(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 12 164 B4** 2006.11.02

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **102 12 164.8**
(22) Anmeldetag: **19.03.2002**
(43) Offenlegungstag: **02.10.2002**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **02.11.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***H02J 9/06*** (2006.01)
H02J 7/34 (2006.01)
H02H 7/20 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
09/814,525 22.03.2001 US

(73) Patentinhaber:
Hewlett-Packard Development Co., L.P., Houston, Tex., US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(72) Erfinder:
Winick, Bradley D., Fort Collins, Col., US; Smith, Robert B., Loveland, Col., US

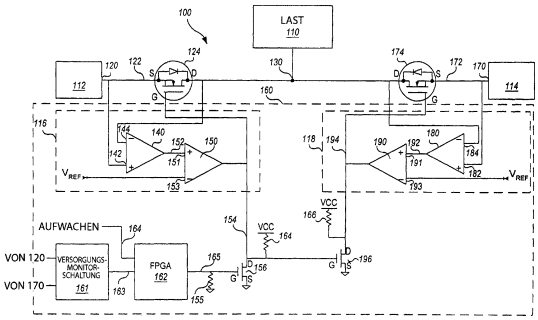
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 38 16 944 A1
US 59 45 816 A
US 56 54 859 A
US 47 88 450
EP 09 54 081 A2
JP 07170676 A (abstract). DOKIDX [online], [rech. am 30.12.2005]. In DEPATIS;

(54) Bezeichnung: **Aktiver Schaltungsschutz für ein geschaltetes Leistungsversorgungssystem**

(57) Hauptanspruch: Aktive Schutzschaltung (160) für ein MOSFET-isoliertes geschaltetes Leistungsversorgungssystem (100), wobei das System (100) eine erste Leistungsversorgung (112), die mit einem Knoten (130) über einen ersten Isolationsschalter (124) wirksam verbunden ist, und eine zweite Leistungsversorgung (114), die mit dem Knoten (130) über einen zweiten Isolations-Schalter (174) wirksam verbunden ist, aufweist, wobei die aktive Schutzschaltung (160) folgende Merkmale aufweist:

eine Leistungsversorgungs-Überwachungsschaltung (161), die eine erste Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (120) der ersten Leistungsversorgung (112) überwacht und ein erstes Ausgangssignal erzeugt, das anzeigt, ob die erste Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (120) von einem ersten vorausgewählten Spannungspegel um einen ersten vorausgewählten Betrag abweicht; und

eine Steuerung (162, 156, 196), die verschaltet ist, um den ersten Isolations-Schalter (124) und den zweiten Isolationsschalter (174) zu steuern, wobei die Steuerung (162, 156, 196) verschaltet ist, um das erste Ausgangssignal (120) zu empfangen und, wenn die erste Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (120) von dem ersten vorausgewählten Spannungspegel um den ersten vorausgewählten Betrag abweicht, um den...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im allgemeinen auf geschaltete Leistungsversorgungen, die mit einer gemeinsamen Last parallel geschaltet sind, und spezieller auf eine Schutzlogik, die den Schalt-Schaltungsaufbau schützt und verhindert, daß die momentan aktive Leistungsversorgung eines geschalteten Leistungsversorgungssystems entweder einen Stromgrenzzustand erreicht oder eine große Spannungsabweichung an der Last bewirkt.

[0002] Bei vielen elektronischen Schaltungsanwendungen sind mehrere Leistungsversorgungen parallel geschaltet, um eine gemeinsame Last während unterschiedlicher Betriebszeiten zu treiben. Ein Anwendungsbeispiel ist eine Vorrichtung, die einen Standby- oder „Schlaf"-Modus implementiert. Während des Standby-Modus könnte eine solche Vorrichtung eine Niederleistungs-Gleichstromversorgung, wie z. B. eine Batterie oder einen Gleichstrom-Gleichstromwandler verwenden, um den minimalen Schaltungsaufbau, der zum „Aufwecken" der Vorrichtung erforderlich ist, mit Leistung zu versorgen, und um beim Aufwachen auf eine Gleichstromversorgung einer höheren Leistung zu schalten, die die Stromanforderungen des funktionellen Schaltungsaufbaus unterstützt.

[0003] Bei geschalteten Leistungsversorgungssystemen werden Schaltungsvorrichtungen verwendet, um unterschiedliche Leistungsversorgungen zu schalten, um eine Leistung einer gemeinsamen Last aktiv zuzuführen. Diese Schaltungsvorrichtungen werden unter Verwendung einer reservierten Steuerlogik gesteuert, die nur einer Spannungsquelle erlaubt, der gemeinsamen Last Leistung zuzuführen. Bei vielen Anwendungen reagiert die Last sensible auf große Spannungsabweichungen. Folglich ist es wichtig, die Spannungsabweichung, die an der Last beobachtet wird, einzuschränken, auch wenn die Quelle der Leistung von einer Leistungsversorgung auf eine andere geschaltet wird.

[0004] Bei spannungsabweichungssensiblen Lasten wird die Wahl der Implementierung der Schaltvorrichtungen zu einer wichtigen Angelegenheit. Schaltrelais schalten zu langsam, um strikte Einschränkungsanforderungen an die Spannungsabweichung zu erfüllen, wenn sie alleine verwendet werden. Die Schaltungsleistung kann durch Verwendung von sehr großen Kondensatoren verbessert werden. Dies erhöht jedoch die Ausgaben und Größe des Gesamtsystems.

[0005] Analogschalter sind ebenfalls eine schlechte Wahl für spannungsabweichungssensible Lasten. Analogschalter sind durch einen hohen internen Widerstand gekennzeichnet, der einen Spannungsabfall an der Last erzeugen kann, der größer als die zulässige Spannungsabweichung während eines Normalbetriebs ist.

[0006] Seit kurzem werden N-Kanal-MOSFETs verwendet, um zwischen mehreren unterschiedlichen Leistungsversorgungen zu schalten, um eine gemeinsame Last aktiv mit Leistung zu versorgen. Bei einer solchen Schaltanordnung sind die MOSFETs verbunden, wobei ihre Drain-Anschlüsse an der Last miteinander verbunden sind und ihre jeweiligen Sourcen mit dem Ausgang ihrer jeweiligen Leistungsversorgungen verbunden sind.

[0007] Gemäß der hierin verwendeten Terminologie wird, wenn ein MOSFET-Schalter, der einer speziellen Leistungsversorgung zugeordnet ist, AUS geschaltet wird, um seine jeweilige Leistungsversorgung von der Last zu isolieren, die jeweiligen Leistungsversorgung als eine „isolierte Leistungsversorgung" bezeichnet. Wenn der MOSFET-Schalter EIN geschaltet wird, um seine jeweilige Leistungsversorgung mit der Last zu verbinden, wird die jeweilige Leistungsversorgung hierin als eine „aktive Leistungsversorgung" bezeichnet.

[0008] Fachleute werden darauf hingewiesen, daß bei einem geschalteten Leistungsversorgungssystem alle Leistungsversorgungen, die mit der Last schaltbar verbunden sind, weiterhin im EIN-Zustand mit Leistung versorgt bleiben. Folglich kann sie, obwohl eine isolierte Leistungsversorgung von der Last isoliert ist, an ihrem Ausgang immer noch Leistung liefern.

[0009] Aufgrund seiner Konstruktion ist ein N-Kanal-MOSFET durch eine Intrinsic-Body-Diode über der Source und dem Drain gekennzeichnet. Spezieller ist die Anode der Intrinsic-Body-Diode am Source-Knoten verbunden, und die Kathode ist am Drain-Knoten verbunden. Bei der soeben beschriebenen MOSFET-Anordnung, bei der die Drains von jedem Schalt-MOSFET miteinander verbunden sind, sind die Kathoden der Intrinsic-Body-Dioden in den MOSFETs miteinander verbunden. Diese Entwurfskonfiguration erzeugt das Auftreten einer Verwendung von ODER-Verknüpfungs-Dioden. Die Spannungsquellen-Ausgangssignale müssen sich innerhalb eines Diodenabfalls (annäherungsweise 0,6 Volt) voneinander befinden, weil, wenn die Ausgangsspannung einer isolierten Leistungsversorgung größer als ein Diodenabfall einer aktiven Leistungsversorgung ist, diesselbe die Intrinsic-Body-Diode im zugeordneten MOSFET-Schalter der isolierten Leistungsversorgung in Durchlaßrichtung vorspannen und auch an die Last Leistung liefern wird. Folglich, wenn die Ausgangsspannungen von jeder der Leistungsversorgungen sich nicht innerhalb eines Diodenabfalls voneinander befinden, werden ihr zugeordneten MOSFET-Schalter keine Trennung liefern, selbst wenn ein MOSFET-Schalter ein- und der ande-

re ausgeschaltet ist. Spezieller wird die Leistungsversorgung mit einer Ausgangsspannung, die größer als ein Diodenabfall einer anderen Leistungsversorgung ist, Strom an die Last liefern, selbst wenn ihr MOSFET-Schalter durch die Durchlaßvorspannung, die durch die Spannungsdifferenz über der Intrinsic-Body-Diode ihres Schalters erzeugt wird, ausgeschaltet ist.

