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

(10) **DE 102 97 317 T5** 2004.12.09

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/034796**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **102 97 317.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/24959**
(86) PCT-Anmeldetag: **08.08.2002**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.04.2003**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **09.12.2004**

(51) Int Cl.[7]: **H05B 41/34**
H03K 3/53

(30) Unionspriorität:
09/977006 **12.10.2001** **US**

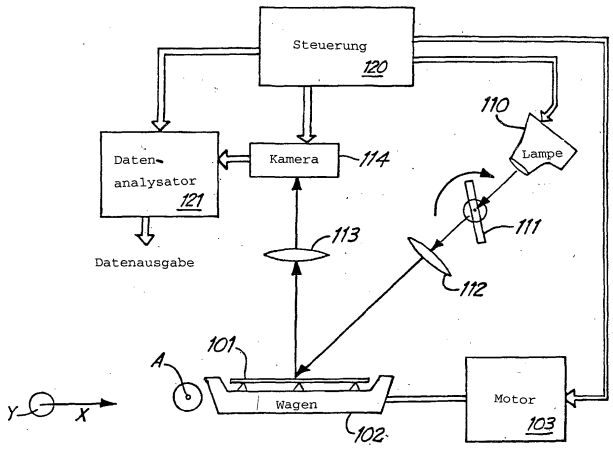
(71) Anmelder:
CyberOptics Corp., Golden Valley, Minn., US

(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(72) Erfinder:
Rudd, Eric P., Hopkins, Minn., US; Haugan, Carl E., St. Paul, Minn., US

(54) Bezeichnung: **Schnelle Blitzlampen-Entladeschaltung**

(57) Hauptanspruch: Blitzlampenschaltung mit:
einer Blitzlampe;
einem Ladespeicher, der eine erste Spannung bezieht und Ladung auf ihrer Grundlage ansammelt; und
einem Resonator, der mit dem Ladespeicher und mehreren Entladekondensatoren gekoppelt ist, um für eine zweite Spannung zu den mehreren Entladekondensatoren zu sorgen, die größer als die erste Spannung ist, wobei Entladeenergie von mindestens einem Entladekondensator zur Blitzlampe über eine Entladebank geführt wird, ohne induktive Elemente zu durchlaufen.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft die optische Bildverarbeitung und insbesondere Blitzlampenschaltungen zur stroboskopischen Beleuchtung von Objekten.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Die moderne digitale Rechentechnik ist aufgefordert, zunehmend vielfältigere Aufgaben zu erfüllen. Maschinen, die einst nur auf manuelle Weisungen reagierten, werden derzeit mit Computerprozessoren ausgerüstet, wodurch sie einen Humanbediener unterstützen können. Produktionslinien, die große Stückzahlen standardisierter Baugruppen herstellen, stattet man mit computergesteuerten Prozeßmaschinen aus. Industrieroboter haben die Fähigkeit, umprogrammiert zu werden, um zahlreiche unterschiedliche Aufgaben innerhalb der mechanischen Bewegungsgrenzen der Vorrichtung zu erfüllen.

[0003] Die automatisierte Analyse erfaßter optischer Bilder ist für digitale Steuersysteme von großem Nutzen. Beispielsweise kann die optische Abbildung bei der automatisierten Herstellung mit großem Vorteil eingesetzt werden, obwohl dies nicht unbedingt die einzig mögliche Anwendung ist. Gewöhnlich stört die Erfassung optischer Bilder nicht die empfindlichen Teile oder Herstellungsverfahren, was andere Meßformen indes könnten. Optische Bilder von Fabrikaten können zu Kontrollzwecken oder zur Führung der Bewegung von Prozeßmaschinen, z. B. eines Industrieroboters, relativ zu einem Werkstück erfaßt und analysiert werden.

[0004] In vielen Anwendungen ist erwünscht, ein Höhenbild oder -profil eines Zielobjekts zu erstellen, um eine zweidimensionale Karte von Oberflächenhöhen zu erzeugen. Ein spezielles Beispiel dafür ist die Kontrolle von Lotablagerungen auf elektronischen gedruckten Schaltungskarten. Wie dem Kenner der Industrie bekannt ist, können diese Karten in einem Zwischenstadium der Herstellung Hunderte oder Tausende kleiner Lotablagerungen haben, die mit Schaltungsbahnen elektrisch gekoppelt sind, die innerhalb der Karte aufgedruckt sind. Bei der späteren Montage elektrischer Komponenten auf der Karte wird das Lot geschmolzen, um elektrische Verbindungen zwischen den Schaltungsbahnen in der Karte sowie Stiften, Drähten oder anderen Leitern von den Komponenten herzustellen. Die zunehmende Komplexität des Informationszeitalters erfordert, daß diese Komponenten eine immer größere Anzahl von Verbindungen haben, gewöhnlich innerhalb immer kleinerer Flächen. Eine unzureichende Lotmenge an einer Verbindungsstelle kann zu Nichtherstellung der Verbindung oder zu einer Verbindung führen, die aussetzweise versagt oder nach einer gewissen Zeit vor Ort ausfällt. Zuviel Lot oder falsch plaziertes Lot kann sich ähnlich verheerend auf das resultierende Produkt auswirken. Die Größe und Anzahl solcher Verbindungen stellt hohe Anforderungen an die Gleichmäßigkeit des Herstellungsverfahrens. Außerdem erschwert sie die Kontrolle einer Karte auf Fehler. Zugleich können die Kosten eines nicht festgestellten Fehlers hoch sein. Somit besteht erheblicher potentieller Nutzen eines automatisierten Verfahrens, das Lotablagerungen schnell und ohne Beschädigung der Karte genau kontrollieren kann. Ein Höhenprofil einer Schaltungskarte mit Lotablagerungen, gewonnen anhand von optischen Messungen, kann verwendet werden, um das Lotvolumen an jeder Verbindungsstelle zu bestimmen.

