



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 38 808 T2 2008.10.30**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 986 935 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 38 808.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/09482**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 920 352.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/052386**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.05.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **19.11.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.03.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **05.12.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.10.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H05B 37/00 (2006.01)**
G02B 26/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
854353 12.05.1997 US

(73) Patentinhaber:
Light & Sound Design, Ltd., Birmingham, GB

(74) Vertreter:
Henkel, Feiler & Hänzler, 80333 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, DK, FR, GB, IT, NL

(72) Erfinder:
HEWLETT, William Light & Soun, Birmingham B10 0RA, GB; CLARKE, Ian Light & Soun, Birmingham B10 0RA, GB; EVANS, Nigel Light & Soun, Birmingham B10 0RA, GB; PARKER, Richard Light & Soun, Birmingham B10 0RA, GB; HUNT, Mark A., Birmingham B10 0RA, GB; HUGHES, Michael Light & Soun, Birmingham B10 0RA, GB

(54) Bezeichnung: **BÜHNENBELEUCHTUNG MIT ELEKTRISCHER STEUERUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein elektronisch gesteuertes Bühnenbeleuchtungssystem. Genauer gesagt beschreibt die Erfindung ein digitales Bühnenbeleuchtungssystem, das mit einem digitalen Spiegelarray als Teil seines strahlbildenden Geräts arbeitet.

Hintergrund

[0002] Bühnenbeleuchtungssysteme haben in den letzten Jahren in Komplexität sehr zugenommen. Die aktuelle Generation der Bühnenbeleuchtungsausrüstung verwendet eine hochentwickelte computerunterstützte Steuerung, um die Anzeige von zahllosen programmierbaren und steuerbaren Spezialeffekten zu ermöglichen.

[0003] Eine der hochentwickeltesten Einrichtungen ist die ICON(TM)-Einrichtung, die von LICHT & SOUND-DESIGN(TM) hergestellt wird. ICON(TM) umfasst eine extrem hochentwickelte Konsole, von der die zahllosen Spezialeffekte angewiesen werden können. Die Konsole liefert Befehle an jede Lampe in dem System. Diese Befehle wählen verschiedene Funktionen zu bestimmten Zeiten aus, die während der Planung eines Ereignisses voreingestellt werden.

[0004] ICON(TM)-Einheiten sind sich bewegende Lichter, die gesteuert werden können, um sich in mindestens zwei Richtungen zu bewegen: Schwenken und Neigen. Einige Anwendungen können den Lichtern ermöglichen, sich ebenfalls in einer dritten Richtung zu bewegen. Diese Lichter sind ebenfalls fernsteuerbar und programmierbar, um unterschiedliche Beleuchtungseffekte, einschließlich Farbe, Farbüberblendung, aufgeteilte Farbe, "Gobo" (Form eines Musters, das angezeigt wird), Iris, Fokus und andere zu ermöglichen.

[0005] Sich bewegende Lichter, wie beispielsweise die ICON(TM), sind heute unter den hochentwickeltesten, in Gebrauch befindlichen Einheiten. Weniger hochentwickelt, jedoch immer noch hoch komplizierte und computergesteuerte Einheiten existieren ebenfalls. Ein Beispiel ist die WASHLIGHT(TM), verfügbar von LICHT & SOUND DESIGN(TM). Diese computergesteuerte Einrichtungen ermöglichen einen begrenzten Satz von Effekten, jedoch mit verringerten Kosten.

[0006] Alle diese Einrichtungen erfordern die Berücksichtigung von komplizierten Kompromissen zwischen verschiedenen Faktoren, die den endgültigen Merkmalsatz beeinflussen. Die Lichter müssen klein, ruhig und robust sein, um die Notwendigkeit einer einfachen Aufstellung, eines einfachen Transports und einer einfachen Verwendung zu verwirklichen. Sie müssen relativ kostengünstig sein, um zu ermöglichen, dass viele Lichter in einer Show verwendet werden können.

[0007] Obwohl klein, müssen die Lichter imstande sein, große Lichtmengen auszugeben, um die gewünschte Szene ordnungsgemäß zu beleuchten. Eine typische minimale Lichtleistung beträgt etwa 5000 Lumen. Die Restwärme von einem derartigen Beleuchtungsbetrieb muss wirksam dissipiert werden, um eine Beschädigung des Steuersystems zu vermeiden.

[0008] Die schwierige Arbeitsumgebung erfordert eine sorgfältige Überwachung und Wartung der Bauteile. Der Markt fährt jedoch fort, sogar mehr Merkmale zu verlangen, die zu noch weiterer Komplexität und weiteren Anforderungen an das System führen werden.

[0009] Die Erfinder haben eine Anzahl von Fragen erkannt, die viele dieser Lichter betreffen. Eine erste Frage betrifft die Flexibilität. Vorhergehende Lichter sind in dem Sinne digital gesteuert worden, dass die Steuerung von und über die Hauptkonsole stattfindet, die typischerweise ein Computer ist. Viele Vorgänge verwenden jedoch lediglich eine voreingestellte Anzahl von Effekten. Beispielsweise ist der "Gobo", der die Einrichtung ist, die verwendet wird, um das Licht, das durchgeleitet wird, zu formen, typischerweise eine diskret auswählbare Einrichtung. Einer oder mehrere der Gobos kann zu jeder Zeit verwendet werden; es gab jedoch keinen Weg, um eine andere Gobo-Funktion als die der vorausgewählten Gobo-Formen auszuwählen. Auf ähnliche Weise wurden die Farben häufig von einem Farbrad ausgewählt, das lediglich diskrete Farben ermöglicht.

[0010] Ein weiteres Problem ist die Instandhaltung. Die Lichter werden durch "roadies", d. h. bei der Arbeit ausgebildete Techniker (road trained technicians) transportiert und betrieben, deren Hauptziel darin besteht, die Lichter zu warten. Die bedeutende Frage bei Roadshows ist der ordnungsgemäße Betrieb. Daher führt die häufige Eilbedürftigkeit derartiger Wartung dazu, dass viele dieser Wartungsvorgänge wie auch immer mit mi-

nimaler Dokumentation ausgeführt werden. Dies führt zu unvollständiger Information über die Wartung.

[0011] Außerdem sind die Künstler häufig an neuen Effekten interessiert. Jeder neue Effekt macht das System und die Steuerung zusätzlich komplexer.

[0012] Noch ein weiteres Problem ist, dass die Leuchten zuverlässig arbeiten müssen. Wie oben beschrieben ist, wird jedoch die Verwendung einer digitalen Lichtformänderungseinrichtung mit großen Rechenlasten ausgeführt. Es ist notwendig, einen zuverlässigen Betrieb in einer derartigen Situation aufrechtzuerhalten. Diesen Ziele und vielen anderen widmet sich die Erfindung, wie sie hier beschrieben ist.

[0013] Es gibt verschiedene Controller für die Bühnenbeleuchtung, die in der Technik bekannt sind, wobei ein derartiges Beispiel in der US 5414328 beschrieben ist, bei der eine Steuerkonsole verwendet werden kann, um die Beleuchtungseigenschaften der mit der Konsole verbundenen Lampeneinheiten fernzusteuern. Eine Haupt-CPU in der Konsole kann eine unabhängige Steuerung über eine oder mehrere Lampeneinheiten über serielle Kommunikationscontroller in einer Verteilungseinheit ausüben, die mit der CPU über eine Standard-SCSI-Schnittstelle verbunden ist.

[0014] Ein Beispiel einer Bühnenbeleuchtungsanordnung wird in der US 5467146 beschrieben, die ein Projektionsanzeigesystem mit einer Beleuchtungssteuereinheit umfasst, die eine digitale Spiegeleinrichtung (DMD = digital mirror device) aufweist. Das System umfasst eine Anzahl von optischen Bauteilen, wie beispielsweise erste und zweite Spiegel, einen optischen Verschluss, Prisma-Kollimatoren und Planspiegel, die Licht von einer Lichtquelle auf die DMD zur weiteren Projektion auf einen Schirm ausbreiten. Um Probleme mit der Wärme zu vermeiden, benutzt das System eine Wärmesenke, die einem der Planspiegel zugeordnet ist, um Wärme von dem System zu entfernen oder zu erfassen.

[0015] Alternative Kühlmaßnahmen, um den Aufbau von Wärme in einem Projektionssystem zu verhindern, werden in der WO 96/30805 erläutert, bei der eine Anzahl von einzelnen Ventilatoreinrichtungen in dem Projektor angeordnet sind, um eine umlaufende Luftströmung um die zu kühlenden Komponenten bereitzustellen.

[0016] Die US-A-5045983 offenbart ein gekühltes befehlsgesteuertes Lampenelement mit einem Kommunikationscontroller, einer Lichtquelle, einem digitalen Spiegel und einem Bildprozessor. Das Kühlsystem der US-A-50445983 entfernt Wärme von dem sich ausbreitenden Lichtstrahl mit einem Spiegel, der eine bestimmte Bandbreite des Lichts reflektiert. Das Licht wird danach durch einen wärmeabsorbierenden Kondensator absorbiert.

Zusammenfassung der Erfindung

[0017] Beschrieben werden Verfahren, um eine digitale Steuerung von vielen Aspekten des Lichtstrahls zu ermöglichen. Diese verwenden eine digitalen Spiegeleinrichtung und -konfiguration, wie in unserer gleichzeitig anhängigen U.S. Patentanmeldung Serien-Nr. 08/598 077 beschrieben ist, deren Offenbarung durch Bezug hier mit aufgenommen ist. Die in dieser Anmeldung beschriebenen Verfahren beschreiben nicht nur die Verwendung des digitalen Spiegels, sondern ebenfalls die Verfahren bzw. Techniken, die durch die Erfinder herausgefunden wurden, um seinen Betrieb auf die gewünschte Art und Weise zu ermöglichen.