[0010] Selbst wenn sich die Ausgangsspannungen von jeder geschalteten Leistungsversorgung innerhalb eines Diodenabfalls voneinander befinden, bewirkt ein Ausfall der aktiven Leistungsversorgung eine Durchlaßvorspannung der Intrinsic-Body-Diode des Isolationsschalters der isolierten Leistungsversorgung, wodurch bewirkt wird, daß die isolierte Leistungsversorgung direkt an die ausgefallene Leistungsversorgung die Leistung liefert. Die aktive Leistungsversorgung kann dann in die Stromgrenze gehen. Wenn die aktive Leistungsversorgung weiterhin in der Stromgrenze arbeiten darf, kann sie schließlich den MOSFET-Schalter der isolierten Leistungsversorgung aufgrund der exzessiven Verlustleistung in ihrer Intrinsic-Body-Diode beschädigen.

[0011] Daher besteht ein Bedarf, die MOSFET-Isolationsschalter in einem MOSFET-geschalteten Leistungsversorgungssystem zu schützen, wenn in einer der Leistungsversorgungen ein Ausfall auftritt. Es besteht ebenfalls ein Bedarf, die verbleibenden, nicht fehlerhaften Leistungsversorgungen zu schützen, um sicherzustellen, daß die verbleibenden Leistungsversorgungen und daher die Last, sich weiterhin innerhalb der spezifizierten Toleranzgrenzen befinden.

Stand der Technik

[0012] Aus der EP 0 954 081 A2 sind eine aktive Schutzschaltung und ein Verfahren zum Schutz eines MOSFET-isolierten geschalteten Leistungsversorgungssystems bekannt. Das System hat zwei Leistungsversorgungen. Eine erste Leistungsversorgung ist mit einem Knoten über einen ersten Isolationsschalter verbunden. Eine zweite Leistungsversorgung ist mit dem Knoten über einen zweiten Isolationsschalter verbunden. Das System umfasst eine Überwachungsschaltung für eine Ausgangsspannung der ersten Leistungsversorgung, welche anspricht, wenn diese von einem vorausgewählten Spannungspegel um einen bestimmten Betrag abweicht. Das System umfasst ferner eine Steuerschaltung, die bei Abweichung des ersten Spannungspegels um den vorgegebenen Betrag die Isolationsschalter ansteuert, um den ersten Isolationsschalter auszuschalten und um den zweiten Isolationsschalter einzuschalten.

[0013] Ähnliche aktive Schutzschaltungen sind aus der JP 07170676 A, aus der US 4,788,450 und aus der DE 38 16 944 A1 bekannt.

[0014] Aus der US 5,654,859 A sowie aus der US 5,945,816 A sind Isolationsschalter für Leistungsversorgungssysteme bekannt, die bei der Detektion eines Rückstroms abschalten.

Aufgabenstellung

[0015] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und Verfahren zu schaffen, die einen zuverlässigen Schutz von MOSFET-Isolations-Schaltern und Leistungsversorgungen in einem MOSFET-geschalteten Leistungsversorgungssystem gegen Überschreiten der Toleranzgrenzen und gegen Rückströme ermöglichen.

[0016] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch gelöst.

[0017] Die vorliegende Erfindung löst die Probleme des Stands der Technik, indem sie verhindert, daß die aktive Leistungsversorgung eines geschalteten Leistungsversorgungssystems einen Stromgrenzezustand erreicht oder eine große Spannungsabweichung an ihrem Ausgang und an der Last bewirkt. Die Erfindung schützt die Schalt-Schaltungskomponente davor, beschädigt zu werden. Die Erfindung stellt ebenfalls sicher, daß das System weiterhin ohne Unterbrechung läuft, selbst wenn in der aktiven Leistungsversorgung, die momentan die Last mit Leistung versorgt, ein Ausfall auftritt.

[0018] Gemäß der Erfindung arbeitet eine aktive Schutzschaltung, um das Schalten der MOSFET-Isolationsschalter zu steuern. Eine Überwachungsschaltung arbeitet, um den Isolationsschalter der momentan aktiven Leistungsversorgung abzutasten und abzuschalten, wenn sie einen Rückwärtsstrom, der durch den Schalter fließt, erfaßt. Gleichzeitig empfängt eine Steuerung einen Hinweis, daß sich die aktive Leistungsversorgung außerhalb der Spezifikation befindet und verschaltet die Systemspannungsquelle aktiv mit der anderen Leistungsversorgung. Die Steuerung stellt aktiv sicher, daß der Isolationsschalter der fehlerhaften Leistungsversorgung ausgeschaltet bleibt, bis sie anderes bestimmt.

Ausführungsbeispiel

[0019] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen.

[0020] Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm eines geschalteten Leistungsversorgungssystems, das eine aktive Schutzschaltung gemäß der Erfindung umfaßt;

[0021] Fig. 2 ein Betriebsflußdiagramm eines ex-

emplarischen Ausführungsbeispiels des Verfahrens der Erfindung;

[0022] Fig. 3 ein schematisches Blockdiagramm, das ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt.

[0023] Fig. 1 ist ein schematisches Blockdiagramm eines dualen Leistungsversorgungssystems **100**, das eine Schaltsteuerlogik, die gemäß der Erfindung implementiert ist, aufweist. Das System **100** umfaßt eine erste und eine zweite Leistungsversorgung **112** und **114**, die wirksam mit einer gemeinsamen Last **110** parallel geschaltet ist, die elektronische Bauteile aufweist. Die erste Leistungsversorgung **112** liefert an einem Ausgang **120** Leistung. In ähnlicher Weise liefert die zweite Leistungsversorgung **114** an einem Ausgang **170** Leistung. Ein Paar von Isolationsschaltern **124** und **174** ist wirksam zwischen den jeweiligen Leistungsversorgungen **112** und **114** geschaltet, wobei beide mit Ausgängen versehen sind, die mit der gemeinsamen Last **110** am Knoten **130** verbunden sind. Wie nachstehend ausführlicher beschrieben ist, sind die Ausgänge der ersten Leistungsversorgung **112** und der zweiten Leistungsversorgung **114** wirksam miteinander parallel geschaltet, jedoch können sie durch Betrieb der Isolationsschalter **124** und **174** voneinander isoliert werden.

[0024] Speziell der erste Isolationsschalter **124** (der manchmal als der erste Isolations-MOSFET bezeichnet wird) weist einen Eingang (Source S), der mit dem Ausgang **120** der ersten Leistungsversorgung **112** verbunden ist, einen Ausgang (Drain D) der mit der gemeinsamen Last **110** am Knoten **130** verbunden ist, und eine Steuerung (Gate G) auf, die die wirksame Verbindung der ersten Leistungsversorgung **112** mit dem Knoten **130** ermöglicht oder nicht ermöglicht. In ähnlicher Weise weist der zweite Isolationsschalter **174** (der manchmal als der zweite Isolations-MOSFET bezeichnet wird) einen Eingang (Source S), der mit dem Ausgang **170** der zweiten Leistungsversorgung **114** verbunden ist, einen Ausgang (Drain D), der mit der gemeinsamen Last **110** am Knoten **130** verbunden ist, und eine Steuerung (Gate G) auf, die die wirksame Verbindung der zweiten Leistungsversorgung **114** mit dem Knoten **130** ermöglicht oder nicht ermöglicht.

[0025] Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind der erste und der zweite Isolationsschalter **124**, **174** jeweils mit einem N-Kanal-MOSFET implementiert, der eine Intrinsic-Body-Diode aufweist. Durch Verbinden der Drains des ersten und des zweiten Isolations-MOSFETs **124**, **174** liefert die Intrinsic-Diode in jedem MOSFET die Funktionalität einer Dioden-ODER-Verknüpfungs-Anordnung, um eine Isolation zu den Ausgängen zu liefern, wie nachstehend ausführlich beschrieben ist. Speziell die Source S des ersten Isolations-MOSFET **124** ist mit dem Ausgang **120** der ersten Leistungsversorgung **112** elektrisch verbunden, und sein Drain D ist mit der Last am Knoten **130** verbunden. Der Drain-zu-Source-Strom I_{DS} im ersten Isolations-MOSFET **124** ist zwischen einem EIN-Modus und einem AUS-Modus durch Anwendung einer Vorspannung am Gate schaltbar. Im EIN-Modus fließt der Strom von der Source zum Drain, und eine Spannung, die dem Stromfluß entspricht, wird zwischen der Source S und dem Drain D erzeugt. Wie nachstehend ausführlich beschrieben ist, wird diese Spannung verwendet, um den Stromfluß einschließlich der Richtung des Stromflusses durch den ersten Isolations-MOSFET **124** zu bestimmen. Wie im Hintergrundabschnitt beschrieben ist, weist ein N-Kanal-MOSFET eine Intrinsic-Body-Diode auf, die zwischen der Source und dem Drain arbeitet, wobei die Anode der Diode mit der Source verbunden ist, und die Kathode mit dem Drain verbunden ist. Die Intrinsic-Body-Diode des ersten Isolations-MOSFETs **124** dient dazu, die erste Leistungsversorgung **112** vom Knoten **130** zu isolieren, wenn die Spannung am Ausgang **120** weniger als einen Diodenabfall beträgt, der größer als die am Knoten **130** anliegende Spannung ist.