[0005] Eine Technik zum Erstellen eines Höhenprofils eines Zielobjekts anhand von optischen Messungen ist als Phasenprofilometrie bekannt. Bei dieser Technik beleuchtet Licht das Zielobjekt, und mindestens zwei Bilder des Zielobjekts werden erfaßt, wobei jedes Bild entweder bei unterschiedlichen Lichtphasen oder an unterschiedlichen Positionen des Ziels erfaßt wird. In jedem Fall wird eine Phasenverschiebung zwischen beliebigen zwei der Bildern eingeführt. Danach werden die Bilder durch Bildverarbeitungstechniken kombiniert, um ein Höhenbild zu rekonstruieren. Verschiedene Verfahren zur Phasenprofilometrie sind in den US-A-4657394, 4641972, 5636025, 5646733 und 6049384 offenbart.

[0006] Das technische Problem der Erfassung mindestens zweier Bilder eines Zielobjekts ist nicht trivial. Erwünscht ist, die Bilder in schneller Folge zu erfassen, um Fehlüberdeckung zu reduzieren, die durch unerwünschte Bewegung zwischen den unterschiedlichen Belichtungen verursacht ist, und einen hohen Durchsatz von Bilderfassung und -analyse zu unterstützen. Insbesondere ist erwünscht, nicht mehr als 1 Millisekunde zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bilderfassungen zu warten, die zu kombinieren sind. Obgleich es möglich sein mag, aufeinanderfolgende Bilder innerhalb von etwa 1 Millisekunde oder weniger mit vorhandenen Techniken zu erzeugen, beinhalten solche Techniken übermäßigen Stromverbrauch und/oder übermäßige Geräteausstattung oder haben andere unerwünschte Nebenwirkungen. Zum Beispiel ist es im Fall von Dreiphasenprofilometrie möglich, drei getrennte Lampen, Schaltungen und zugehörige Geräteausstattung zum Erfassen dreier getrennter Bilder zu replizieren, doch würde das erhebliche Gerätekosten beinhalten und würde zusätzliche Variablen einführen, wenn die Beleuchtung aus unterschiedlichen Quellen nicht identisch ist. Außerdem liegt der Spitzenleistungsverbrauch für bekannte Schaltungen, die eine einzelne Blitzlampe mit etwa 1 Millisekunde Abstand entladen, normalerweise in der Größenordnung von 200 Watt, was jenseits der Fähigkeiten bekannter kleiner Hochspannungs- (HS) Versorgungen liegt.

[0007] Vorgeschlagen wurden Techniken, die Stromverbrauch und/oder übermäßige Geräteausstattung reduzieren, indem eine Resonanzladeschaltung bereitgestellt wird, die einen Entladekondensator aus einem großen Speicherkondensator lädt. Ein Beispiel für eine solche Lehre gibt die US-A-3953763 (Herrick). Die inhärente Dynamik der Schaltung nach Herrick ermöglicht, den Entladekondensator auf etwa die doppelte Spannung des Speicherkondensators zu laden. Eine solche Resonanzladung wird mit geringer Ableitung erreicht. Wenngleich die Schaltung nach Herrick eine Reihe von Vorteilen bietet, bedarf sie dennoch der Verbesserung. Zum Beispiel geht man davon aus, daß Aspekte der Schaltung nach Herrick die Lebensdauer einer geprüften Blitzlampe übermäßig verkürzten. Die Schaltung nach Herrick kann nicht ohne einen Induktor verwendet werden, da ohne ausreichende Induktivität in der Schaltung der di/dt-Wert der Schaltung das zulässige Maximum für die meisten handelsüblichen Thyristoren bzw. SCR's übersteigen würde, was SCR-Ausfall aufgrund interner Überhitzungspunkte verursacht. Hier bezeichnet i den Strom, und t bezeichnet die Zeit. Ein zusätzlicher Induktor kann dieses Problem mildern, da der di/dt-Wert auf etwa v/L begrenzt ist, wobei v das Entladepotential und L die Induktivität ist. Für typische SCR's verweist die di/dt-Grenze von 200 A/µs zusammen mit dem 450-V-Entladepotential darauf, daß ein Induktor mit mindestens 2 µH benötigt wird. Dieser Induktivitätswert verlängert das Entladeende erheblich, was den Nachteil einer Verkürzung der Lampenlebensdauer hat. Obwohl SCR-Bauelemente mit höheren di/dt-Nennwerten als den üblichen 200 A/µs zur Verfügung stehen, sind sie teuer und untragbar groß.

[0008] Ferner sorgt die Schaltung nicht für eine schnelle, zweckmäßige Entladung des Speicherkondensators zur Sicherheit bei Handhabung und Reparatur der Schaltung. Schließlich stellt die Schaltung nach Herrick keine auswählbaren Entladeenergien bereit. Eine schnelle Blitzlampen-Entladeschaltung, die für Resonanzladung sorgt und sich den o. g. Einschränkungen widmet, stellt somit eine erhebliche Verbesserung dar.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Eine Blitzlampenschaltung weist einen Ladespeicher auf, der eine erste Spannung aus einer externen Quelle bezieht. Der Ladespeicher ist mit einem Resonator und mehreren Entladekondensatoren gekoppelt, um für eine zweiten Spannung zu den mehreren Entladekondensatoren zu sorgen, die größer als die erste Spannung ist. Ein Schalter ist zwischen mindestens einem der Entladekondensatoren und Masse angeordnet, um den mindestens einen Entladekondensator auf der Grundlage einer Eingabe zum Schalter selektiv zu laden. Entladeenergie wird von dem (den) Entladekondensator(en) zu einer Blitzlampe über eine Entladebank geführt, ohne induktive Elemente zu durchlaufen. Eine Ableitschaltung kann zwischen der Stromversorgung und dem Speicher eingefügt sein, um den Speicher bei Abschaltung zu entladen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] **Fig.** 1 ist eine schematische Ansicht einer Umgebung zur Nutzung einer Blitzlampenvorrichtung gemäß von Ausführungsformen der Erfindung.