[0018] Ebenfalls beschrieben wird die Bereitstellung von automatisierten Systemen, um Instandhaltungsinformation zu ermitteln. Diese automatisierten Systeme ermöglichen ein automatisches Protokollieren von Ereignissen, die an der Lampe ausgeführt wurden.

[0019] Das vorliegende System verwendet drei unterschiedliche Farbgebungsverfahren, einschließlich eines kundenspezifischen Farbrads, einer kontinuierlichen Farbüberblendungseinrichtung und eines RGB-Rades, um unterschiedliche Farbgebungsoptionen zu ermöglichen.

[0020] Eine spezielle Elektronik wird beschrieben, die es ermöglicht, dass dieses hochentwickelte System auf eine Weise verwendet werden kann, die die vorhergehenden Systeme emuliert.

[0021] Die Redundanz dieses Systems wird ebenfalls beschrieben. Eine spezielle Architektur wird verwendet, um die Verarbeitung auf eine Art und Weise zu verteilen, die die verfügbare Fähigkeit von Vorgängen maximiert, jedoch immer noch die Möglichkeit eines fehlerhaften Betriebs oder Ausfalls minimiert.

[0022] In Übereinstimmung mit einem Aspekt der Erfindung wird ein fortgeschrittenes Kühlsystem beschrie-

ben, das ermöglicht, dass die komplizierte Elektronik von der Wärmequelle auf eine neue Art und Weise isoliert ist.

[0023] Die Folgenden werden ebenfalls beschrieben:

Ein verbesserter optischer Pfad und das Kühlen der Bauteile in dem optischen Pfad.

[0024] Ein spezielles Linsensystem, das eine bessere Bestimmung der Szene auf der Bühne ermöglicht, die abgebildet wird.

[0025] Ein Ausgleichselement für die sich bewegende Optik, sodass keine sich bewegende Optik den Ausgleich der Leuchte durcheinander bringt.

[0026] Ein entfernt angebrachtes Element für den digitalen Spiegel, sodass der digitalen Spiegel ordnungsgemäß bezogen auf das optische System unabhängig von der Platzierung der Steuerung für den digitalen Spiegel angeordnet werden kann.

[0027] Ein spezieller Techniker-Port, der die Überwachung des Status und die Steuerung einzelner Lampen ermöglicht.

[0028] Spezielle Systeme, die die Steuerung der Farbänderung und der Farbüberblendung ermöglichen.

[0029] Eine modulare Architektur, bei der jede Platine in dem System ihren eigenen Digitalsignalprozessor aufweist.

[0030] Ein spezielles Kalibrierungssystem für die Struktur auf jedem Subsystem, das die Hardware der fest mit dem Subsystem verbundenen Steuerung beibehält, um eine genauere Steuerung zu ermöglichen.

[0031] Die Verwendung von bis zu drei Farbänderungselementen: nämlich eines ersten Farbänderungselements an einer defokussierten Position, eines zweiten Farbänderungselements an einer fokussierten Position und eines RGB-Rades ebenfalls an einer defokussierten Position.

[0032] Die Verwendung von kalten Spiegeln, um den Wärmetransfer zu dem digitalen Spiegel zu minimieren.

[0033] Die Verwendung der digitalen Hardware, um vorhergehende Generationen zu emulieren, was die Emulation eines Hardware-Gobo umfasst.

[0034] In Übereinstimmung mit der Erfindung wird ein spezielles Kühlsystem mit einer Luftbarriere bereitgestellt, die sowohl als eine Wärmebarriere als auch eine Quelle kühler Luft verwendet wird.

[0035] Ebenfalls erläutert werden spezielle Verfahren für die optimierte Verwendung des digitalen Spiegels.

[0036] Ein spezieller Motorsteuerbus und Einzelheiten seiner Architektur. Ein Supervisor, der automatisch eine Registriertatenbank von Teilen, die geändert werden, und bedeutender Systemereignisse, wie beispielsweise Lampenlebensdauer, Übertemperaturen und andere Dinge, unterhält.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0037] Ausführungsformen werden hier ausführlich mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben, in denen zeigen:

[0038] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm des Medusa-Systems;

[0039] [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm des elektronischen Steuer-Subsystems;

[0040] [Fig. 2A](#) ein Blockdiagramm einer zweiten Ausführungsform der Elektronik, das die Verwendung eines getrennten Prozessors und DSP zeigt;

[0041] [Fig. 3](#) ein Blockdiagramm der Systemoptik;

[0042] [Fig. 3A](#) ein Detail des Retroreflektors;

- [0043] [Fig. 3B](#) Details des optischen Systems;
- [0044] [Fig. 4](#) eine Motorsteuerungs-Unterbaugruppe;
- [0045] [Fig. 4A](#) ein Ablaufdiagramm des Betriebs der Motorsteuerungs-Unterbaugruppe;
- [0046] [Fig. 5](#) eine sich bewegende Ausgleichseinrichtung für ein sich bewegendes optisches Element;
- [0047] [Fig. 6](#) eine alternative Ausführungsform für die Ausgleichseinrichtung des sich bewegenden optischen Elements;
- [0048] [Fig. 7](#) ein Blockdiagramm des erfindungsgemäßen verwendeten Controllers;
- [0049] [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) Diagramme des Kühlsystems des vorliegenden Systems;
- [0050] [Fig. 10](#) ein Diagramm der Befehlssteuereinrichtung für den handgehaltenen Infrarot-Tech-Port;
- [0051] [Fig. 10A](#) ein Ablaufdiagramm des Betriebs dieser Einrichtung;
- [0052] [Fig. 11](#) ein Ablaufdiagramm des Betriebs der Master-Verarbeitungseinrichtung;
- [0053] [Fig. 11A](#) ein Ablaufdiagramm des Verwenden des Masters, um einen Hardware-Gobo zu simulieren;
- [0054] [Fig. 12](#) ein Ablaufdiagramm des Betriebs des Supervisors;
- [0055] [Fig. 13–Fig. 15](#) Ablaufdiagramme, die das Timing von Vorgängen auf dem Motorsteuerbus zeigen; und
- [0056] [Fig. 16](#) die entfernt angebrachte Schnittstellenplatine für die DMD.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0057] [Fig. 1](#) zeigt ein Basisblockdiagramm des Systems der Erfindung mit dem Titel das "Medusa". Alle Vorgänge des Systems werden durch eine Konsole **100** gesteuert. Die Konsole **100** kann eine ICON(TM)-Konsole sein, die Befehle für Beleuchtungssysteme erzeugt, wie es in der Technik bekannt ist. Die Konsole **100** erzeugt serielle Beleuchtungssteuerdaten über eine Leitung **102**. Die Daten werden zu der Beleuchtungseinheit **104** sowie auch an weitere, als **106** gezeigte übertragen. Es kann eine beliebige Anzahl derartiger weiterer Beleuchtungskörper **106** geben, wobei es jedoch am wahrscheinlichsten ist, dass die Anzahl derartiger Beleuchtungskörper zwischen 10 und 400 ist. Eine alternative Ausführungsform verwendet ein DMX-basiertes Steuersystem.

[0058] Jeder Beleuchtungskörper **104** umfasst eine eigenständige Verarbeitungseinheit mit elektronischen, optischen, kühlenden und mechanischen Subsystemen, wie es hier beschrieben ist.

[0059] Das optische Subsystem führt die primäre Funktion zum Erzeugen der optischen Lichtleistung in einer gewünschten Form aus. Dies umfasst die Linsen und weitere optische Elemente, um die optische Leistung zu bilden. Das optische Subsystem wird mit Bezug auf [Fig. 3](#) gezeigt und beschrieben.

[0060] Das mechanische Subsystem steuert die Bewegung verschiedener Elemente als Teil des Systems. Dies umfasst beispielsweise Schwenk- und Neigebewegung des Lampenstrahls, Strahlgröße, Farbe und weitere ähnliche Parameter. Das mechanische Subsystem wird durch die in [Fig. 4](#) gezeigten Unterbaugruppen bewirkt. Jede dieser Einheiten umfasst einen Digitalsignalprozessor ("DSP"), einen Motor, und eine Verbindung mit einem angetriebenen Element oder dem angetriebenen Element selber.

[0061] Das in [Fig. 2](#) gezeigte elektronische Subsystem führt die Steuerung der gesamten Lampeneinheit, einschließlich des Empfangs von Befehlen von den Konsolteilen, Überwachung und Fehlerfunktionen, und weiteren elektronisch gesteuerten Elementen aus.

[0062] Das in [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) gezeigte Kühlsystem hält die ordnungsgemäße Temperatur der Einheit und insbesondere der wärmeempfindlichen Teile der Einheit aufrecht.

[0063] Die Lampe **104** umfasst, wie es gezeigt ist, ein optisches System, das aus einer Beleuchtungslampe **110** gebildet wird, die einer optischen Bahn (pathway) **112** Licht liefert. Die optische Bahn **112** umfasst den Lichtstrahl von der Lichtquelle **110**. Licht wird durch eine kalte Spiegelanordnung mit kalten Spiegeln **114** und **118** reflektiert. Ein Farbänderungsmechanismus **116** ist in der Falte zwischen den kalten Spiegeln **114** und **118** angeordnet. Das Licht wird durch den Farbänderungsmechanismus **116** gefärbt und dann zu einem anderen kalten Spiegel **118** geleitet. Das reflektierte Licht wird mit einer Lichtformänderungseinrichtung gekoppelt, die die Form des Lichtstrahls ändert. Diese Einrichtung ist vorzugsweise ein digitaler Spiegel **120** des Typs, der von Texas Instruments verfügbar ist. Der digitale Spiegel wird beispielsweise in dem U.S.-Patent Nr. 5 061 049 beschrieben. Die Verwendung des digitalen Spiegels wird ebenfalls in unserer gleichzeitig anhängigen U.S.-Patentanmeldung Serien-Nr. 08/598,077 beschrieben.