[0026] Der Betrieb des zweiten Isolationsschalters **174** ist ähnlich dem des ersten Isolationsschalters **124**, jedoch isoliert er die zweite Leistungsversorgung **114** vom Knoten **130**, wenn die Spannung am Ausgang **170** weniger als einen Diodenabfall beträgt, der größer als die am Knoten **130** anliegende Spannung ist.

[0027] Eine erste Überwachungsschaltung **116** ist wirksam zwischen dem Eingang S und dem Ausgang D des ersten Isolationsschalters **124** geschaltet, um die Steuerung des ersten Isolationsschalters **124** zu liefern, und daher die wirksame Verbindung der ersten Leistungsversorgung **112** mit dem Knoten **130**.

[0028] Die erste Überwachungsschaltung **116** umfaßt einen ersten Differenzverstärker **140** und einen ersten Spannungskomparator **150**. Der nicht invertierende Eingang **142** des ersten Differenzverstärkers **140** ist mit der Source S des ersten Isolations-MOSFET **124** elektrisch verbunden, und der invertierende Eingang **144** ist mit dem Drain D des ersten Isolations-MOSFET **124** elektrisch verbunden. Es wird darauf hingewiesen, daß andere Bauteile, die in Fig. 1 nicht gezeigt sind, dem ersten Differenzverstärker **140** zugeordnet sein können. Der erste Differenzverstärker **140** dient dazu, den Spannungsabfall zwischen der Source S und dem Drain D des ersten Isolations-MOSFET **124** zu messen. Es wird darauf hingewiesen, daß die Verwendung eines Differenzverstärker, um eine Spannung zu messen, ausschließlich veranschaulichenden Zwecken dient, und daß andere Spannungsmeßvorrichtungen verwendet werden können, um den Spannungsabfall zwischen der Source und dem Drain des ersten Isolati-

ons-MOSFET **124** zu messen. Der Ausgang des ersten Differenzverstärkers **140** ist mit dem nicht invertierenden Eingang **151** eines ersten Spannungskomparators **150** über eine Leitung **152** elektrisch verbunden. Eine vorausgewählte Spannung V_{REF} wird in den invertierenden Eingang **153** des ersten Spannungskomparators **150** eingegeben. Der erste Spannungskomparator **150** vergleicht das Ausgangssignal des ersten Differenzverstärkers **140** mit der vorausgewählten Spannung V_{REF}. Der Ausgang des ersten Spannungskomparators **150** ist mit dem Gate des ersten Isolations-MOSFET **124** über eine Leitung **154** elektrisch verbunden. Es wird darauf hingewiesen, daß andere elektronische Bauteile, die in Fig. 1 nicht gezeigt sind, dem ersten Spannungskomparator **150** zugeordnet sein können.

[0029] Bei der Beschreibung der Verbindungen mit der zweiten Leistungsversorgung **114**, die nun folgt, ist eine zweite Überwachungsschaltung **118** wirksam zwischen den Eingang S und den Ausgang D des zweiten Isolationsschalters **174** geschaltet, um die Steuerung des zweiten Isolationsschalters **174** zu liefern, und daher die wirksame Verbindung der zweiten Leistungsversorgung **114** mit dem Knoten **130**.

[0030] Die zweite Überwachungsschaltung **118** umfaßt einen zweiten Differenzverstärker **180** und einen zweiten Spannungskomparator **190**. Der nicht invertierende Eingang **182** des zweiten Differenzverstärkers **180** ist mit der Source S des zweiten Isolations-MOSFETs **174** elektrisch verbunden, und der invertierende Eingang **184** ist mit dem Drain D des zweiten Isolations-MOSFETs **174** elektrisch verbunden. Der zweite Differenzverstärker **180** dient dazu, den Spannungsabfall zwischen der Source und dem Drain des zweiten Isolations-MOSFETs **174** zu messen. Es wird darauf hingewiesen, daß die Verwendung des zweiten Differenzverstärkers **180** ausschließlich zu veranschaulichenden Zwecken dient und daß andere Spannungsmeßvorrichtungen verwendet werden können, um den Spannungsabfall zwischen der Source und dem Drain des zweiten Isolations-MOSFETs **174** zu messen. Es wird ebenfalls darauf hingewiesen, daß andere Bauteile, die nicht gezeigt sind, dem zweiten Differenzverstärker **180** zugeordnet sein können. Der Ausgang des zweiten Differenzverstärkers **180** ist mit dem nicht invertierenden Eingang **191** des zweiten Spannungskomparators **190** mittels einer Leitung **192** elektrisch verbunden. Die vorausgewählte Spannung V_{REF} wird in den invertierenden Eingang **193** des zweiten Spannungskomparators **190** eingegeben. Der zweite Spannungskomparator **190** vergleicht das Ausgangssignal des zweiten Differenzverstärkers **180** mit der vorausgewählten Spannung V_{REF}. Der Ausgang des ersten Spannungskomparators **190** ist mit dem Gate des zweiten Isolations-MOSFETs **174** über eine Leitung **194** elektrisch verbunden. Es wird darauf hingewiesen, daß andere elektronische Bauteile, die in Fig. 1 nicht gezeigt sind, dem zweiten Spannungskomparator **190** zugeordnet sein können.

[0031] Bei einem geschalteten Leistungsversorgungssystem ist es normalerweise wünschenswert, daß nur die eine oder die andere der Leistungsversorgungen **112**, **114** die Last zu einem beliebigen Zeitpunkt bei Normalbetrieb mit Leistung versorgt. Angenommen, daß z. B. die Last **110** eine Vorrichtung ist, die einen Standby- oder „Schlaf-Modus" umfaßt, der eine Niederleistungs-Batterie oder einen Gleichstrom-Gleichstromwandler als die erste Leistungsversorgung **112** nutzt, um +3,3 Volt an den Schaltungsaufbau (in der Last **110**, die jedoch nicht gezeigt ist) zu liefern, der überwacht, wann die Vorrichtung aufzuwecken ist, und der die Aufweckfunktionen ausführt. Bei diesem Beispiel ist eine der Funktionen, die durch die Aufweckfunktion ausgeführt wird, daß die aktive Leistungsquelle von der ersten Niederleistungs-Leistungsversorgung **112** zu einer zweiten Hochleistungs-Leistungsversorgung **114** geschaltet wird, um die Leistungsanforderungen der voll funktionierenden Last **110** zu erfüllen. Folglich ist es während des ordnungsgemäßen Normalbetriebs wünschenswert, daß nur die eine oder die andere der Leistungsversorgungen **112**, **114** die Last **110** zu einem beliebigen Zeitpunkt mit Leistung versorgt. Wenn jedoch bei der momentan aktiven Leistungsversorgung ein Fehler auftritt, dann schaltet die aktive Schutzschaltung der Erfindung, die nachstehend beschrieben ist, die momentane aktive Versorgung von der fehlerhaften Leistungsversorgung auf die verbleibende gute Leistungsversorgung.

[0032] Fig. 2 ist ein Flußdiagramm, daß ein exemplarisches Ausführungsbeispiel der Verfahren der Erfindung darstellt. Wie dargestellt ist, ist beim Einschalten, wie in Schritt **202** gezeigt ist, eine der Leistungsversorgungen mit der Last wirksam verbunden, um die Last **110** aktiv mit Leistung zu versorgen, und die anderen Leistungsversorgungen sind von der Last isoliert oder ausgeschaltet. Der Systemstatus wird dann überwacht **204**, wobei die Überwachung der Ausgangsspannung der aktivierten Leistungsversorgung (Schritt **204A**), die Überwachung des Rückwärtsstroms im Isolationsschalter der aktiven Leistungsversorgung (Schritt **204B**) und die Überwachung des anderen Systemsstatus, wie z. B. des Systemmodus („Sleep" gegenüber Aufwachen) (Schritt **204C**), eingeschlossen ist. Wenn eine Statusveränderung im Systemmodus erfaßt wird (z. B., daß das System aufwachen soll), wie sie in Schritt **206C** erfaßt wird, wird die momentan aktive Leistungsversorgung von der Last durch AUS-Schalten **208** des Isolationsschalters der aktiven Leistungsversorgung isoliert, und eine der verbleibenden guten Leistungsversorgungen wird mit der Last wirksam verbunden, um die Last aktiv mit Leistung zu versorgen, indem der Isolationsschalter einer ausgewählten verbleibenden guten Leistungsversorgung EIN-geschaltet

wird **210**.

[0033] Wenn bei der Ausgangsspannung der aktiven Leistungsversorgung ein Ausfall auftritt, wie er bei Schritt (**206A**) erfaßt wird, oder wenn ein Rückwärtsstrom im Isolationsschalter **174** der aktiven Leistungsversorgung **114** erfaßt wird, wie er bei Schritt (**206B**) erfaßt wird, wird der Isolationsschalter der aktiven Leistungsversorgung AUS-geschaltet, um den Rückwärtsstrom zu blockieren, daß dieser nicht zur aktiven Leistungsversorgung fließt, und der Isolationsschalter einer ausgewählten verbleibenden guten Leistungsversorgung wird EIN-geschaltet um der ausgewählten Leistungsversorgung zu ermöglichen, die Last aktiv mit Leistung zu versorgen.