[0011] **Fig.** 2 ist ein Systemblockschaltbild einer Blitzlampen-Entladeschaltung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0012] **Fig.** 3 ist ein vereinfachtes schematisches Schaltbild einer Blitzlampen-Entladeschaltung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

NÄHERE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0013] **Fig.** 1 veranschaulicht eine Umgebung zur Nutzung der Blitzlampenvorrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. In dieser Ausführungsform werden Bilder gedruckter Schaltungskarten als Teil eines Kontrollschritts für gedruckte Schaltungskarten in einem Herstellungsverfahren elektronischer Baugruppen erfaßt und analysiert, wobei die Analyse zur Bewertung der Adäquatheit von Lötpastenablagerungen auf der Karte durch Bestimmen der Höhe und des Volumens von Pastenablagerungen dient. Gemäß **Fig.** 1 ist eine zu kontrollierende gedruckte Schaltungskarte **101** auf einem beweglichen Wagen **102** angeordnet, wobei der Wagen durch einen Elektromotor **103** angetrieben wird. Ein Lichtimpuls wird durch eine Blitzlampe **110** erzeugt und durch ein Retikel **111** und eine Quellenlinse **112** gerichtet, um auf die Oberfläche der gedruckten Schaltungskarte **101** in einem Winkel zu fallen. Das reflektierte Streifenlicht wird durch eine Kameralinse **113** auf einer Kamera **114** mit CCD- (ladungsgekoppeltes Bauelement) Anordnung abgebildet, die das reflektierte Bild digitalisiert. Digitale Bilder von der Kamera **114** werden zu einem Datenanalysator **121** zur Analyse gesendet, insbesondere zur Bestimmung des Volumens von Lötpastenablagerungen. Eine Steuerung **120** steuert den gleichzeitigen Betrieb von Motor **103**, Blitzlampe **110**, Kamera **114** und Datenanalysator **121**.

[0014] Das Retikel **111** strukturiert das durchlaufende Licht in ein sinusförmig variierendes Intensitätsmuster. Das Retikel **111** hat abwechselnde Flächen aus relativ dunklen und relativ klaren Streifen, deren Opazität sinusförmig variiert. Das strukturierte Licht wird auf die Karte **101** zu mindestens 2 unterschiedlichen Zeiten projiziert.

[0015] Der Wagen **102** bewegt sich in der Ebene der gedruckten Schaltungskarte **101**, d. h. senkrecht zum Weg des Lichts in die Kamera. Da die Höhe von Schaltungskartenmerkmalen anhand des reflektierten Lichts gemessen wird, ist es wichtig, daß der Wagen **102** die Karte **101** in einer konstanten Entfernung von der Kamera **114** und der Lampe **110** hält, obwohl andere Systeme, in denen die Erfindung Verwendung findet, anderweitig arbeiten können und außerhalb des Kontrollgewerbes gedruckter Schaltungskarten vorgefunden werden. Der Wagen **102** ist zur x-y-Bewegung fähig, was die Kontrolle eines beliebigen Bereichs der Karte **101** ermöglicht. Zur Bereitstellung von Höheninformationen über einen Abschnitt der Platine bei einer einzelnen Abtastung der Platine ist aber nur eine Bewegungsrichtung erforderlich; diese sollte eine Komponente senkrecht zu den Beleuchtungsstreifen haben. Der Einfachheit halber zeigt **Fig.** 1 nur einen einzelnen Motor **103**, während tatsächlich zwei Motoren verwendet werden können, um die Karte in 2 Dimensionen zu bewegen.

[0016] Während sich in der bevorzugten Ausführungsform die Karte (d. h. das Zielobjekt) bewegt, ist deutlich, daß der gleiche Effekt durch gemeinsames Bewegen der Blitzlampe, des Retikels, der Linsen und der Kamera erzeugt werden könnte (durch Anordnen dieser Bauelemente auf einem gemeinsamen sich bewegenden Wagen), während die Karte **101** stillstehend bleibt. Möglich ist auch, phasenverschobene Bilder durch Bewegen des Retikels **111** zu erzeugen.

[0017] Die Steuerung **120** steuert den Betrieb der verschiedenen Bauelemente wie folgt: Die Steuerung **120** veranlaßt den Motor **103**, den Wagen **102** so zu positionieren, daß ein interessierender Bereich auf der Karte **101** innerhalb des Gesichtsfelds der Linse **113** und Kamera **114** liegt. An einer vorgegebenen Position erzeugt die Steuerung **120** eine Folge von mindestens zwei (vorzugsweise drei) Blitzlampen-Entladesignalen zur Blitzlampe **110**, wobei jede Entladung einer unterschiedlichen Phase des Lichts zugeordnet ist, wobei die Signale etwa 1 ms auseinander liegen. Gleichzeitig mit den Entladungen der Blitzlampe **110** veranlaßt die Steuerung **120** die Kamera **114**, drei getrennte Bilder zu erfassen, wobei jedes Bild einer Entladung der Blitzlampe entspricht. Die Kamera **114** sendet diese drei getrennten Bilder zum Datenanalysator **121**. Die Steuerung **120** veranlaßt den Analysator **121**, die Bilder wie empfangen zu speichern und die Höhe (und letztlich das Volumen) von Lotablagerungen im interessierenden Bereich auf der Karte **101** zu analysieren. Normalerweise veranlaßt die Steuerung **120** die Vorrichtung, Bilder in mehreren unterschiedlichen interessierenden Bereichen auf einer einzelnen Karte zu erfassen und zu analysieren.