[0064] Zusammenfassend wird der digitale Spiegel aus einem Arrays von Pixeln gebildet, von denen jedes ein Teil des Lichtes darstellt, das selektiv zu dem Ziel geleitet oder in einer anderen Richtung weg reflektiert werden kann. Die Teile des Lichts werden zu unterschiedlichen Bereichen geleitet: einen ersten Bereich **122**, der eine Lichtsenke umfasst, um den unerwünschten Teil des Lichts zu absorbieren, und einen zweiten, gewünschten Bereich **124**, der der Ort für das gewünschte Licht ist. Das gewünschte Licht wird durch eine Fokussieroptik **126** gesammelt und zu dem Ziel **130**, gewöhnlicherweise der Bühne, geleitet.

[0065] Das optische System wird durch die Controller-Struktur **140** gesteuert. Die Controller-Struktur **140** empfängt den seriellen Befehlsstrom von der Konsolenbefehlsleitung **102**. Weitere Befehle können abwechselnd über einen Techniker ("Tech")-Befehlsport **142** eingegeben werden.

[0066] [Fig. 2](#) zeigt ein detaillierteres Diagramm des elektronischen Subsystems. Serielle Daten von der Konsole werden in einer seriellen Dual-Port-Controller-Einrichtung **210** empfangen. Die seriellen Daten werden direkt in den digitalen Master-Signalprozessor ("DSP") **212** eingegeben, der vorzugsweise ein Multimedia-Videoprozessor ("MVP") von Texas Instruments mit der Modellnummer TMS320C80 ist. Der Master-DSP **212** verwendet einen SCC **210**, um einen seriellen Port-Ausgang bereitzustellen, der in das RS-485-Protokoll durch einen Bustreiber **250** umgewandelt wird. Dieser bildet einen Motorsteuerbus **214**, der sämtliche Motorsubsysteme **220** innerhalb der Lampe steuert.

[0067] Der Motorsteuerbus ist vorzugsweise ein RS485-Bus, der jedes der Motorsubsysteme steuert und mit diesen kommuniziert, wie hier mit Bezug auf [Fig. 13–Fig. 15](#) beschrieben ist.

[0068] Jedes der Motorsteuersubsysteme **220**, **222**, **224** und **226** ist eine getrennte Einheit, die sämtliche Hardware umfasst, die notwendig ist, um den ihr zugeordneten Motor und anderen Hardware gemäß angegebener Befehle zu steuern. Das Motorsteuersubsystem umfasst eine fest zugeordnete Steuerstruktur. Beispielsweise umfasst ein Schwenk/Neige-Motorsubsystem die gesamte Steuerstruktur für den Motor und den Motor selber. Diese Kombination ermöglicht einen modularen Betrieb, eine präzise Abstimmung zwischen Bauteilen und eine genauere Kalibrierung.

[0069] Jeder Motorcontroller führt verschiedene Funktionen in der Lampe aus. Ein Farbänderungs-Controller ist eine Motorsteuerstruktur, die Vorgänge ausführt, um die geeigneten Motoren zu bewegen, um die Farbänderungseinrichtung für das Licht zu treiben. Andere Schrittmotoren **222** und **224** werden bereitgestellt, um die Bewegung von bewegbaren Motoreinrichtungen, beispielsweise Schwenk- und Neigemotoren, zu steuern. Das Farbmotorsteuersystem **226** steuert einen Motor, um das Farbänderungselement in den und aus dem Pfad des Lichtstrahls zu bewegen.

[0070] Ein Master-DSP **212** ist primär verantwortlich für die Controller-Vorgänge der Lampe, einschließlich der Steuerung des digitalen Spiegels. Dieser letztere Vorgang erfordert die Berechnung komplexer Vorgänge, um Steuerinformation für den digitalen Spiegel bereitzustellen. Zeitweise lassen diese Berechnungen wenig Zeit für den Master, irgendetwas anderes zu tun.

[0071] Ein separates Supervisor-System **230** ist primär verantwortlich, um den Status der Lampe zu überwachen und Entscheidungen basierend auf diesem Status zu treffen. Der Supervisor **230** ist ebenfalls mit dem Motorsteuerbus verbunden. Der Supervisor **230** ist vorzugsweise ein Mikrocontroller, wie es hier beschrieben ist. Der Mikrocontroller überwacht den Status der Subsysteme einschließlich des Masters. Der Mikrocontroller kann ebenfalls den Motorsteuerbus steuern, wenn es der bestimmte Status offensichtlich macht, das es wünschenswert oder notwendig wird.

[0072] Im Gegensatz zu dem Digitalsignalprozessor **212** ist der Mikrocontroller jedoch eine technisch sehr

einfache Einrichtung, die zum Beobachten des Busses und anderer Einrichtungen und zur Überwachung von Fehler angepasst ist. Der Mikrocontroller führt eine minimale Zahlenverarbeitung aus; seine primäre Funktion besteht darin, vor Fehlern zu schützen und diese zu diagnostizieren. Der Supervisor steuert ebenfalls verschiedene andere Funktionen in dem System.

[0073] Der Supervisor **230** überwacht die Ausgabe der Temperatursensoren **232**, um verschiedene Temperaturen innerhalb des Systems zu überwachen und zu steuern. Der Supervisor **230** ist ebenfalls mit dem Vorschaltgerät **234** verbunden, um den Zustand und Betrieb des Vorschaltgeräts zu überwachen. Schließlich empfängt der Supervisor **230** mögliche Programmparameter von der Flash-Speichereinheit **236**.

[0074] Die Lichtformänderungseinrichtung **120** wird gezeigt, wobei sie eine digitale Spiegel-Schnittstelle **238** aufweist, die mit einer digitalen Spiegeleinrichtung **240** verbunden ist.

[0075] Der Betrieb des digitalen Spiegels wird durch den Master-DSP **212** gesteuert, um eine Lichtform zu bilden, die als eine Mehrzahl von Pixeln beschrieben werden kann. Eine Bibliothek möglicher Formen ist in dem Bildspeicher **245** gespeichert. Diese Formen sind vordefiniert. Andere Formen können durch einen Framgrabber **248** dynamisch erhalten werden. Der Framgrabber **248** empfängt vorzugsweise Information von einer Videoquelle oder einer digitalen Quelle, und wandelt jene Formen in eine Form um, die verwendet werden kann, um die Form des projizierten Lichtstrahls zu ändern.

[0076] Zwei unterschiedlichen Ausführungsformen der Elektronik werden hier beschrieben. Eine erste Ausführungsform verwendet die in [Fig. 2](#) gezeigte Grundstruktur. Die Haupt-CPU- und DSP-Funktion sind gleich – nämlich der Texas Instrument MVP DSP, der programmierbar ist, um viele unterschiedliche gewünschte Funktionen auszuführen. Natürlich könnten anderen Prozessoren für diese Funktion verwendet werden, einschließlich, jedoch nicht begrenzt auf den Motorola 68000, einen Prozessor von der Intel X86 Reihe, oder irgendeine andere programmierbare CPU.

[0077] Ein serieller Dual-Port-Kommunikations-Controller **210** empfängt serielle Daten **102** von der Konsole. Der DSP-Master **212** verwendet ebenfalls einen zugeordneten Arbeits-RAM **213**, der die Daten speichert.

[0078] Der Ausgang des DSP **212** wird durch einen Treiber **250** angetrieben, um den Motorsteuerbus **214** ("MCB") über den seriellen Kommunikations-Controller ("SCC") **210** zu bilden. Der SCC umfasst zwei UARTs; von denen einer von der Konsole ankommende Kommunikation handhabt, und der andere einen seriellen Ausgangsstrom erzeugt. Dieser Ausgangsstrom bildet einen Motorsteuerbus ("MCB"). Ein Bustreiber **250** erzeugt einen RS-485-Ausgang in dem MCB-Protokoll, das mit Bezug auf [Fig. 13](#)–[Fig. 15](#) beschrieben wird.

[0079] Der SCC liefert ebenfalls Information an den DSP **212**, der die Information von der Konsole empfängt, die Information übersetzt und die Information geeignet ausgibt.

[0080] Die serielle Kommunikationseinrichtung **210** kann ebenfalls ein Dual-Port-RAM mit einer Mailbox sein. In diesem Fall wird die Information in den RAM gesetzt und mit einem Flag versehen. Der DSP **212** überwacht neue Daten durch Untersuchen des Flag, um zu bestimmen, ob das Flag gesetzt ist. Wann immer das Flag gesetzt ist, holt der DSP **212** die neue Information von dem RAM zurück und verarbeitet sie ordnungsgemäß.

[0081] Die Mastervorgänge werden in weiterem Detail in dem Ablaufdiagramm von [Fig. 11](#) gezeigt. Das Ablaufdiagramm zeigt Fälle von Vorgängen, die vorzugsweise Interrupt-getrieben sind. Die Fälle könnten jedoch ebenfalls basierend auf einem Schleifenvorgang sequentiell sein oder durch einen Flag-Vorgang getrieben werden.