[0034] Unter erneuter Bezugnahme auf Fig. 1 wird nun die aktive Schutzschaltung der Erfindung, die bei **160** gezeigt ist, ausführlich beschrieben. Speziell bei dem veranschaulichenden Ausführungsbeispiel ist die aktive Schutzschaltung **160** mit den Steuerleitungen **154** und **194** verbunden, und daher mit den Gates G der ersten und zweiten Isolations-MOSFETs **124** und **174**. Bei dem veranschaulichenden Ausführungsbeispiel weist die aktive Schutzschaltung **160** eine Steuerung **162** auf, die als eine Zustandsmaschine (nicht gezeigt) in einem frei programmierbaren Gatter-Array (FPGA; FPGA = Field Programmable Gate Array) implementiert ist. Eine Leistungsversorgungs-Überwachungsschaltung **161** überwacht die Spannungen an den Ausgängen **120** und **170** und gibt (ein) Statussignal(e) **163** aus, das anzeigt/die anzeigen, ob sich die eine oder die andere der Spannungen an den Ausgängen **120**, **170** der Leistungsversorgungen **112**, **114** außerhalb der Spezifikation befindet. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel steht die Spezifikation für +3,3 Volt plus oder minus einen vorausgewählten Toleranzbetrag. Die Steuerung **162** empfängt die Statussignale **163**. Die Steuerung **162** kann auch andere Systemstatus-Informationssignale, wie z. B. ein Aufwachsignal **164**, daß verwendet werden kann, um zu bestimmen, wann die Leistungsversorgungsquellen während des Normalbetriebs geschaltet werden sollen, empfangen. Es wird darauf hingewiesen, daß andere Systemstatussignale, die in Fig. 1 nicht gezeigt sind, in die Steuerung **162** eingegeben werden können, um dadurch zum Steuern der Isolationsschalter **124**, **174** verwendet werden zu können.

[0035] Bei dem veranschaulichenden Ausführungsbeispiel erzeugt die Steuerung **162** ein Ausgangssignal auf der Leitung **165**, das verwendet wird, um eine erste Steuerschaltvorrichtung **156** zu steuern. Die erste Steuerschaltvorrichtung **156** weist einen Eingang (Source S), der mit einer Niederspannungs-Quelle (z. B. Masse) verbunden ist, einen Ausgang (Drain D), der mit dem Ausgang des Komparators **150** und einem Steuereingang G des ersten Isolations-MOSFETs **124** verbunden ist, und einen Steuereingang (Gate G) die durch die Steuerung **162** auf der Leitung **165** gesteuert wird, auf. Wie nachstehend ausführlich beschrieben wird, liefert die erste Steuerschaltvorrichtung **156** einen Mechanismus für die Steuerung **162**, um die Isolationsschalter **124**, **174** von der Steuerung **162** EIN- oder AUS auszuschalten.

[0036] Die aktive Schutzschaltung **160** kann ferner eine zweite Steuerschaltvorrichtung **196** aufweisen. Bei der zweiten Steuerschaltvorrichtung **196** ist die Source S mit einer Niedrig-Spannungs-Quelle (z. B. Masse) verbunden, und ihr Drain D ist mit der Leitung **194** verbunden (und daher mit dem Gate G des zweiten Isolations-MOSFETs **174**). Das Gate G der zweiten Steuerschaltvorrichtung **196** ist mit dem Drain D der ersten Steuerschaltvorrichtung **156** verbunden, die wiederum durch die Steuerung **162** auf der Leitung **165** gesteuert wird. Die erste Steuerschaltvorrichtung **156** und eine zweite Steuerschaltvorrichtung **196** steuern den ersten und den zweiten Isolations-MOSFET **124** und **174** derart, daß beide Schalt-Isolations-MOSFETs **124**, **174** nicht gleichzeitig EIN- geschaltet werden.

[0037] Bei der Erläuterung des Betriebs der aktiven Schutzschaltung geht man von folgenden Annahmen aus: (1) Beim Einschalten des Systems werden beide Leistungsversorgungen **112**, **114** anfänglich eingeschaltet. (2) Während des Normalbetriebs liefert nur eine Leistungsversorgung **112**, **114** auf einmal aktiv Leistung an die Last. (3) Das System wird beim Einschalten zuerst in einen Standby-Modus versetzt, der die erste Leistungsversorgung **112** nutzt und später auf die Verwendung der zweiten Leistungsversorgung **114** schaltet, wenn eine volle Funktionsfähigkeit erforderlich ist. Beim Betrieb, beim Einschalten des Systems gibt die Steuerung **162** auf der Leitung **165** eine Niedrig-Spannung aus. Während der ersten Momente des Einschaltverfahrens, stellt ein Pull-Down-Widerstand **155** sicher, daß die Leitung **165** auf einen tiefen Zustand gezogen wird. Folglich wird die erste Steuerschaltvorrichtung **156** AUS-geschaltet, was die Leitung **154** von der Source S (Masse) der ersten Steuerschaltvorrichtung **154** isoliert. Die Leitung **154** wird durch den Pull-Up-Widerstand **164** auf einen hohen Zustand gezogen, der den ersten Isolations-MOSFET **124** EIN-schaltet. Beim Einschalten des Systems wird die zweite Steuerschaltvorrichtung **196** ebenfalls EIN-geschaltet, da die Leitung **154** durch den Pull-Up-Widerstand **164** auf V_{CC} gezogen wird, wodurch die Leitung **194** auf einen tiefen Zustand gezogen wird und sichergestellt wird, daß der zweite MOSFET-Isolationsschalter **174** AUS-geschaltet ist.

[0038] Folglich liefert die erste Leistungsversorgung **112** beim Einschalten des Systems aktiv Leistung an die Last **110**, während die zweite Leistungsversorgung **114** von der Last isoliert ist. Während dieses

Zustands weist die Source des ersten Isolations-MOSFETs **124** eine Spannung von +3,3 Volt auf, die am nicht invertierenden Eingang **142** des ersten Differenzverstärkers **140** anliegt. Die Spannung an der Source S ist etwas höher als die Spannung an der Drain D, was bedeutet, daß der Strom von der ersten Leistungsversorgung **112** zu Last **110** fließt. Folglich liegen näherungsweise +3,3 Volt am nicht invertierenden Eingang **142** des Differenzverstärkers **140** an und eine etwas geringere Spannung liegt am invertierenden Eingang **144** des Differenzverstärkers **140** an. Die Verstärkung des ersten Differenzverstärkers **140** wird vorausgewählt, so daß er in der Lage ist, die kleine Spannungsdifferenz zwischen der Source S und dem Drain D des ersten Isolations-MOSFETs **124** zu messen. Die Verstärkung des ersten Differenzverstärkers **140** ist ebenfalls hoch genug, um zu bewirken, daß das Ausgangssignal des ersten Differenzverstärkers **140** höher als die Spannung V_{REF} ist, wenn eine leichte Spannungsdifferenz zwischen der Source S und dem Drain D des ersten Isolations-MOSFETs **124** gemessen wird. Folglich behält der erste Spannungskomparator **150** eine hohe Spannung auf der Leitung **154** bei und daher am Gate G des ersten Isolations-MOSFETs **124**, was den ersten Isolations-MOSFET **124** EIN-geschaltet hält.

[0039] Während des Zeitraums, in dem die erste Leistungsversorgung **112** das System aktiv mit Leistung versorgt, ist die zweite Leistungsversorgung **114** von der Last isoliert. Weil jedoch die zweite Leistungsversorgung **114** eingeschaltet ist, liegen näherungsweise +3,3 Volt am nicht invertierenden Eingang **182** des Differenzverstärkers **180** an. Wie vorstehend erläutert wurde, steht am Knoten **130** eine leicht geringere Spannung an, die durch die erste Leistungsversorgung **112** geliefert wurde, und diese leicht geringere Spannung liegt am invertierenden Eingang **184** des Differenzverstärkers **180** an. Infolge dessen gibt der zweite Differenzverstärker **180** eine hohe Spannung auf der Leitung **192** aus. Die hohe Spannung, die durch den Differenzverstärker **180** ausgegeben wird, wird mit der positiven Referenzspannung V_{REF} durch den zweiten Spannungskomparator **190** verglichen, was bewirkt, daß auf die Leitung **194** eine hohe Spannung ausgegeben wird. Weil sich jedoch die zweite Steuerschaltvorrichtung **196** im EIN-Zustand befindet, wird die Leitung **194** auf eine niedrige Spannung gezogen. Die niedrige Spannung auf der Leitung **194** liegt am Gate G des zweiten Isolationsschalters **174** an, wodurch sichergestellt wird, daß sie im AUS-Zustand verbleibt, und daß die zweite Leistungsversorgung **114** von der Last **110** isoliert ist. Die Intrinsic-Body-Diode des zweiten Isolations-MOSFETs **174** blockiert den Strom von der ersten Leistungsversorgung **112** und verhindert, daß dieser in die zweite Leistungsversorgung **114** fließt, um die Isolation zu erzeugen.