[0018] Während die Steuerung **120** und der Datenanalysator **121** für konzeptionelle Zwecke als getrennte Blöcke in **Fig.** 1 dargestellt sind, können diese in Wirklichkeit als Softwarefunktionen implementiert sein, die in einem programmierbaren Prozessor eines einzelnen digitalen Allzweck-Computersystem ausgeführt werden.

[0019] Weitere Hintergrundinformationen zur Analyse der Merkmalshöhe in einem Zielobjekt anhand mehrerer phasenverschobener Bilder finden sich in der gemeinsam übertragenen US-A-6049384, eingereicht am 27. Februar 1996 mit dem Titel "Method and Apparatus for Three Dimensional Imaging Using Multi-Phased Structured Light", die hierin durch Verweis eingefügt ist (unter Verwendung zweier getrennter Lampenquellen, um Zweiphasenbilder zu erzeugen, die mit Hilfe bestimmter vereinfachender Annahmen analysiert werden können).

[0020] **Fig.** 2 ist ein Systemblockschaltbild einer Blitzlampen-Entladeschaltung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Die Schaltung **130** ist vorzugsweise innerhalb der Steuerung **120** gemäß **Fig.** 1 angeordnet, kann aber an jeder geeigneten Stelle liegen. Die Schaltung **130** verfügt über eine Ableitschaltung **134**, einen Speicher **136**, eine Resonanzladeschaltung **138**, Entladekondensatoren **140**, **142**, einen Schalter **144**, eine Entladebank **146** und eine Blitzlampe **148**. Die Ableitschaltung **134** ist zwischen dem Eingang zum Speicher **136** und Masse **150** eingefügt. Im Normalbetrieb ermöglicht die Ableitschaltung **134** einfach, daß Ladung durchfließen und sich innerhalb des Speichers **136** ansammeln kann. Wird aber die Schaltung **130** abgeschaltet oder anderweitig deaktiviert, erstellt die Ableitschaltung **134** einen Stromweg vom Speicher **136** zu Masse **150**, wodurch der Speicher **136** entladen wird.

[0021] Die Resonanzladeschaltung **138** ist zwischen dem Speicher **136** und den Entladekondensatoren **140**, **142** angeordnet. Die Schaltung **138** tritt zwischen etwa 0 Volt und etwa 500 Volt für einen halben Zyklus in Resonanz, wobei sich in dieser Zeit der SCR öffnet und das Potential über dem (den) Kondensatoren) **140**, **142** aufrechterhält. Darstellungsgemäß weist die Schaltung **130** vorzugsweise mehrere Entladekondensatoren auf, z. B. die Kondensatoren **140**, **142** auf. Kommen mehrere derartige Entladekondensatoren zum Einsatz, haben alle außer einem der Kondensatoren einen Schalter, z. B. den Schalter **144**, der zwischen ihm und Masse **150** angeordnet ist, um so selektiv zu bestimmen, ob der vorgegebene Kondensator in einem vorgegebenen Ladezyklus geladen wird. Während **Fig.** 2 ein Paar Entladekondensatoren **140**, **142** veranschaulicht, wird der Fachmann erkennen, daß zusätzliche Entladekondensatoren vorgesehen sein könnten, um zusätzliche Entladeenergien bereitzustellen. Darstellungsgemäß wird der Entladekondensator **142** während des Ladezyklus stets geladen. Jedoch wird der Entladekon-

densator **140** nur geladen, wenn der Schalter **144** den Kondensator **140** mit Masse **150** koppelt. Somit ermöglicht PEGEL-AUSWAHL **152** das Umschalten zwischen Energiepegeln.

[0022] Sind der (die) Kondensator(en) **140**, **142** geeignet geladen, sorgt ein TRIGGER-Signal, das zur Entladebank **146** geführt wird, für die Entladeenergie von dem (den) Entladekondensatoren) zur Blitzlampe **148**. Damit wird die Blitzlampe **148** gepulst, bei der es sich vorzugsweise um ein Modell EG&G FX-1160 von Perkins Elmer Optoelectronics, 44370 Christy St., Fremont, CA handelt. Dem Fachmann wird klar sein, daß die Entladeenergien von dem (den) Entladekondensator(en) **140**, **142** zur Lampe **148** geführt werden, ohne einen Induktor zu durchlaufen. Indem der Entladestrom nicht durch einen Induktor geführt wird, erhöht man die Lebensdauer der Blitzlampe **148**.

[0023] Eine Blitzlampen-Entladeschaltung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist in **Fig.** 3 dargestellt. Eine externe Stromversorgung liefert 250 V, um einen Speicherkondensator **136** zu laden. Komponenten Q7 und R13-R15 bilden eine schnelle Ableitschaltung **134**. Diese Ableitschaltung wird verwendet, um die +250 V Gleichspannung zu entladen, damit Reparatur und Handhabung der Schaltung durch Verringern der Möglichkeit eines elektrischen Schlags erleichtert sind.