[0082] Beim anfänglichen Hochfahren bei Schritt **1100** wird der Master bei Schritt **1102** gebootet. Dieser Boot-Vorgang veranlasst, dass das Programm, das durch den Master auszuführen ist, vom Flash-Speicher in den Master-Arbeits-RAM zu transferieren ist. Dieser beginnt eine neue Routine mit Eintrag der aktuellen Zeit t bei Schritt **1103**.

[0083] Ein neues Bild/neuer Vorgang findet mit jedem Intervall der Auffrischrate, vorzugsweise alle 1/60 Sekunden statt. Die Zeit t wird verwendet, um zu bestimmen, wann diese Zeit abgelaufen ist. Der Master prüft das Flag in SCC **210** bei Schritt **1104**, um zu bestimmen, ob ein Befehl von der Konsole gesendet wurde, der eine Kommunikation mit dieser Lampe angibt. Falls so, wird der Befehl bei Schritt **1106** empfangen und untersucht, um sein Inhalt zu bestimmen.

[0084] Viele der Befehle werden Lampenbewegungs-/Farbänderungsbefehle sein, die denjenigen Befehlen ähnlich sind, die beim Stand der Technik ausgeführt werden. Ein Element **1108** ruft diese generisch Bewegungsbefehle ab, die die Nicht-DMD-authorisierenden Befehle abdecken. Diese Befehle werden durch den Master-DSP **212** in Information übersetzt, die Befehle angibt, die an die Slave-Verarbeitungsplatinen **220–226** über den Motorsteuerbus **214** gesendet werden. Diese Befehle umfassen Farbänderung durch eine Überblendungseinrichtung, Farbänderung durch ein dichroitisches Farbrad und Farbänderung durch ein RGB-Rad, Lampenbewegungsbefehle, die geparkt werden können, um sich zu der Position x, y zu bewegen und entweder jetzt oder zur Zeit z beginnen und dort zur Zeit t sind, und andere. Diese Befehle werden übersetzt und auf den Motorsteuerbus **214** platziert, um die zugeordneten Motoren geeignet zu steuern. Diese Befehle sind vollständig, wenn sie gesendet werden – wobei der DSP in der Slave-Motorsteuer-Unterbaugruppe die Funktion verarbeitet.

[0085] Der Schritt **1110** zeigt Befehle zum Steuern der digitalen Spiegeleinrichtung. Diese Befehle umfassen „Gobo-Form“, der den Lichtstrahl gemäß einer vordefinierten Form formt, und „Grab-Shape“, der den Lichtstrahl gemäß einer erfassten Form bildet, die eine Form, die zu der Lampe herunter geladen wird, oder ein von einer Videoquelle erfasstes Bild sein kann. Ein Framegrabber, der in den DSP speist, kann ebenfalls verwendet werden, um eine sich dynamisch ändernde Scheinwerferform zu bilden, die der Form des Darstellers auf der Bühne folgt und folglich einen schattenlosen Verfolgerscheinwerfer bildet.

[0086] Eine weitere DMD-Form ist Iris, die einer Überlagerung von zwei unterschiedlichen Formen entspricht. Der Iriseffekt wird durch Befehlssteuerung des Digitalprozessors simuliert, um eine Irisform über der Grundform zu überlagern, die angezeigt wird.

[0087] Eine weitere DMD-Funktion ist die Überlagerung von zwei beliebigen unterschiedlichen Formen oder Bildern zusammen, um ein resultierendes Bild zu bilden.

[0088] Noch ein weiterer DMD-Effekt ist Dimmen. Dimmung wird entweder durch Abschalten eines bestimmten Prozentsatzes der DMD-Pixel, um ein Dimmer-Bild zu simulieren (z. B., jedes andere Pixel), oder durch Modulieren dieser Pixel gemäß einem Arbeitszyklus (abwechselndes An- und Abschalten derselben), der schneller als die Fähigkeit der Augen ist, diese Bewegung zu sehen, ausgeführt.

[0089] Ein weiterer möglicher DMD-Effekt ist die Simulation einer Verteilung oder eines Profils für ein Strahlenfeld, z. B. eines kosinusförmigen Profils für den Scheinwerfer. Die Erfinder erkannten, dass Scheinwerfer häufig mit anderen Scheinwerfern an ihren Rändern überlappen. Der Bereich des Überlappens kann einen hellen Spot an diesen Rändern verursachen. Die DMD wird verwendet, um einen Scheinwerfer mit Randabschnitten zu bilden, die Intensitäten aufweisen, die niedriger als die Intensität in der Mitte des Strahls sind. Die Rate des Intensitätsabfalls ist vorzugsweise eine Kosinusfunktion. Auf diese Weise erscheint, wenn die beiden Randabschnitte von zwei Scheinwerfern übereinander angeordnet werden, die Überlappung nicht übermäßig hell. Derartige veränderliche Profile werden jedoch nicht in allen Situationen gewünscht. Ein veränderliches Helligkeitsprofil wird in Situationen gewünscht, bei denen sich mehrere Strahlen an ihren Rändern überlappen. Andere Effekte, wie beispielsweise Beleuchten eines Gobos, werden jedoch besser mit flachen Intensitätsprofilen beleuchtet.

[0090] Der DMD kann elektronisch adressiert werden, um ein elektronisches Ändern zwischen diesen Intensitätsprofilen, wenn auch auf Kosten von Helligkeitsverlust, zu ermöglichen.

[0091] Andere DMD-Befehle werden in unserer gleichzeitig anhängigen U.S. Patentanmeldung Nr. 08/598 077 beschrieben. Diese Effekte umfassen, sind jedoch nicht begrenzt auf, Strobe, Flower-Strobe und andere.

[0092] Der Gobo-Effekt kann einen sich drehenden Gobo simulieren. Dies erfordert, dass der DSP mit dem Bild bei Punkt x beginnt und das Bild sich in einer festgelegten Richtung mit einer festgelegten Geschwindigkeit dreht. Der DSP arbeitet bei jeder Periode der Auffrischrate des Bildes, z. B. alle $1/60$ einer Sekunde, um die neue gedrehte Form zu berechnen. Diese Form wird verwendet, um das Reflexionsvermögen des Pixels des digitalen Spiegels zu verändern.

[0093] In jedem dieser Fälle wird der DSP angewiesen, ein Bild zu bilden. Im Fall eines sich bewegenden Bildes wird das nächste Bild während des nächsten Berechnungszyklus, z. B. $1/60$ Sekunden später, gebildet. Abhängig von der Drehgeschwindigkeit des Gobos kann das Bild eine inkrementelle geänderte Position oder überhaupt keine geänderte Position aufweisen.

[0094] Bei Schritt **1112** arbeitet der DSP, um die angewandten Befehle auszuführen.

[0095] Falls es keine Eingabe von der Konsole bei **1104** gegeben hat, prüft der Signalprozessor bei Schritt **1120**, um zu bestimmen, ob ein zuvor verarbeiteter Befehl noch in Verarbeitung ist. Falls so, wird der nächste Verarbeitungsvorgang, z. B. die nächste Bildberechnung, bei Schritt **1122** ausgeführt.

[0096] Der Master weist daher der Berechnung von Funktionen der Beleuchtung und von Effekten oberste Priorität zu. Nachdem alle diese Funktionen ausgeführt wurden, werden die Systembetriebsbefehle bei Schritt **1130** erfasst. Bei Schritt **1132** prüft der DSP, um zu bestimmen, ob er Anfragen von dem Supervisor aufweist, und falls so, wertet er diese Anfrage aus. Die Anfrage von dem Supervisor kann von vollständigem Abschalten bis zur Anfrage an den Master-Controller reichen, um die Steuerung eines der Subsysteme aufzugeben.

[0097] Bei Schritt **1140** führt der Master die diversen Funktionen aus, die umfassen können: Antworten auf Anfragen nach Status, Prüfen des Status verschiedener Systemfunktionen, eine Selbstprüfung und dergleichen.

[0098] Bei Schritt **1142** wartet der Prozessor auf sein nächstes $1/60$ Intervall einer Sekunde = $t + 1/60$ s, wobei zu dieser Zeit das nächste Bild verarbeitet werden muss.

[0099] Jedes Bild wird, sobald es berechnet ist, in einen Framepuffer **213** angeordnet, der beispielsweise ein Dual-Port-Videospeicher ist. Die Anordnung eines neuen Bildes in den Speicher **213** veranlasst, dass das vorhergehende Bild zu dem digitalen Spiegel **240** über seine Schnittstelle **238** gesendet wird. Diese Hardware bewirkt einen doppelten Pufferbetrieb, der den DSP wirksam ermöglicht, die Berechnung des nächsten Bildes in der Sequenz fortzusetzen, während das vorhergehende Bild angezeigt wird.

[0100] Es sei erneut bemerkt, dass sich der Master-Prozessor primär mit der Berechnung der ordnungsgemäßen Parameter befasst, um zu ermöglichen, dass der Beleuchtungseffekt ordnungsgemäß ausgeführt wird. Der Master-Prozessor befasst sich lediglich sekundär mit dem Systemstatus.

[0101] Es kann zwei getrennte Prozessoren geben, die das System betreiben, nämlich den Master-Prozessor und den DSP. Die bevorzugte Ausführungsform verwendet den MVP, der die Funktionen sowohl der Verarbeitung als auch der Digitalsignalverarbeitung ausführt.

