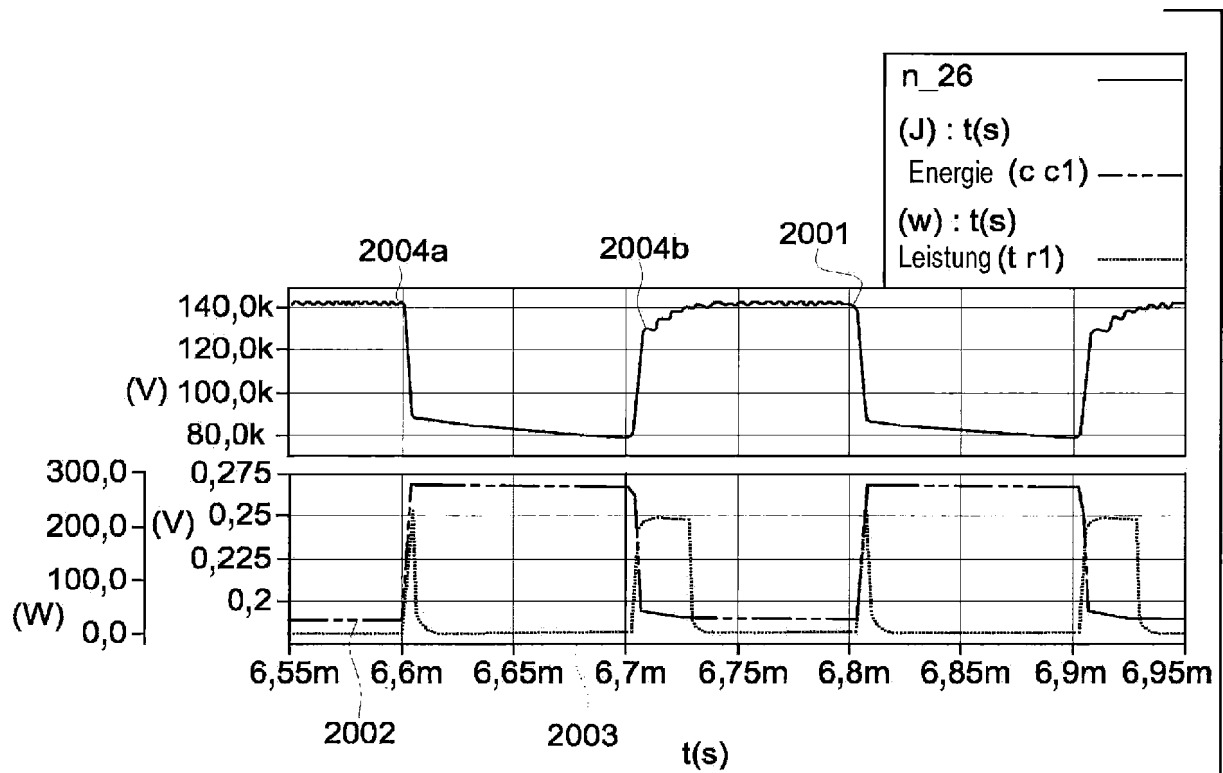


FIG. 20