[0024] Im Gegensatz dazu verwenden typische Entladeschaltungen einen nicht geschalteten Parallelwiderstand, um den Speicherkondensator zu entladen. Ist τ die Zeitkonstante der Entladung, C die Kapazität, V die Spannung und $E = CV^2/2$ die durch den Kondensator gespeicherte Energie, beträgt die Leistungsableitung im Ableitwiderstand $2E/\tau$. Hätte der Kondensator in dieser bekannten Schaltung 220 µF, so wäre E = 6,9 Joule. Ist τ auf fünf Sekunden eingestellt, beträgt für eine angemessen schnelle Entladung die Ableitung in der Ableitschaltung 2,75 Watt, was ein übermäßig großer Verlustwärmebetrag ist. Andererseits überwinden Entladeschaltungen gemäß von Ausführungsformen der Erfindung dieses Problem durch Überwachen des Stromversorgungsstroms über den Widerstand R15. Gibt die externe Versorgung Strom zur Schaltung ab, wird der Transistor Q7 in Rückwärtsrichtung vorgespannt, und die Ableitung ist minimal. Wird die externe Versorgung ausgeschaltet, schaltet der Widerstand R13 Q7 ein, der dann C1 schnell über den Widerstand R14 entlädt. In der bevorzugten Ausführungsform ist τ kleiner als fünf Sekunden. Der Widerstand R14 muß zum Überleben bei Gesamtausfällen für eine Spitzenableitung von 3 Watt ausgelegt sein. Im Normalbetrieb leitet R14 einen solchen Leistungspegel aber nur während der kurzen Entladeperiode ab, wenn die Stromversorgung abgeschaltet wird.

[0025] Die Resonanzschaltung weist einen Induktor L1, einen SCR Q2 und einen optisch gekoppelten SCR U4 auf. Empfängt U4 einen Impuls vom Triggereingang, wird sein SCR getriggert, was seinerseits den SCR Q2 triggert. Strom fließt durch L1 und Q2, was einen Entladekondensator C10 lädt (und eventuell C9, was später beschrieben wird). Während dieser Zeit bilden L1 und C10 eine Resonanzschaltung hoher Güte, die eine leicht gedämpfte Sinusschwingung erzeugt. Diese Sinusschwingung hat negative Scheitel bei 0 V und positive Scheitel bei +500 V.

[0026] Allerdings schwingt die Schaltung nur für einen halben Zyklus, da dann, wenn die Spannung über C10 ihren Abschwung beginnt, der Strom über Q2 umgekehrt wird und er nicht mehr leitet, wodurch etwa +450 Volt über C10 verbleiben.

[0027] Nach dem Laden von C10 wird ein Impuls auf der "Entladetrigger"-Leitung am Gate eines Bipolartransistor-Bauelements mit isoliertem Gate (IGBT) **146** angelegt, das seinerseits C10 und eventuell auch C9 über die Blitzlampe **148** entlädt. Die Verwendung von IGBT-Bauelementen im Entladeweg erhöht die Betriebslebensdauer der Blitzlampenschaltung, da sich unerwünschte Induktoren erübrigen. Geeignete IGBT-Bauelemente sind von International Rectifier, El Segundo California, als Teile-Nummer IRG4PC50F erhältlich.

[0028] In Abhängigkeit von der Anwendung muß der IGBT **146** möglicherweise mit Hilfe mehrerer dieser Bauelemente in Parallelschaltung implementiert werden. Jedoch ist auch eine solche Parallelkombination praktisch, weil die geringe Einschaltdauer der Entladung Wärmeabführung unnötig macht. Auch wenn mehrere IGBT's vorhanden sind, kann die Entladeschaltung Q9-D12 den Strom mit einer einzelnen Diode zufriedenstellend handhaben.

[0029] Wichtig ist zu beachten, daß sich das Triggereingangssignal und das Entladetriggersignal zeitlich nicht überlappen dürfen, da sich sonst der Kondensator C1 über die Blitzlampe **148** lädt, was die gesamte Schaltung beschädigt. (Von Herrick wird ein Verriegelungsschaltungsaufbau zur Verhinderung dieses Problems beschrieben.)

[0030] Entladeschaltungen gemäß einigen Ausführungsformen der Erfindung ermöglichen auch mehrere Entladeenergien durch Verwendung des IGBT Q9 und der Diode D12. Für eine energiearme Entladung wird das Gate von Q9 tiefpeglig gehalten, was diesen ausschaltet. Dadurch folgt der zwischen C9 und D12 gemeinsam benutzte Knoten eng der Spannung an C10. Da diese Spannung während des gesamten Entladezyklus positiv bleibt, wird D12 nie in Vorwärtsrichtung vorgespannt, und C9 ist aus der Schaltung effektiv ausgeschlossen. Wird aber das Gate von Q9 hochpeglig gehalten, schaltet sich Q9 ein und hält so

die Unterseite von C9 während des Ladezyklus auf Masse. Während der Entladung betragen die Strompegel in der bevorzugten Ausführungsform mehrere Hundert Ampere, was jenseits der Strombelastbarkeit von Q9 liegt. Allerdings schaltet die Entladung D12 ein, und D12 ist für den Entladestrom ausgelegt. Dadurch bleibt während des gesamten Zyklus die Unterseite von C9 nahe Masse, und C9 befindet sich effektiv in der Entladeschaltung.

[0031] Obwohl die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen beschrieben wurde, wird der Fachmann erkennen, daß Änderungen in Form und Detail vorgenommen werden können, ohne vom Grundgedanken und Schutzumfang der Erfindung abzuweichen. Zum Beispiel ist es möglich, die Erfindung auf anderen Gebieten als in der Phasenprofilometrie zu verwenden, z. B. auf dem Gebiet der Hochgeschwindigkeitsfotografie o. ä.