[0102] Eine zweite Ausführungsform verwendet getrennte Prozessor und MVP, wie es in [Fig. 2A](#) gezeigt ist. In diesem Fall ist der Master-Prozessor eine 68000 CPU **250**. Die CPU **250** hält den DSP **212** im Rücksetzmodus, bis die Ausgangsleistung stabilisiert ist. Nachdem sich die Leistung stabilisiert hat, stellt die CPU **250** eine Boot-Sequenz für den DSP **212** bereit. Dies wird gewöhnlicherweise durch ein sich von dem Speicher **252** zu dem Dual-Port-RAM **254** bewegendes Boot-Programm, dem Setzen eines Flag, und dann Freigeben der DSP **212** von dem Zurücksetzen aufweist. Der DSP **212** bootet von dem Dual-Port-RAM **254** und lädt diese Information in seinen eigenen Speicher. Der DSP **212** arbeitet dann basierend auf den angewendeten Anweisungen.

[0103] Wie es oben beschrieben ist, ist ein bedeutender Teil dieses Systems seine Fähigkeit, vorhergehende Lampengeneration zu emulieren. Vorhergehende Systeme erzeugten neue Generationen von Lampen, die die Beleuchtungsentwickler zwingen, eine Wahl zwischen der alten Lampengeneration mit ihrem nun begrenzten Merkmalsatz oder dem neuen Merkmalsatz zu treffen; wobei möglicherweise eine Neuprogrammierung jedes Effekts in der gesamten Show erforderlich war. Die letztere kann eine gewaltige Aufgabe bilden.

[0104] Ein bedeutendes Merkmal des neuen Systems der Erfindung ist seine Fähigkeit, vorhergehende Lampengenerationen zu emulieren. Dieses ermöglicht, dass die vorhergehenden Programme verwendet und möglicherweise modifiziert werden, um verbesserte Merkmale hinzuzufügen. Die Subsysteme, die für die Emulation zugänglich sind, umfassen mindestens die Farbauswahl, Gobo, Iris, Fokus und Bewegung.

[0105] Die digitale Spiegeleinrichtung **240** bildet den Ausgangslichtstrahl. Daher ermöglicht die ordnungsgemäße Steuerung des digitalen Spiegels eine Steuerung, um eine beträchtliche Anzahl von unterschiedlichen Formen zu bilden.

[0106] Die Emulation der vorhergehenden Generation von Hardware-Gobo-Systemen erfordert die Bestimmung und Verwendung der Formen der Hardware-Gobos, wie im Ablaufdiagramm von [Fig. 11A](#) gezeigt ist. Die Erfindung formulierte dies als ein Problem, wie ein relativ einfaches graphisches Bild zu projizieren ist. Je-

der Gobo in dem vorhergehenden Gobosatz wird durch ein Bild bei Schritt **1142** dargestellt. Jedes Bild wird in eine graphische Darstellung, z. B. eine Bitmap des Pixelbereichs, bei **1144** übersetzt. Diese graphische Darstellung wird verwendet, um den digitalen Spiegel bei Schritt **1146** mittels Befehle zu steuern. Daher wird jeder Gobo in dem Gobosatz in der vorhergehenden Generation in einen digitalen Spiegelbefehlsatz übersetzt, der das Hardware-Gobo emuliert.

[0107] Die tatsächliche Ausgabe an die digitale Spiegeleinrichtung ist in einem proprietären Format, das durch Texas Instruments, dem Hersteller der digitalen Spiegeleinrichtung, spezifiziert wird. Die Schnittstellenplatine von Texas Instruments akzeptiert eine Sequenz von binären Werten, die jeweils einer Intensität des Pixels auf der DMD entsprechen. Die Schnittstellenplatine wandelt diese Sequenz in ihr proprietäres Format um.

[0108] Die Erfinder erkannten, dass die Informationsspeicherung bei diesem DMD-System eine ernste Frage ist. Für ein Bild mit 1280 mal 1024 Pixeln, wird das Bild selber aus 140.000_{HEX} gebildet, was ungefähr gleich 1.310.720 Pixel ist. Ein 1024-Pixel-Kreis wird durch 823.550 Pixel gebildet. Das durchschnittliche Bild verwendet folglich irgendwo zwischen 800.000 und 1,3 Millionen Pixel. Die Speicherung derartiger graphischer Bilder beansprucht eine große Menge an Speicherplatz. Die Dateien werden vorzugsweise in einer komprimierten Form; bevorzugterweise als eine Vektordarstellung der Datei gespeichert. Die bevorzugten Speicherformate umfassen HPGL- und DXF-Formate. Jedes Format, das eine Form durch ein Format darstellt, das bezogen auf ein Bitmap komprimiert ist, wird jedoch bevorzugt.

[0109] Die Projektion eines gespeicherten Gobo wird durch Auslesen der Vektordarstellung, Umwandeln der Vektordarstellung in eine Pixel-basierte Ausgabe, wie beispielsweise ein Bitmap (Schritt **1144**), und Befehlssteuern des digitalen Spiegels mit der Bitmap-Datei bewerkstelligt (Schritt **1146**).

[0110] Das Emulationsverfahren wandelt daher diese Information in eine Emulation eines Hardware-Gobo um. Dieser Hardware-Gobo kann genau das sein, was bei den vorhergehenden Lampengenerationen, wie beispielsweise dem ICON(TM), gefunden wurde. Die Verwendung des mit den digitalen Spiegelbefehlen synchronisierten RGB-Rads ermöglicht ebenfalls, dass die Gobos in jeder gewünschten Kombination von mehreren Farben projiziert werden. Die Verwendung des RGB-Rads erfordert jedoch ein Aufteilen des Systems in mehrere Frameabschnitte.

[0111] Eine weitere Frage bei der DMD wird durch das Fehlen von Nachleuchten verursacht. Da die DMD kein Nachleuchten aufweist, können Bilder nicht durch Aufbauen von zwei Sätzen von alternierenden Linien des Bildes gebildet werden, wie es häufig bei der Videoprojektion getan wird. Demgemäß zeigt das System jedes Mal jeweils ein vollständiges Bild an. Ein doppeltes Puffern wird verwendet. Ein Bild wird, wie es erzeugt wurde, in dem VRAM gespeichert, wobei das nächste Bild berechnet wird.

[0112] Jedes dieser Bilder verwendet größenordnungsmäßig eine Million Pixel für jedes Bild. Folglich müssen eine Million Pixel für jeden Bildvorgang berechnet werden.

[0113] Die Manipulation des Bildes ist auf ähnliche Weise komplex. Das ICON(TM)-System verwendet einen Hardware-Gobo, der durch Motor und Antriebssystem gedreht werden kann. Dieser einfache Betrieb wird bei dem Medusa durch Berechnen jeder gedrehten Position in [Fig. 11](#) für jedes Intervall der Auffrischrate bei Schritt **1142** simuliert. Die Berechnung einer Million Pixel in 1/60 einer Sekunde erfordert jedoch beispielsweise, dass eine Matrixmultiplikation in 20 ns ausgeführt wird.

[0114] Der TI MVP weist die Fähigkeit auf, jene Berechnungen in dieser Zeit durchzuführen. Dies lässt jedoch lediglich eine minimale Zeit für die Überwachung des Rests des Systems übrig. Dieses System verwendet eine Supervisoreinheit für den redundanten Überwachungsbetrieb, sodass das System ordnungsgemäß überwacht wird, egal wie groß die Berechnungslast ist.

[0115] Im Gegensatz zu dem Master-DSP **212**, ist der Supervisor **230** primär eine Systemstatusbestimmungseinheit. Der Supervisor **230** führt eine Anzahl von Funktionen aus, einschließlich einem primären Erfassen, ob das System mit dem Master-DSP **212** ordnungsgemäß arbeitet. Der Supervisor **230** führt ebenfalls eine Anzahl von sekundären Funktionen aus, einschließlich einem Protokollieren einer Registrierdatenbank von Ereignissen und Fehlern, Zünden und Auslösen der Glühlampe, Steuerung der Ventilatorgeschwindigkeit und Antworten auf Benutzeranfragen nach dem Status aus.

[0116] Ein Blockdiagramm der Supervisoreinheit **230** wird in [Fig. 7](#) gefunden.

[0117] Ein erster Stecker oder Verbinder **710** umfasst verschiedene Systemüberwachungseingänge. Der Verbinder **710** empfängt Eingaben von vielen Sensoren, die die Parameterwerte in dem System abfühlen. Dies umfasst die Temperatur bei der Hauptglühlampe, die die Hauptbeleuchtungsquelle für dieses System bildet, und die Temperatur bei der digitalen Spiegeleinrichtung. Die Leistungsversorgung kann durch einen Leistungsversorgungssensor, z. B. vom I²C-Typs, getrennt abgefühlt werden. Diese und anderen Eingaben werden in einen Strom durch eine Kommunikationseinrichtung **712** multiplext. Die Information bildet einen Strom **714**, der mit dem Mikrocontroller **716** gekoppelt ist. Der Mikrocontroller **716** ist vorzugsweise ein ATMEL AT89S8252.

[0118] Die Eingaben in den Controller **716** stellen viele Parameter dar, die durch das System überwacht werden können.

[0119] Der Sensorblock **710** umfasst jene Sensoren, die als die Fertigungssensoren bekannt sind. Diese Einrichtungen werden in allen Einheiten verwendet, die hergestellt werden. Ein zweiter Satz von Eingängen **720** wird die Entwicklungssensoren genannt. Diese Sensoren werden während der Entwicklung überwacht, wobei sie jedoch bei der tatsächlich hergestellten Einrichtung nicht verwendet werden können. Die Entwicklungssensoren umfassen eine Anzahl von Prüftemperaturen an verschiedenen Plätzen innerhalb der Einheit, die Leistungsversorgungstemperatur, Vorschaltgerätemperatur, Gehäusetemperatur und Temperatur an Motoren umfassen. Die Entwicklungssensorausgabe **722** wird multiplext und an den Mikrocontroller gesendet **716**.