[0040] Wenn aus irgend einem Grund (z. B. wenn die Vorrichtung aus einem Standby-Modus in einen vollen Funktionsfähigkeitsmodus schaltet) die Source der Leistung von der ersten Leistungsversorgung **112** zur zweiten Leistungsversorgung **114** geschaltet werden soll, legt die Steuerung **162** eine hohe Spannung auf die Leitung **165**, die am Gate G der ersten Steuerschaltvorrichtung **156** anliegt. Folglich wird die erste Steuerschaltvorrichtung **156** EIN-geschaltet, wodurch dem Strom ermöglicht wird, durch dieselbe zu fließen. Da sich die Source S auf einem niedrigen Spannungspegel (z. B. Masse) befindet, wird die Leitung **154** in den L-Zustand gezogen, wodurch der erste Isolations-MOSFET **124** AUS- geschaltet wird.

[0041] Wenn die Leitung **154** durch Einschalten der ersten Steuerschaltvorrichtung **156** in den L-Zustand gezogen wird, liegt die niedrige Spannung am Gate G der zweiten Steuerschaltvorrichtung **196** an, wodurch bewirkt wird, daß sich die Vorrichtung **196** AUS-schaltet. Der Pull-up-Widerstand **166** zieht die Leitung **194** in den H-Zustand, was den zweiten Isolations-MOSFET **174** EIN-schaltet, um der zweiten Leistungsversorgung **114** zu ermöglichen, die Last **110** aktiv mit Leistung zu versorgen.

[0042] Wenn der zweite Isolations-MOSFET **174** EIN-geschaltet ist, wird die Spannung an der Source S etwas höher als die Spannung am Drain D sein, wenn der Strom durch die zweite Leistungsversorgung **114** fließt. Die Verstärkung des zweiten Differenzverstärkers **180** wird vorausgewählt, so daß er in der Lage ist, die kleine Spannungsdifferenz zwischen der Source und dem Drain des zweiten Isolations-MOSFETs **174** zu messen. Die Verstärkung des zweiten Differenzverstärkers **180** ist ebenfalls hoch genug, um zu bewirken, daß das Ausgangssignal des zweiten Differenzverstärkers **180** größer als die Spannung VREF ist, wenn die leichte Spannungsdifferenz zwischen der Source und dem Drain des zweiten Isolations-MOSFETs **174** gemessen wird. Folglich gibt der zweite Spannungskomparator **190** eine hohe Spannung an das Gate des zweiten Isolations-MOSFETs **174** aus, was den zweiten Isolations-MOSFET **174** EIN-geschaltet läßt, wann immer die zweite Leistungsversorgung **114** als die aktive Leistungsversorgung durch die Steuerung ausgewählt wird (in dem die zweite Steuerschaltvorrichtung **196** AUS-geschaltet wird).

[0043] Teilweise aufgrund der niedrigen Ausgangswiderstände von herkömmlichen Leistungsversorgungen, wenn eine Leistungsversorgung in einem geschalteten Leistungsversorgungssystem ausfällt, kann ihre Ausgangsspannung die Spezifikation unterschreiten, wodurch bewirkt wird, daß sie Strom von den verbleibenden Leistungsversorgungen verbraucht. Wenn während des Normalbetriebs ein Fehler in der zweiten Leistungsversorgung **114** derart, daß die Spannung an der Source S des zweiten Iso-

lations-MOSFETs **174** tief genug abfällt, daß die erste Leistungsversorgung **112** beginnt, Strom an die zweite Leistungsversorgung **114** zu liefern, wird die Spannung an der Drain D des zweiten Isolations-MOSFETs **174** größer sein als die Spannung an der Source S des zweiten Isolations-MOSFETs **174**. Folglich fließt Strom von der ersten Leistungsversorgung **112** durch die Intrinsic-Body-Diode des ersten Isolations-MOSFETs **124**, durch den zweite Isolations-MOSFET **174** und in die zweite Leistungsversorgung **114**. Die Spannung an der Source S des zweiten Isolations-MOSFETs **174** wird unter die Spannung an der Drain D abfallen, und der Differenzverstärker **180** wird die negative Differenz erfassen und einen Niedrig-Spannungspegel auf der Leitung **192** ausgeben. Der Niedrig-Spannungspegel, der auf der Leitung **192** ausgegeben wurde, wird die Differenzspannung V_{REF} unterschreiten, was bewirkt, daß der zweite Spannungskomparator **190** einen Niedrig-Spannungspegel auf Leitung **192** ausgibt, wodurch der zweite Isolationsschalter **174** AUS-geschaltet wird. Wenn der Isolationsschalter **174** ausgeschaltet ist, blockiert die Intrinsic-Body-Diode den Rückwärtsstrom und verhindert, daß er durch den Schalter zur ausgefallenen zweiten Leistungsversorgung **114** fließt. Dies schützt die verbleibende erste Leistungsversorgung **112** davor, in die Stromgrenze zu gehen, und verhindert eine ziemlich große Spannungsabweichung an ihrem Ausgang **120**, was einen Ausfall in der Last **110** bewirken könnte.

[0044] Jedoch war zum Zeitpunkt des Ausfalls der Leistungsversorgung **114** der erste Isolations-MOSFET **124** immer noch AUS-geschaltet. Wenn dem ersten Isolations-MOSFET **124** ermöglicht wird, AUS-geschaltet zu bleiben, nachdem der zweite Isolations-MOSFET **114** ansprechend auf einen Ausfall der zweiten Leistungsversorgung **114** AUS-geschaltet worden ist, wird der gesamte Strom in der Last **110** durch die erste Leistungsversorgung **112** ausgegeben und fließt durch die Intrinsic-Body-Diode des ersten Isolations-MOSFET **124** und erzeugt Wärme, was den ersten Isolations-MOSFET **124** beschädigen könnte. Folglich arbeitet die aktive Schutzschaltung, um den ersten Isolations-MOSFET **124** nach dem Erfassen eines Ausfalls in der zweiten Leistungsversorgung **114** EIN-zuschalten. Speziell überwacht eine Versorgungsüberwachungsschaltung **161**, die vorzugsweise durch einen Spannungskomparator (nicht gezeigt) implementiert ist, die Ausgangsspannungen **120**, **170** der ersten und der zweiten Leistungsversorgung **112**, **114**, erfaßt, wann die Ausgangsspannungen **120**, **170** die Spezifikation unterschreiten (z.B. +3,3 Volt +/– einen vorbestimmten Toleranzbetrag) und gibt das (die) Statussignal(e) **163** aus. Die Steuerung **162** empfängt das (die) Statussignal(e) **163** und bestimmt, ob die aktive Schutzschaltung **160** zu aktivieren ist oder nicht und zu welchem Zeitpunkt (indem auf die Leitung **165** ein Niedrig-Spannungspegel plaziert wird, der am Gate G der ersten Steuerschaltvorrichtung **156** anliegt). Wenn in der zweiten Leistungsversorgung **114** ein Ausfallzustand entdeckt wird, gibt die Steuerung **162** auf der Leitung **165** einen Niedrig-Spannungspegel aus, der am Gate G der ersten Steuerschaltvorrichtung **156** anliegt, um den Schalter **156** AUS-zuschalten. Folglich wird die Leitung **154**, die sowohl mit dem Gate G des ersten Isolations-MOSFETs **124** als auch dem Gate G der zweiten Steuerschaltvorrichtung **196** verbunden ist, über den Pull-Up-Widerstand **164** auf einen hohen Spannungspegel gezogen. Der erste Isolations-MOSFET **124** schaltet sich dann EIN, um der ersten Leistungsversorgung **112** zu ermöglichen, die Last **110** aktiv mit Leistung zu versorgen. Durch AUS-schalten der ersten Steuerschaltvorrichtung **156** wird auch bewirkt, daß sich die zweite Steuerschaltvorrichtung **196** EIN-schaltet, was die Leitung **194** in einen Niedrig-Spannungspegel (z.B. Masse) zieht und dadurch sicherstellt, daß der zweite Isolations-MOSFET **174** ungeachtet der Spannungsdifferenz, die durch die Überwachungsschaltung **118** erfaßt wurde, AUS-geschaltet bleibt. Der zweite Isolations-MOSFET **174** bleibt AUS-geschaltet, bis die Steuerung **162** ihm ermöglicht, sich einzuschalten (z. B. wenn er erfaßt, daß sich die zweite Leistungsversorgung **114** wieder innerhalb der Spezifikation befindet (z. B. +3,3 Volt +/– Toleranz)).

[0045] Anhand der vorstehenden Beschreibung wird darauf hingewiesen, daß die aktive Schutzschaltung **160** die MOSFET-Isolationsschalter **124** und **174** aktiv davor schützt, aufgrund eines Ausfalls in einer der Leistungsversorgungen **112**, **114** beschädigt zu werden, und auch sicherstellt, daß die an die Last **110** gelieferte Leistung nicht unterbrochen wird.