Zusammenfassung Schnelle Blitzlampen-Entladeschaltung

[0032] Eine Blitzlampenschaltung (**130**) weist einen Ladespeicher (**136**) auf, der eine erste Spannung aus einer externen Quelle bezieht. Der Ladespeicher (**136**) ist mit einem Resonator und mehreren Entladekondensatoren (**140**, **142**) gekoppelt, um für eine zweiten Spannung zu den mehreren Entladekondensatoren (**140**, **142**) zu sorgen, die größer als die erste Spannung ist. Ein Schalter (**144**) ist zwischen mindestens einem der Entladekondensatoren (**140**, **142**) und Masse angeordnet, um den mindestens einen Entladekondensator (**140**, **142**) auf der Grundlage einer Eingabe zum Schalter (**144**) selektiv zu laden. Entladeenergie wird von dem (den) Entladekondensator(en) (**140**, **142**) zu einer Blitzlampe (**142**) über eine Entladebank geleitet, ohne induktive Elemente zu durchlaufen. Eine Ableitschaltung (**134**) kann zwischen der Stromversorgung (**132**) und dem Speicher (**136**) eingefügt sein, um den Speicher (**136**) bei Abschaltung zu entladen.
(**Fig.** 2)

Patentansprüche

1. Blitzlampenschaltung mit:
einer Blitzlampe;
einem Ladespeicher, der eine erste Spannung bezieht und Ladung auf ihrer Grundlage ansammelt; und
einem Resonator, der mit dem Ladespeicher und mehreren Entladekondensatoren gekoppelt ist, um für eine zweite Spannung zu den mehreren Entladekondensatoren zu sorgen, die größer als die erste Spannung ist, wobei Entladeenergie von mindestens einem Entladekondensator zur Blitzlampe über eine Entladebank geführt wird, ohne induktive Elemente zu durchlaufen.

2. Schaltung nach Anspruch 1, ferner mit einem Schalter, der zwischen mindestens einem der Entladekondensatoren und einer Masse angeordnet ist, um den mindestens einen Entladekondensator auf der Grundlage einer Eingabe zum Schalter selektiv zu laden.

3. Schaltung nach Anspruch 1, wobei die Entladebank mehrere Bipolartransistoren mit isoliertem Gate aufweist.

4. Schaltung nach Anspruch 3, wobei die mehreren Bipolartransistoren mit isoliertem Gate mindestens vier Bipolartransistoren mit isoliertem Gate aufweisen.

5. Schaltung nach Anspruch 1, wobei die mehreren Entladekondensatoren ein Paar Entladekondensatoren sind und wobei einer der Entladekondensatoren zum selektiven Laden auf der Grundlage einer gewünschten Entladeenergie mit dem Schalter gekoppelt ist.

6. Schaltung nach Anspruch 1, ferner mit einer Ableitschaltung, die mit Masse gekoppelt und zwischen einer Stromversorgung und dem Speicher eingefügt ist, wobei die Ableitschaltung den Speicher im Betrieb nicht mit Masse koppelt, sondern bei Systemabschaltung Strom selektiv an Masse ableitet.

7. Schaltung nach Anspruch 6, wobei die Ableitschaltung geeignet ist, den Speicher innerhalb von etwa 5 Sekunden nach Systemabschaltung zu entladen.

8. Schaltung nach Anspruch 6, wobei die Ableitschaltung einen Transistor aufweist, der im Normalbetrieb in einer ersten Richtung und bei Systemabschaltung in einer Gegenrichtung vorgespannt ist.

9. Schaltung nach Anspruch 1, ferner mit einer Entladeverriegelung.

10. Schaltung nach Anspruch 1, ferner mit einer Resonanzladeverriegelung.

11. Schaltung nach Anspruch 2, wobei der Schalter einen Bipolartransistor mit isoliertem Gate aufweist.

12. Schaltung nach Anspruch 1, wobei die Blitzlampe mehrmals getriggert wird und wobei der Abstand zwischen mindestens zwei der Triggervorgänge kleiner oder gleich etwa 1 Millisekunde ist.

13. Schaltung nach Anspruch 12, wobei die Blitzlampe dreimal getriggert wird und wobei der Abstand zwischen dem ersten und zweiten mal sowie dem zweiten und dritten mal kleiner oder gleich etwa 1 Millisekunde ist.

14. Blitzlampenschaltung mit:
einer Blitzlampe;
einem Ladespeicher, der eine erste Spannung bezieht und Ladung auf ihrer Grundlage ansammelt;
einem Resonator, der mit dem Ladespeicher und mehreren Entladekondensatoren gekoppelt ist, um für eine zweite Spannung zu den mehreren Entladekondensatoren zu sorgen, die größer als die erste Spannung ist; einem Schalter, der zwischen mindestens einem der Ent
ladekondensatoren und einer Masse angeordnet ist, um den mindestens einen Entladekondensator auf der Grundlage einer Eingabe zum Schalter selektiv zu laden; und wobei Entladeenergie von mindestens einem Entladekondensator zur Blitzlampe über eine Entladebank geführt wird, ohne induktive Elemente zu durchlaufen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