[0120] Der Vorschaltgerät-Überwachungsabschnitt **730** ist direkt mit dem Vorschaltgerät **732** verbunden, das die Lampe **734** treibt. Das Vorschaltgerät ist vorzugsweise ein elektronisches schaltendes Vorschaltgerät vom Festkörpertyp. Es ist ersichtlich, dass die in [Fig. 7](#) gezeigten Parameter lediglich beispielhaft sind. Ausgänge zu dem Vorschaltgerät umfassen Zündungs- bzw. Leistungssteuerung, die die Lampe starten und die Leistung der Lampe steuern. Das Vorschaltgerät umfasst ebenfalls Parameterrückgaben mit einem Parameter, der angibt, dass die Lampe eingeschaltet ist, und einem Lampenwarnsignal, das ein Problem oder einen Kurzschluss in der Lampe oder eine Lampenverschlechterung aufgrund des Alters angibt.

[0121] Der Mikrocontroller **716** kommuniziert ebenfalls mit dem Tech-Port **740**. Der Tech-Port ermöglicht eine Low-Level-Kommunikation mit der Lampeneinrichtung. Serielle Information wird von dem Tech-Port durch einen UART empfangen und dem Mikrocontroller **716** über den parallelen Datenbus **744** vorgelegt.

[0122] Der Haupt-IO-Verbinder **750** stellt den Haupteingang und -ausgang bei der Einrichtung bereit. Ein Rücksetzsystem ermöglicht das Senden eines harten Rücksetzens (hard reset) an jede der Slave-Verarbeitungs-Subeinheiten in dem System. Dieser Vorgang ermöglicht dem Mikrocontroller, die Unterbaugruppe vollständig zurückzusetzen, falls Probleme bestimmt werden.

[0123] Das Zurücksetzen wird ohne eine fest zugeordnete Rücksetzleitung durch einen Wartezeit-Vorgang auf dem seriellen Bus ausgeführt. Die serielle Leitung ist normalerweise High, z. B. 5 V, um einen Ruhezustand anzuzeigen. Eine Kommunikation wird gesendet, indem die Ausgabe abwechselnd in Low und High gebracht wird. Gemäß diesem System wird eine Wartezeit verursacht, falls das Ausgangssignal für eine zu lange Zeit Low ist. Beispielsweise kann t_{max}, was die längste Zeit angibt, in der das Signal ohne Übergang in einem Zustand bleiben kann, typischerweise 3 Byte-Zeiten, z. B. 100 µs sein. Falls das Signal länger als 3 Byte-Zeiten Low bleibt, wird sämtliche Hardware-Überwachung der Kommunikation zurückgesetzt. Die Slave-Verarbeitungssysteme werden daher durch Halten des Signals auf Low für länger als 3 Byte-Zeiten zurückgesetzt.

[0124] Eingänge und Ausgänge werden ebenfalls für verschiedene Steuermerkmale, einschließlich Schwenken und Neigen, Zoomen, Fokussieren, Farbverarbeitung und die Bildverarbeitung bereitgestellt.

[0125] Der Eingangsbereich **760** ist ein Programmier-Port, der das Programmieren des Flash-Speichers innerhalb des Mikrocontrollers **716** bei der Herstellung oder während Software-Aktualisierungen ermöglicht.

[0126] Die Watchdog-Supervisoreinheit empfängt einen Arbeitstakt von 8 MHz für einen 250-Kilobaud-Bus; Element **770**. Eine Echtzeituhr **772** wird ebenfalls bereitgestellt. Der Betrieb des Supervisors unterhält eine Registrierdatenbank von verschiedenen Ereignissen im Arbeitsspeicher **774**.

[0127] Beispielsweise verfolgt der Supervisor die Glühlampenlebensdauer durch Speichern einer Angabe eines Glühlampenwechsels zusammen mit dem aktuellen Zeitstempel, jedes Mal, wenn eine Glühlampe in Dienst gestellt wird. Zeitstempel für andere Ereignisse werden ebenfalls gespeichert. Der Supervisor verfolgt ebenfalls bestimmte Ereignissen, einschließlich der Entfernung bestimmter Subsysteme. Es wird vorausgesetzt, dass diese Subsysteme gewartet werden, wenn sie entfernt sind.

[0128] Bestimmte Änderungen, die nicht automatisch erfasst werden können, wie beispielsweise die Zeit seit dem Glühlampenwechsel, werden manuell in die Registrierdatenbank durch den Tech-Port eingetragen. Diese Information kann über den Programmier-Port **760** oder über den Tech-Port **740** erhalten werden. Dies ermöglicht eine Bestimmung der Lebensdauer verschiedener Elemente.

[0129] Die Information in der Registrierdatenbank kann durch eine serielle Einrichtung über den Tech-Port gelesen werden. Eine alternative Ausführungsform ermöglicht, dass die Information angewiesen wird, um durch die Lampe selbst angezeigt zu werden. Ein Lampenanzeigebefehl veranlasst, dass die Nachrichten in Schriften umgewandelt und verwendet werden, um die DMD zu steuern, um den Text als eine geformte Lichtausgabe anzuzeigen. Dies ermöglicht das Erfassen des Inhalts der Registrierdatenbank ohne ein fest zugeordnetes Anzeigeterminal mit der existierenden digitalen Lichtänderungseinrichtung als einen Anzeigemechanismus.

[0130] [Fig. 12](#) zeigt ein Ablaufdiagramm des Betriebs des sekundären Supervisors. Es ist ersichtlich, dass die Prozesse vorzugsweise Interrupt-getriebenen sind.

[0131] Der Supervisor beginnt seine Überwachungsschleife bei Schritt **1200** durch Vergleichen der Sensorausgänge mit Schwellwerten. Die verschiedenen Sensoren, die überwacht werden, werden oben beschrieben, und die Schwellwerte können adaptiv eingestellt sein.

[0132] Der Schritt **1202** bestimmt, ob Sensorausgänge außerhalb vordefinierter Grenzen sind. Diese Erfassung startet eine Außerhalb-der-Grenze-Verarbeitungsroutine, wobei deren erster Schritt **1204** einen Eintrag in die Registrierdatenbank eingibt, der den Fehler angibt. Der Registrierdatenbankeintrag umfasst eine Angabe eines Datums und eine Zeit von dem Datumstempel, sowie auch eine Angabe des Problems selber. Die Registrierdatenbank wird vorzugsweise in einem nichtflüchtigen ("NV") RAM unterhalten, sodass der Registrierdatenbankeintrag sogar beständig ist, wenn die Leistung abgeschaltet ist.

[0133] Der Schritt **1206** bestimmt, ob die vorliegende Obergrenze kritisch ist. Eine kritische Obergrenze kann eine Temperatur sein, die beispielsweise ausreichend hoch ist, sodass sie ein Brandrisiko darstellt oder anderweitig ein Abschalten des Subsystems erfordert. Falls das vorliegende Problem über einer kritischen Grenze bei Schritt **1206** ist, stellt der Schritt **1208** einen Schritt dar, um Anweisungen für das besondere Subsystem zu erhalten, das überwacht wird. Wenn das System beispielsweise eine Temperatur von 450°C an dem Vorschaltgerät überwacht und dies über einer kritischen Grenze ist, ist der Schritt **1208** ein Schritt des Herunterladens, wie Vorschaltgerätübertemperaturen zu handhaben sind. Da das Vorschaltgerät ein derartiger kritischer Teil der Lampe ist, kann es sehr gut sein, dass dies ein Abschalten der gesamten Lampe erfordert. Alternativ können einige Subsysteme das Abschalten von lediglich diesem Subsystem erlauben, während der Rest der Lampe belassen wird. Der Schritt **1210** stellt das Befolgen der Anweisungen dar, die bei Schritt **1208** heruntergeladen wurden.

[0134] In einigen Fällen kann es wünschenswert sein, ein Statusbit an die Konsole weiterzugeben, das angibt, dass diese kritische Grenze überschritten wurde, wie es bei Schritt **1212** gezeigt ist.

[0135] Der Verarbeitungsvorgang von Schritten **1208/1210** findet statt, wenn erfasst wird, dass der Parameter eine kritische Grenze überschreitet. Falls der Schritt **1206** bestimmt, dass der Vorgang nicht über einer kritischen Grenze ist, dann ist der Fehler eine nicht kritischen Grenze durch Ausschlussverarbeitung. Der Schritt **1214** stellt den Vorgang des Lesens der Anweisungen dar, die für eine nicht kritische Grenze angepasst sind.

[0136] Sämtliche nicht kritische Grenzen werden in die Registrierdatenbank bei **1204** eingegeben. Bestimmte nicht kritische Grenzen können beispielsweise zu Modifikationen des Betriebs führen, was dazu tendieren kann, dem System zu erlauben, wirksamer zu arbeiten. Falls die Grenze beispielsweise eine Übertemperatur in dem Vorschaltgerät ist, dann kann der Vorgang eine Anweisung für eine nicht kritische Grenze, wie beispielsweise ein Verringern der Vorschaltgeräteleistung um 20% oder ein Erhöhen der Kühlmenge, ausführen.