[0046] Die aktive Schutzschaltung **160** liefert einen weiteren Schutz. In dem Fall, daß die Last **110** übermäßig Strom zieht und die zweite Leistungsversorgung **114** zur gemeinsamen Last **110** geschaltet wird und die zweite Leistungsversorgung strombegrenzt ist, beginnt die erste Leistungsversorgung **112**, Strom durch die Intrinsic-Body-Diode des ersten Isolations-MOSFETs **124** derart auszugeben, daß beide Leistungsversorgungen **112** und **114** Strom an die Last **110** ausgeben. Da die zweite Leistungsversorgung **114** als die aktive Leistungsversorgung ausgewählt wird, wird ihr Isolations-MOSFET **174** EIN-geschaltet sein, und daher ist der Drain-zu-Source-Widerstand R_{DS} der Intrinsic-Body-Diode des zweiten Isolations-MOSFETs **174** niedriger sein als der Drain-zu-Source-Widerstand R_{DS} der Intrinsic-Body-Diode des ersten Isolations-MOSFETs **124**. Folglich erreicht die zweite Leistungsversorgung **114** eine Stromgrenze und unterschreitet die Spezifikation vor der ersten Leistungsversorgung **112**. Wenn die zweite Leistungsversorgung **114** die Spezifikation unterschreitet, erfaßt die Versorgungsüberwachungsschaltung **161** diesen Zustand und informiert die Steuerung **162** über die Statusleitung(en) **163**. Die

Steuerung **162** schaltet dann die erste Steuerschaltvorrichtung **156** durch Plazieren einer Niedrig-Spannung am Gate G der Vorrichtung **156** AUS, was der Leitung **154** ermöglicht, durch den Pull-up-Widerstand **164** in den H-Zustand gezogen zu werden, um den ersten Isolations-MOSFET **124** EIN zu schalten, um dem Strom zu ermöglichen, durch den MOSFET **124** an sich zu fließen und nicht durch die Intrinsic-Body-Diode. Die stellt sicher, daß der MOSFET **124** aufgrund einer exzessiven Verlustleistung nicht beschädigt wird.

[0047] Es wird darauf hingewiesen, daß eine beliebige Anzahl von Leistungsversorgungen mit zugeordnetem Überwachungsschaltungsaufbau und Schaltsteuerungs-Schaltungsaufbau parallel geschaltet werden kann. Es wird ebenfalls darauf hingewiesen, daß nur Leistungsversorgungen, die von anderen Bauteilen der Leistungsversorgungsschaltung **110** isoliert sein müssen, Überwachungsschaltungen sowie eine Schaltsteuerlogik, die ihnen zugeordnet ist, aufweisen müssen.

[0048] Fig. 3 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel des ersten Isolationsschalters **124**. Wie gezeigt ist, ersetzt ein Paar von Rücken-an-Rücken-N-Kanal-MOSFETs **124a**, **124b** den ersten Isolations-MOSFET **124** von Fig. 1. Wie dargestellt ist, sind die N-Kanal-MOSFETs **124a** und **124b** miteinander verbunden, wobei ihre Drains D miteinander verbunden sind. Die Source des MOSFETs **124a** ist mit dem Ausgang **120** der ersten Leistungsversorgung **112** elektrisch verbunden, und die Source des MOSFETs **124b** ist mit dem Knoten **130** elektrisch verbunden. Die Gates G von beiden MOSFETs **124a** und **124b** sind miteinander verbunden und mit der Leitung **154** elektrisch verbunden. Während des Betriebs, wenn die zweite Leistungsversorgung **114** ausgewählt worden ist, um die Last **110** aktiv mit Leistung zu versorgen, ist der zweite Isolations-MOSFET **174** EIN-geschaltet, und die Leitung **154** befindet sich in einer niedrigen Spannung, um beide MOSFETs **124a** und **124b** abzuschalten, um die erste Leistungsversorgung **112** von der Last **110** zu isolieren. Wenn ein Ausfall an der Last **110** auftritt, kann der Strom aufgrund der Sperrvorspannung auf der Intrinsic-Diode des MOSFETs **124b** nicht durch den MOSFET **124a** fließen. In der Zwischenzeit bleibt, wie vorstehend beschrieben, der Schalt-Isolations-MOSFET **174** eingeschaltet, bis die Steuerung **162** erfaßt, daß die zweite Leistungsversorgung **114** die Spezifikation unterschritten hat, und folglich den zweiten Isolations-MOSFET **174** AUS-schaltet und gleichzeitig beide MOSFETs **124a** und **124b** AUS-schaltet, wodurch dem Strom ermöglicht wird von der Leistungsversorgung **112** zu fließen.

[0049] Anhand der obigen ausführlichen Beschreibung wird darauf hingewiesen, daß die vorliegende Erfindung mehrere Vorteile gegenüber dem Stand der Technik liefert. Bei der aktiven Schutzsteuerschaltung der Erfindung wird der Ausfall der aktiven Leistungsversorgung oder das Erfassen eines Kurzschlusses innerhalb der Last sofort entdeckt, was der aktiven Schutzsteuerschaltung ermöglicht, die momentan aktiven Leistungsversorgungen zu schalten. Dieses Verfahren schützt die Isolations-MOSFETs und verhindert, daß die verbleibende gute Leistungsversorgung weder einen Stromgrenzzustand erreicht noch eine große Spannungsabweichung an ihrem Ausgang bewirkt.

Patentansprüche

1. Aktive Schutzschaltung (**160**) für ein MOSFET-isoliertes geschaltetes Leistungsversorgungssystem (**100**), wobei das System (**100**) eine erste Leistungsversorgung (**112**), die mit einem Knoten (**130**) über einen ersten Isolationsschalter (**124**) wirksam verbunden ist, und eine zweite Leistungsversorgung (**114**), die mit dem Knoten (**130**) über einen zweiten Isolations-Schalter (**174**) wirksam verbunden ist, aufweist, wobei die aktive Schutzschaltung (**160**) folgende Merkmale aufweist:
eine Leistungsversorgungs-Überwachungsschaltung (**161**), die eine erste Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (**120**) der ersten Leistungsversorgung (**112**) überwacht und ein erstes Ausgangssignal erzeugt, das anzeigt, ob die erste Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (**120**) von einem ersten vorausgewählten Spannungspegel um einen ersten vorausgewählten Betrag abweicht; und
eine Steuerung (**162**, **156**, **196**), die verschaltet ist, um den ersten Isolations-Schalter (**124**) und den zweiten Isolationsschalter (**174**) zu steuern, wobei die Steuerung (**162**, **156**, **196**) verschaltet ist, um das erste Ausgangssignal (**120**) zu empfangen und, wenn die erste Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (**120**) von dem ersten vorausgewählten Spannungspegel um den ersten vorausgewählten Betrag abweicht, um den ersten Isolationsschalter (**124**) in einen AUS-Modus zu schalten, um zu verhindern, daß Strom durch denselben fließt, und um den zweiten Isolationsschalter (**174**) in einen EIN-Modus zu schalten, um zu ermöglichen, daß Strom durch denselben von der zweiten Leistungsversorgung (**114**) fließt;
wobei die Schutzschaltung ferner eine erste Rückwärtsstrom-Überwachungsschaltung (**116**) aufweist, die einen Rückwärtsstrom, der durch den ersten Isolationsschalter (**124**) fließt, erfaßt und einen Rückwärtsstromindikator (**154**) erzeugt, wenn der Rückwärtsstrom erfaßt wird;
wobei, wenn der Rückwärtsstrom durch den ersten Isolationsschalter (**124**) fließend erfaßt ist, die erste Rückwärtsstrom-Überwachungsschaltung (**116**) den ersten Isolationsschalter (**124**) in den AUS-Modus schaltet und den zweiten Isolationsschalter (**174**) in den EIN-Modus schaltet.

2. Aktive Schutzschaltung (**160**) gemäß Anspruch 1, bei der der erste Isolationsschalter (**124**) und der zweite Isolationsschalter (**174**) jeweils einen N-Kanal-MOSFET aufweisen.

3. Aktive Schutzschaltung gemäß Anspruch 1 oder 2, bei der die erste Rückwärtsstrom-Überwachungsschaltung (**116**) folgende Merkmale aufweist:
einen ersten Differenzverstärker (**140**), der zwischen einen ersten Eingang und einen ersten Ausgang des ersten Isolationsschalters (**124**) geschaltet ist, um ein erstes Differenzverstärker-Ausgangssignal, das einen Spannungsabfall zwischen dem ersten Eingang und dem ersten Ausgang darstellt, zu erzeugen; und
einen ersten Spannungskomparator (**150**), der wirksam verschaltet ist, um das erste Differenzverstärker-Ausgangssignal und eine vorausgewählte Spannungsreferenz zu empfangen, um ein erstes Spannungskomparator-Ausgangssignal, das anzeigt, ob der Rückwärtsstrom durch den ersten Isolationsschalter (**124**) fließt, zu erzeugen.