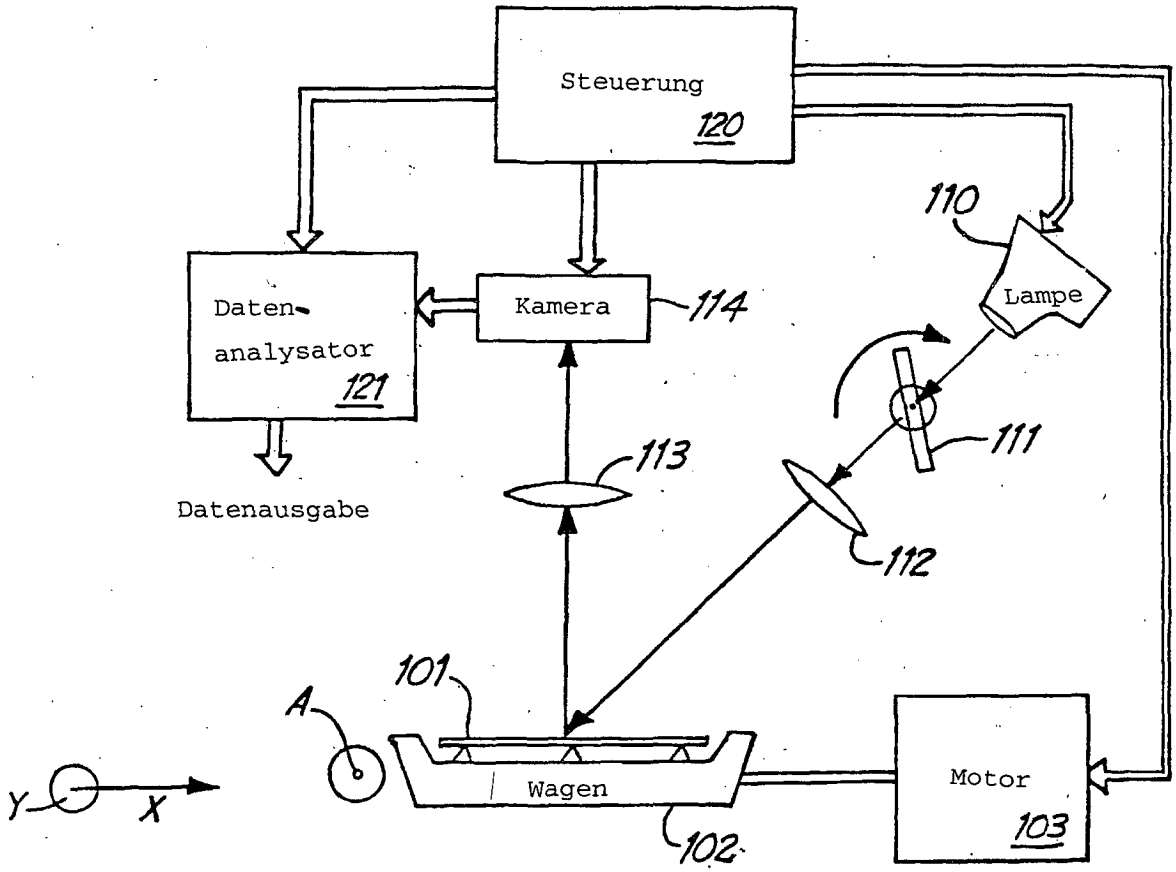


FIG. 1

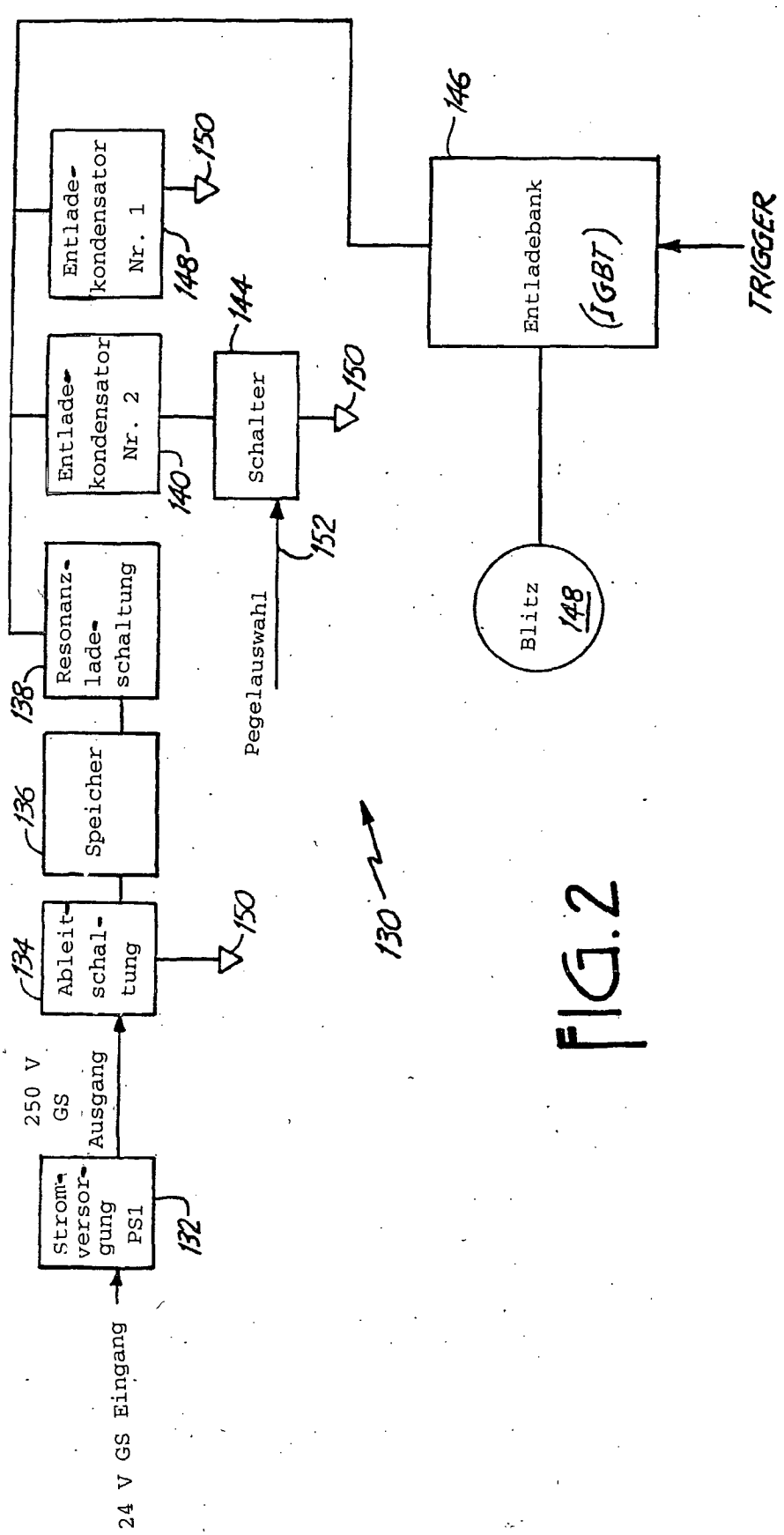

24 V GS Eingang
Strom-versor-gung PS1
132
250 V GS Ausgang
Ableit-schal-tung
134
150
Speicher
136
Resonanz-lade-schaltung
138
Pegelauswahl
152
Entlade-kondensator Nr. 2
140
Schalter