[0137] Bei Abschluss einer dieser Routinen geht die Steuerung zu Schritt **1220** weiter, der die Watchdog-Routine darstellt. Die Watchdog-Routine arbeitet als ein herkömmlicher Watchdog. Typischerweise ist eine spezielle Leitung an dem Prozessor angebracht. Das Prozessorprogramm umfasst eine Routine, um diese Leitung periodisch beispielsweise alle 10 µs hin- und herzuschalten. Falls es kein Hin- und Herschalten innerhalb der voreingestellten Zeit gibt, dann wird ein Watchdog-Fehler bei Schritt **1220** bestimmt. Eine herkömmliche Watchdog-Verarbeitungsroutine wird bei Schritt **1222** ausgeführt. Diese umfasst das Eingeben eines Prozessorfehlers in die Registrierdatenbank, und dann das Senden eines harten Zurücksetzens (hard reset) an den Master-Prozessor. Falls ein anderer Prozessorfehler innerhalb einer bestimmten Zeit auftritt, kann das System

durch Senden eines anderen Zurücksetzens an den Prozessor oder durch Abschalten reagieren. Der Schritt **1230** stellt die Erfassung einer Kommunikation auf dem Motorsteuerbus dar. Diese Kommunikation wird bei Schritt **1232** überwacht. Jede notwendige Maßnahme wird bei Schritt **1234** bestimmt und bei Schritt **1236** ausgeführt. Falls keine Maßnahme erforderlich ist, kehrt die Steuerung zu der Hauptverarbeitungsschleife zurück.

[0138] Der Schritt **1240** stellt die Registrierdatenbank-Aktualisierungsroutine dar. Die aktuelle Registrierdatenbank-Konfiguration wird mit der Registrierdatenbank von Konfigurationsdaten verglichen, die in dem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sind. Der Schritt **1242** bestimmt, ob es Änderungen an dieser Konfiguration gegeben hat. Falls ja, wird Information in die Registrierdatenbank geschrieben, die Datum und Zeit der bei Schritt **1244** erfassten Änderung und die Art der Änderung umfasst. Die Verarbeitung kehrt zu der Schleife bei Schritt **1250**, der die Tech-Port-Kommunikationsroutine darstellt, zurück.

[0139] Der Schritt **1250** gibt an, dass eine Kommunikation an dem Tech-Port erfasst wurde. Diese Kommunikation kann ein Befehl des Supervisors sein, eine von mehreren Funktionen auszuführen. Der Schritt **1252** stellt schematisch das Ausführen dieser Funktionen dar.

[0140] Der Schritt **1260** stellt das Senden des Status an den Tech-Port dar. Ein neuer Parameter wird zu dem Tech-Port alle 15 Sekunden gesendet, um eine Überwachung der Parameter zu ermöglichen.

[0141] Der Schritt **1262** stellt die DMD-Anzeigeroutine dar. Wenn sie aktiviert ist, zeigt diese den Inhalt der Registrierdatenbank und den letzten Parameter auf der DMD an, sodass projiziertes Licht in der Form der anzuzeigenden Information oder dazu komplementär projiziert wird.

[0142] Die gesamte Systemsteuerung eines Beleuchtungssystems wurde typischerweise von der Konsole bewerkstelligt. Die Konsole koppelt Befehle mit jeder der befehls gesteuerten Lampen. Ein alternatives Kommunikations- und Steuerschema wird durch die Verwendung des Tech-Ports **231** an dem Supervisor möglich gemacht. Der Tech-Port ist ein serieller I/O-Port, der einen Betrieb ermöglicht, wie hier erläutert ist. Zusammenfassend ermöglicht der Tech-Port die Überwachung und Steuerung einer einzelnen Lampe über eine vereinfachte Schnittstelle. Als Teil dieser Überwachung und Steuerung sendet der Supervisor einen Statusbericht an den Tech-Port bei Schritt **1260**.

[0143] Der Supervisor hat ebenfalls die gesamte Steuerung über den Betrieb. Falls der Temperatursensor beispielsweise bestimmt, dass die Lampe zu heiß ist (overtemp), kann der Lampenbetrieb selbst verringert oder diese gelöscht werden. Der Supervisor kann folglich durch Abschalten oder Verringern der Leistung des Vorschaltgeräts **234** antworten.

[0144] Die Tech-Port-Kommunikationseinrichtung ist vorzugsweise ein drahtloses Kommunikationssystem. Eine bevorzugte Einrichtung ist eine serielle Einrichtung **1000**, z. B., eine Einrichtung mit einer kleinen Anzeige **1002**, und ein Infrarot-Kommunikationsport **1004**. Diese Konfiguration ermöglicht dem Techniker oder anderem Überwachungspersonal, sich von Bereich zu Bereich mit einem handgehaltenen Terminal zu bewegen. Wenn der Techniker in die Nähe einer bestimmten Leuchte kommt, kann der Techniker diese bestimmte Leuchte überwachen und steuern.

[0145] Der Supervisor kann selbst durch den Tech-Port **231** gesteuert werden. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform stellt einen Infrarot-Transceiver an dem Tech-Port bereit, der durch den Supervisor **102** des handgehaltenen Infrarot-Tech-Ports befehls gesteuert wird. Vorzugsweise verwendet dieser fertige Hardware, um eine Kommunikation zwischen dem Tech-Port und seiner Tech-Port-Controller-Einrichtung zu ermöglichen.

[0146] Eine Verwendung des Tech-Ports besteht darin, das Herunterladen von diagnostischer Information und Hilfeinformation zur Fehlerbehebung zu ermöglichen. Der Supervisor speichert, und ermöglicht das Herunterladen über den Tech-Port, einer Anzahl von Informationsstücken, die bei der Diagnose nützlich sein können. Ein bedeutender Vorgang ist die Historie der Registrierdatenbank; die Information über unterschiedliche Teile der Lampe umfasst. Beispielsweise überwacht der Supervisor den Farbänderungseinrichtungs-Status. Wenn eine Farbänderungseinrichtung entfernt wird, kann der Supervisor über das Ablaufdiagramm von [Fig. 12](#) bestimmen, dass die Glühlampe entfernt wurde. Der Supervisor speichert einen Zeitstempel, der angibt, dass die Glühlampe entfernt wurde. Dieser gibt die Lebensdauer an: wie lange diese Einrichtung im Dienst gewesen ist. Die Überwachungsentität kann bestimmen, wie wahrscheinlich es ist, dass die Einrichtung ausgetauscht werden muss. Eine andere Verwendung für den Tech-Port ist tatsächlich während der Wartung. Wie oben beschrieben ist, nimmt bei diesem Vorgang der Supervisor an, dass, falls eine Einrichtung entfernt wird, sie zum Austausch entfernt wurde. Es kann jedoch Zeiten geben, wenn ein Wartungstechniker die Einrichtung

aus einem anderen Grund entfernt. Zu diesen Zeiten kann der Wartungstechniker den Tech-Port verwenden, um dem Supervisor mitzuteilen, den vorhergehenden Zeitstempel nicht zurückzusetzen: im Wesentlichen, um diesen Zeitstempel beizubehalten, wie er zuvor war.

[0147] Ein weiterer Vorgang ist die Bestimmung, wann ein bestimmtes Element gewartet wurde, einschließlich beispielsweise des Vorschaltgeräts und der Farbfilter. Instandhaltung der Farbfilter oder des Vorschaltgeräts setzt einen Zeitstempel in dem Supervisor zurück, der angibt, dass diese Elemente zu dieser Zeit entfernt wurden.

[0148] Verschiedene Stellen in der Lampe werden durch Temperatur-Controller überwacht, wie es oben beschrieben ist. Diese Stellen in der Lampe können durch den Infrarot-Tech-Port oder durch direkte Verbindung mit einem Drucker überwacht werden.

[0149] Eine weitere, durch den Supervisor durchgeführte Bestimmung ist, wenn eine Unterbaugruppe/Subsystem Karte zuletzt ausgetauscht wurde. Der Supervisor unterhält eine Registrierdatenbank jeder Karte, die in der Einrichtung vorhanden ist, wobei, wenn eine neue Karte eine alte Karte ersetzt, sich die Seriennummer ändert. Der Supervisor kann folglich eine Änderung der Serien-Nummer erfassen, um zu bestimmen, dass eine Karte ausgetauscht wurde.

[0150] Dies löst ein bestimmtes Problem in der Technik. Road-Techniker arbeiten typischerweise unter anstrengenden und schwierigen Umständen. Die Erfinder haben herausgefunden, dass, wenn Road-Techniker bestimmte Vorgänge ausführen, es für sie schwierig wird, Sachen aufzuschreiben. Dies wird ein Weg, um relativ einfach viele der Dinge herauszufinden, die sie getan haben, da der Supervisor automatisch eine Angabe davon unterhält, was getan wurde.

[0151] Der handgehaltene Infrarot-rech-Port kann relativ einfache Software, wie beispielsweise "hyperterminal", mit einem infrarot Port verwenden. Alternativ kann der Tech-Port relativ kompliziertere Software verwenden, wie zuvor erläutert wurde, die lediglich bestimmte Nachrichten empfängt, die die Terminaleinrichtung decodieren muss. Vorzugsweise ist das Terminal jedoch ein dummes Terminal, das überhaupt keine Software verwendet.

[0152] Jede spezifische Unterbaugruppe weist eine zugewiesene Seriennummer zwischen Null und 2^{32} auf. Jede Seriennummer ist für eine spezifische Karte eindeutig.

[0153] Die Unterbaugruppen weisen ebenfalls eine Adresse auf. Die Adresse wird durch den spezifischen Einbauplatz eingestellt, in den die Baugruppe platziert wird. Die Adresse ist eine fest verdrahtete 8-Bit-Zahl, die eine Kommunikation über den Motorsteuerbus mit irgendeiner Einrichtung ermöglicht, die in den spezifizierten Einbauplatz eingesteckt ist.