4. Aktive Schutzschaltung (**160**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Leistungsversorgungs-Überwachungsschaltung (**161**) eine zweite Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (**170**) der zweiten Leistungsversorgung (**114**) überwacht und ein zweites Ausgangssignal erzeugt, das anzeigt, ob die zweite Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (**170**) von einem zweiten vorausgewählten Spannungspegel um einen zweiten vorausgewählten Betrag abweicht; wobei, wenn die zweite Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (**170**) von dem zweiten vorausgewählten Spannungspegel um zumindest den zweiten vorausgewählten Betrag abweicht, die Steuerung den zweiten Isolationsschalter (**174**) in einen AUS-Modus schaltet und den ersten Isolationsschalter (**124**) in den EIN-Modus schaltet.

5. Aktive Schutzschaltung (**160**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, die folgende Merkmale aufweist:
eine zweite Rückwärtsstrom-Überwachungsschaltung (**118**), die den Rückwärtsstrom erfaßt, der durch den zweiten Isolationsschalter (**174**) fließt, und den Rückwärtsstrom-Indikator (**194**) erzeugt, wenn der Rückwärtsstrom erfaßt wird;
wobei, wenn der Rückwärtsstrom durch den zweiten Isolationsschalter (**174**) fließend erfaßt wird, die zweite Rückwärtsstrom-Überwachungsschaltung (**118**) den zweiten Isolationsschalter (**174**) in den AUS-Modus schaltet und den ersten Isolationsschalter (**124**) in den EIN-Modus schaltet.

6. Aktive Schutzschaltung (**160**) gemäß Anspruch 5, bei der die zweite Rückwärtsstrom-Überwachungsschaltung folgende Merkmale aufweist:
einen zweiten Differenzverstärker (**180**), der wirksam zwischen einen zweiten Eingang und einen zweiten Ausgang des zweiten Isolationsschalters (**174**) geschaltet ist, um ein zweites Differenzverstärker-Ausgangssignal zu erzeugen, das einen Spannungsabfall zwischen dem zweiten Eingang und dem zweiten Ausgang darstellt; und
einen zweiten Spannungskomparator (**190**), der wirksam verschaltet ist, um das zweite Differenzverstärker-Ausgangssignal und eine vorausgewählte Spannungsreferenz zu empfangen, um ein zweites Spannungskomparator-Ausgangssignal zu erzeugen, das anzeigt, ob der Rückwärtsstrom durch den zweiten Isolationsschalter (**174**) fließt.

7. Verfahren, um Leistungsversorgungen in einem MOSFET-isolierten, geschalteten Leistungsversorgungssystem (**100**) davor zu schützen, eine Stromgrenze zu erreichen oder eine große Ausgangsspannungsabweichung zu bewirken, das folgende Schritte aufweist:
a) – Überwachen (**204 A**) einer ersten Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (**120**) einer ersten Leistungsversorgung (**112**), wobei die erste Leistungsversorgung mit einem Knoten (**130**) durch einen ersten Isolationsschalter (**124**) wirksam verbunden ist; und
– wenn die erste Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (**120**) von einem ersten vorausgewählten Spannungspegel um einen ersten vorausgewählten Betrag abweicht:
– Schalten des ersten Isolationsschalters (**124**) in einen AUS-Modus, um zu verhindern, daß Strom in einer Durchlaßrichtung durch denselben fließt; und
– Schalten eines zweiten Isolationsschalters (**174**) in einen EIN-Modus, um dem Strom zu ermöglichen, in einer Durchlaßrichtung durch denselben zu fließen, wobei der zweite Isolationsschalter eine zweite Leistungsversorgung (**114**) mit dem Knoten (**130**) wirksam verbindet;
b) – Überwachen (**204B**) des ersten Isolationsschalters (**124**) bezüglich eines Rückwärtsstroms;
– wenn der Rückwärtstrom erfaßt ist, Schalten des ersten Isolationsschalters (**124**) in den AUS-Modus; und
– Schalten des zweiten Isolationsschalters (**174**) in den EIN-Modus.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, das folgende Schritte aufweist:
Überwachen einer zweiten Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (**170**) der zweiten Leistungsversorgung (**114**); und
wenn die zweite Leistungsversorgungs-Ausgangsspannung (**170**) von einem zweiten vorausgewählten Spannungspegel um einen zweiten vorausgewählten Betrag abweicht, Schalten des zweiten Isolationsschalters (**174**) in den AUS-Modus und Schalten des ersten Isolationsschalters (**124**) in den EIN-Modus.

9. Verfahren gemäß Anspruch 7 oder 8, das folgende Schritte aufweist:
Überwachen (**204B**) des zweiten Isolationsschalters

(**174**) bezüglich eines Rückwärtsstroms;
wenn der Rückwärtsstrom fließend durch den zweiten Isolationsschalter (**174**) erfaßt (**206B**) wird, Schalten (**208**) des zweiten Isolationsschalters (**174**) in einen AUS-Modus; und
Schalten (**208**) des ersten Isolationsschalters (**124**) in einen EIN-Modus.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, bei dem sich entweder nur der erste Isolationsschalter (**124**) oder der zweite Isolationsschalter zu einem gegebenen Zeitpunkt in einem EIN-Modus befindet.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