144
150
Entlade-kondensator Nr. 1
148
150
Blitz 148
Entladebank (IGBT)
146
TRIGGER
130

FIG. 2

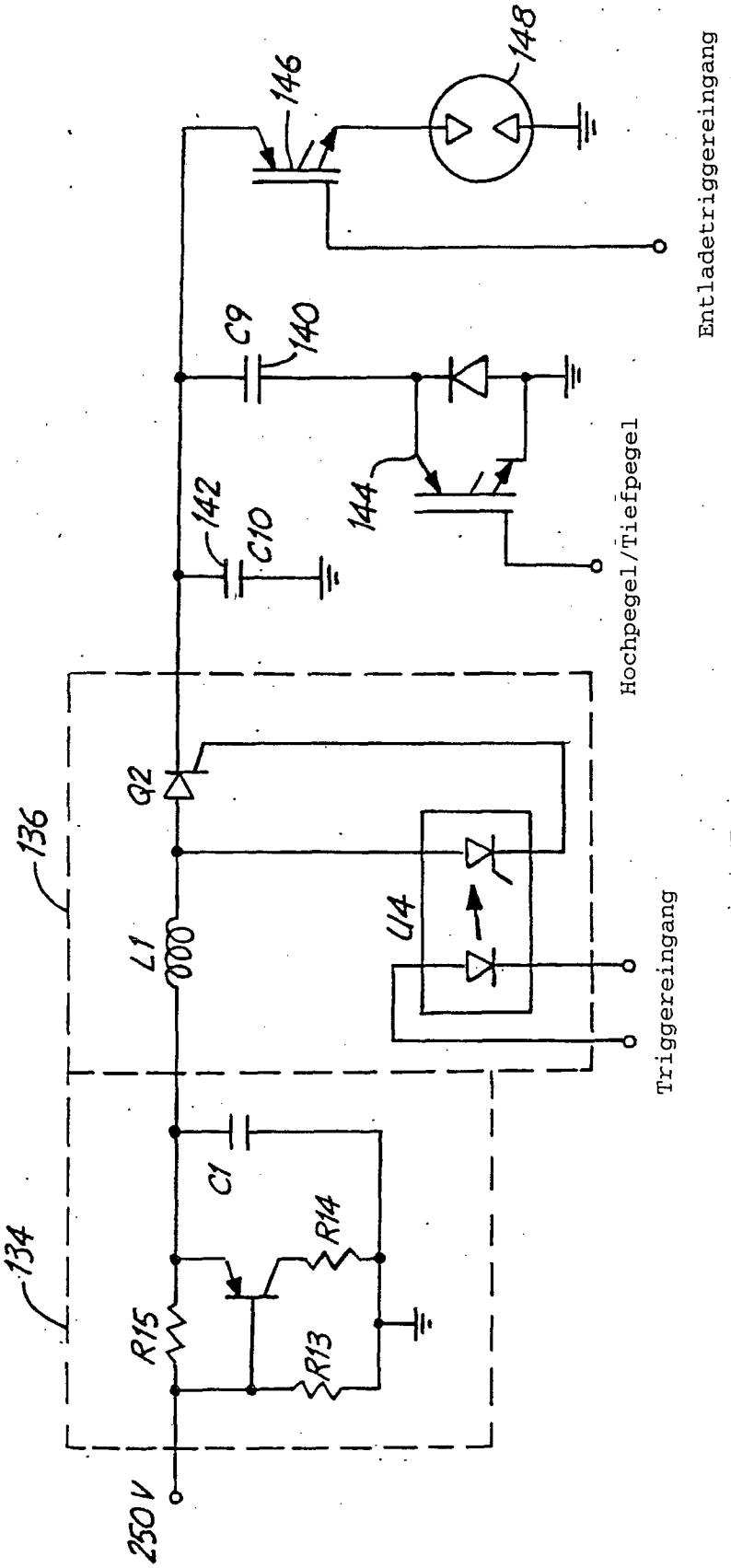

146
148
Entladetriggereingang
C9
140
142
C10
144
Hochpegel/Tiefpegel
136
Q2
L1
U4
Triggereingang
134
C1
R14
R15
R13
250 V

FIG. 3