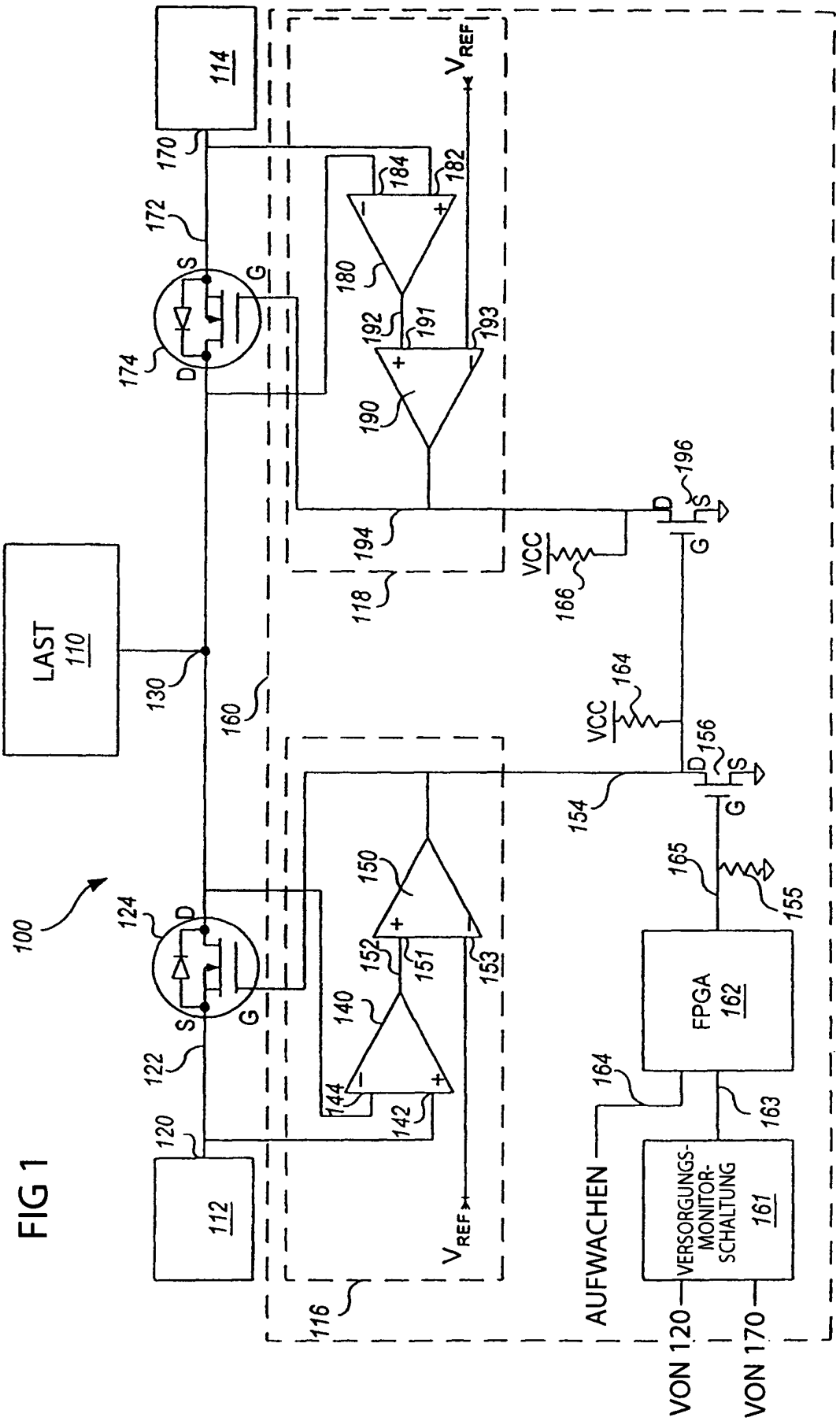


FIG 1

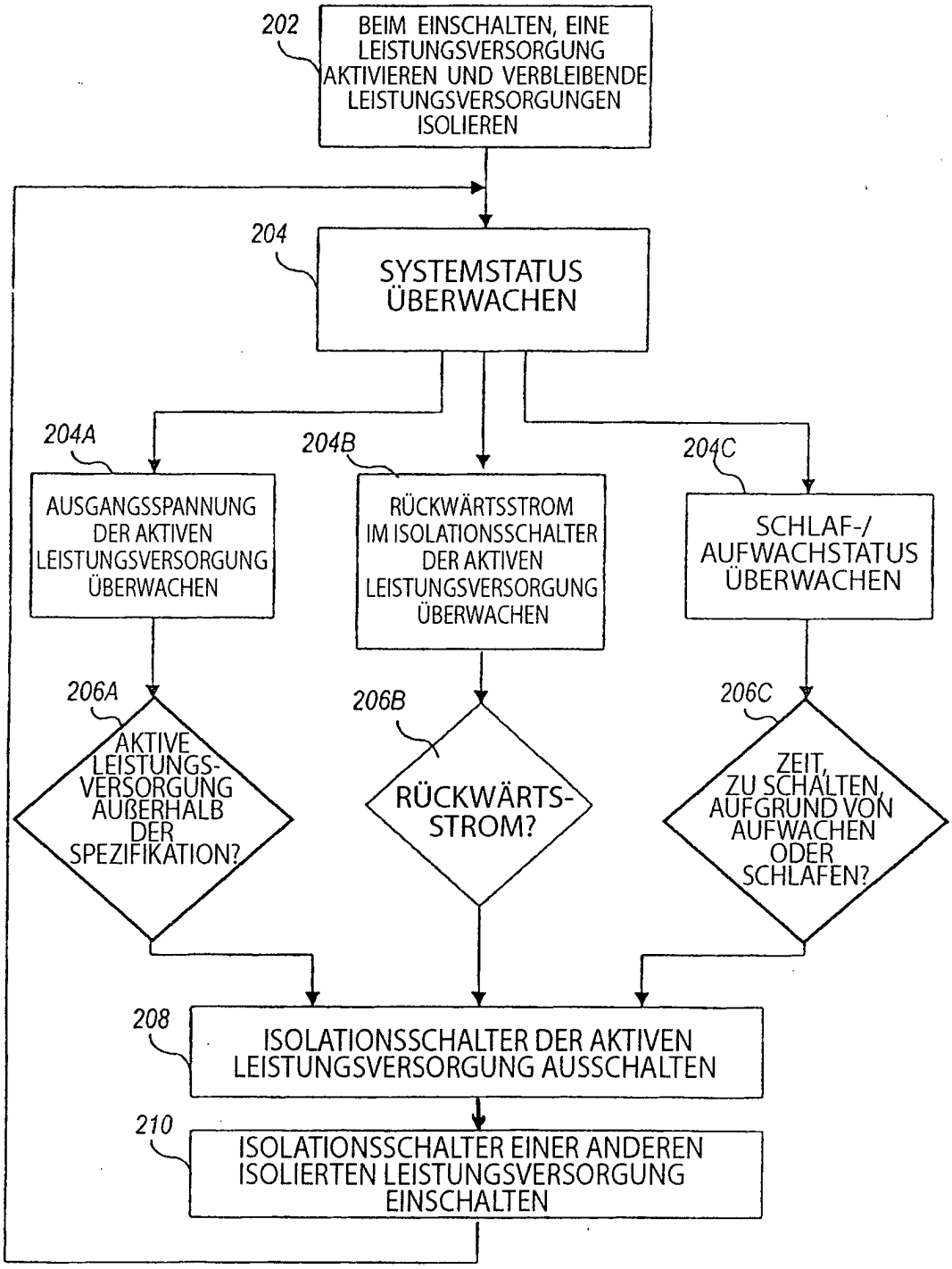
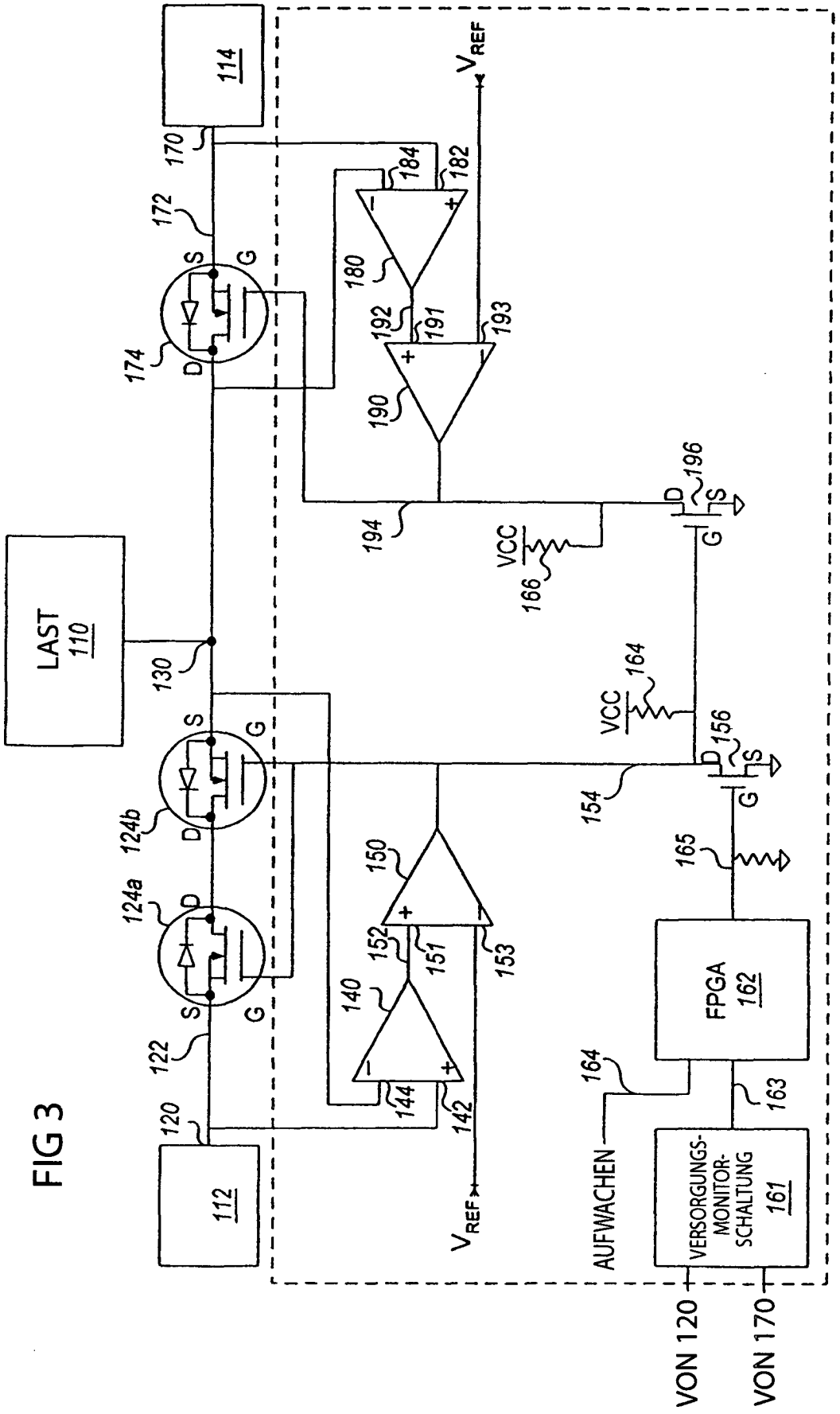

202
BEIM EINSCHALTEN, EINE LEISTUNGSVERSORGUNG AKTIVIEREN UND VERBLEIBENDE LEISTUNGSVERSORGUNGEN ISOLIEREN
204
SYSTEMSTATUS ÜBERWACHEN
204A
AUSGANGSSPANNUNG DER AKTIVEN LEISTUNGSVERSORGUNG ÜBERWACHEN
204B
RÜCKWÄRTSSTROM IM ISOLATIONSSCHALTER DER AKTIVEN LEISTUNGSVERSORGUNG ÜBERWACHEN
204C
SCHLAF-/ AUFWACHSTATUS ÜBERWACHEN
206A
AKTIVE LEISTUNGS-VERSORGUNG AUßERHALB DER SPEZIFIKATION?
206B
RÜCKWÄRTS-STROM?
206C
ZEIT, ZU SCHALTEN, AUFGRUND VON AUFWACHEN ODER SCHLAFEN?
208
ISOLATIONSSCHALTER DER AKTIVEN LEISTUNGSVERSORGUNG AUSSCHALTEN
210
ISOLATIONSSCHALTER EINER ANDEREN ISOLIERTEN LEISTUNGSVERSORGUNG EINSCHALTEN

FIG 2

FIG 3


114
170
172
174
180
182
184
190
191
192
193
194
196
V_{REF}
LAST 110
130
124b
124a
122
120
112
140
142
144
150
151
152
153
154
156
164
165
166
VCC
FPGA 162
AUFWACHEN
VERSORGUNGS-MONITOR-SCHALTUNG 161
163
VON 120
VON 170