[0154] Ein Diagramm der Tech-Port-Kommunikationseinrichtung wird in [Fig. 10](#) gezeigt. Der Betrieb des Tech-Ports wird mit Bezug auf das Ablaufdiagramm von [Fig. 10A](#) beschrieben. Bei Schritt **1050** bestimmt die Einrichtung, ob sie im Bereich eines bestimmten Lichtes ist. Wenn die Einrichtung in den Bereich kommt, empfängt sie die Statusinformation, die die bedeutenden Ereignisse darstellt, die sich seit der letzten Status-Aktualisierung ereignet haben. Die Tech-Port-Einrichtung ist vorzugsweise ein „dummes“ Terminal, wobei jedoch die Einrichtung alternativ ein Palmtop oder dergleichen sein kann. Diese Statusinformation kann in einer komprimierten Form sein, falls ein intelligenteres System verwendet wird. Beispielsweise könnten Fehlerzahlen kommuniziert und in Textinformation umgewandelt werden, die die Textinformation angibt.

[0155] Der Schritt **1054** stellt Befehle dar, die von dem handgehaltenen Tech-Port zu der Tech-Port-Einrichtung gesendet werden. Die bei Schritt **1054** gezeigten Befehle umfassen Registrierdatenbank-Fehler und Übernahmebefehl. Andere Befehle könnten natürlich alternativ eingegeben werden. Bei Schritt **1056** fordert der Registrierdatenbankvorgang an, dass die letzten Einträge in der Registrierdatenbank gesendet werden. Bei **1058** werden als Antwort auf den Sende-Fehler-Befehl die letzten Fehler gesendet. Bei Schritt **1060** wird ein Befehl an den Master geschickt, der angibt, dass der Supervisor anfordert, die Steuerung einer besonderen Lampe zu übernehmen.

Bildgebung

[0156] Eine bedeutende Flexibilität des vorliegenden Systems ist seine Fähigkeit, nahezu jedes Bild als sein Gobo-Umriss zu bilden. Das System kann ebenfalls viele andere Arten von Bildern verwenden.

[0157] Photographische Bitmaps werden aus Farbbildern, z. B. aus 256 Farben gebildet. Die Farbbilder werden mit bekannten Verfahren in Daten umgewandelt, die Chrominanz und Luminanz von Teilen oder Pixeln der Bilder angeben. Die Werte der Luminanz (Y), die den 256 Farben entsprechen, werden dann verwendet, um eine 8-Bit-Graukala zu bilden. Dies ermöglicht, dass photographische Bitmaps als ein Grauskalen-Gobo mit dem Ablaufdiagramm, das in [Fig. 11A](#) allgemein gezeigt ist, eingetastet und verwendet werden.

[0158] Andere Bildvorgänge, die durch den digitalen Signalprozessor ausgeführt werden können, umfassen Sonderfunktionen. Der DSP umfasst Funktionen, die Vorgänge wie fokussieren, defokussieren, harter Rand und weicher Rand ermöglichen. Der DSP ermöglicht es ebenfalls, mehrere überlagerte Bilder zu bilden.

[0159] Der DSP kann ein resultierendes Bild als ein Ergebnis der Überlagerung von einer Anzahl von Bildern übereinander berechnen. Dies kann einen Gobo-Umriss bilden.

[0160] Ein weiteres, derartiges überlagertes Bild überlagert ein Irisbild oben auf dem Bild, um den Betrieb einer Iris zu simulieren.

[0161] Ein weiteres, derartiges überlagertes Bild ist die Verwendung von mehreren Gobos, von denen jeder an dem Bild arbeitet. Für jeden dieser Vorgänge erfordert das System dementsprechend mehr Rechenleistung.

[0162] Ein weiterer DSP-Vorgang ist der Framegrab-Vorgang. Die Auswahl des Analogsignals von dem Video ergreift die Frames von dem angewandten Video. Jedes Bild wird dann digitalisiert und angezeigt.

[0163] Das System der Erfindung verwendet Slave-Verarbeitungsplatinen um jeden Motor zu steuern, wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist. Das Subsystem von [Fig. 4](#) ist ein Farbänderungssystem mit Farbüberblendungsplatten **460** und **462**. Ein Punkt, bei dem sich die beiden Platten kreuzen, bildet das optische Gate **464**. Jede der Platten weist einen zugeordneten Antriebsmotor **466**, **468** auf, der die Rotationsposition der Platten treibt. Die Farbüberblendungseinrichtung **308** verwendet vorzugsweise Farbüberblendungsplatten des Typs, der in unserem U.S. Patent Nr. 5 426 276 gezeigt wird. Zusammenfassend weisen diese Platten Eigenschaften auf, durch die die relativen Positionen mit Bezug zueinander geändert werden, um verschiedene Durchlassbänder basierend auf der Beziehung zwischen den Abschneidewellenlängen der beiden unterschiedlichen Platten zu ermöglichen. Die Durchlassbänder können kontinuierlich geändert werden, um die Farbe des projizierten Lichts kontinuierlich zu ändern.

[0164] Die Erfinder haben herausgefunden, dass in der Praxis diese Plattenwellenlängen Abschneidetoleranzen zeigen, von denen geglaubt wird, dass sie hauptsächlich auf dem dichroitischen Ablagerungsprozess beruhen. Diese Toleranzen bewirken, dass sich die Startfrequenz und die Endfrequenz von Platte zu Platte verändern. Die Kalibrierung arbeitet durch Bestimmen eines Startpunkts, Bestimmen eines Endpunktes und Finden eines Orts eines spezifizierten Mittelpunkts. Diese Information wird für Kalibrierungszwecke verwendet, da sie den spezifischen Betrieb der Platten mit anderen Platten vergleicht.

[0165] Beispielsweise weist eine dichroitische Beschichtung, die bei einer Durchlassfrequenz von 350 nm beginnt, eine normal Beschichtungstoleranz auf, die sich beispielsweise zwischen 340 und 360 nm verändern kann. Die Linearität für jede Platte ist über der Platte konsistent. Die absolute Kalibrierung der Platte ist jedoch zwischen unterschiedlichen Produkten nicht konsistent.

[0166] Die Platten werden mit Spektralmessgeräten kalibriert. Jede Platte wird sorgfältig kalibriert. Ihre Werte, d. h. die Position der Platte bezogen auf das Durchlassband der Position auf der Platte, wird in dem zugeordneten Speicher **470** gespeichert, der der Karte zugeordnet ist. Daher ist jedem Farbfilter ein Schrittmotor zugeordnet, der durch die kalibrierte Information gesteuert wird.

[0167] Ein Befehlsvorgang wird in dem Ablaufdiagramm von [Fig. 4A](#) dargestellt. Ein Befehl für eine bestimmte Farbkombination wird als Befehl **480** ausgeführt. Dieser Befehl wird durch den internen DSP **472** in ein Paar von Durchlassbändern für die langen und kurzen Farbräder **460**, **462** übersetzt. Dieser Befehl wird daher in einen gewünschten langen Durchlassband-Wert und einen gewünschten kurzen Durchlassband-Wert übersetzt.

[0168] Der Speicher **470** speichert eine Transferfunktion, die eine kalibrierte Beziehung zwischen der Position der Räder und den Durchlassbändern darstellt. Die Transferfunktion kann eine Variable umfassen, die als ein Multiplizierer zum Skalieren der spezifischen Platte in eine theoretische "ideale" Platte wirkt. Der baugruppeninterne DSP skaliert jede Platte gemäß den Variablen, sodass jede Platte auf die gleiche Art und Weise arbei-

tet.

[0169] Diese Vorteile werden erhalten, indem alle Motoren auf einer Baugruppe oder einer dieser fest zugeordneten gehalten werden, wie es in **Fig. 4** gezeigt ist. Dies ermöglicht, dass der Controller in jeder Karte mit einem Kalibrierungswert vorausgewählt wird, der dem Controller den genauen Wert der Farbeinrichtung über ihrem Wert mitteilt. Die Karten bleiben und werden mit der Anordnung unterhalten. Daher kann jede Karte genaue Farbwerte anweisen. Ein Befehl für 350 nm kann daher durch die Kalibrierung eingestellt werden, um 350 nm genauer anzuweisen.

[0170] Ein ähnlicher Kalibrierungsvorgang könnte verwendet werden, um die Genauigkeit einer weiteren, sich bewegenden Struktur beizubehalten.

[0171] Wie zuvor beschrieben, umfasst das System vorzugsweise ein RGB-Rad **310**, das kann in den Pfad des Lichtstrahls hinein und aus diesem heraus bewegt werden kann. Der Zweck des RGB-Rads besteht darin, zu ermöglichen, dass die Bilder vollfarbig oder mehrfarbig angezeigt werden.

[0172] Die Erfinder erkannten, dass viele Effekte oder Bilder ohne diese Mehrfarbigkeit ausgeführt werden können. Außerdem hat die Verwendung dieses RGB-Rads ebenfalls einen Preis: sie opfert einen großen Prozentsatz der Helligkeit aufgrund des Arbeitszyklus zwischen den drei Farben. Die Erfinder erkannten, dass es wünschenswert ist, wenn es einen Mechanismus zum Betreiben der Einrichtung ohne das RGB-Rad gäbe, wenn monochrome Bilder angezeigt werden. Dies wird durch Bewegen des gesamten RGB-Rades in den Strahl der Lampe hinein und aus diesem heraus bewirkt.

[0173] Der Bewegungsvorgang dieser Ausführungsform wird schneller, indem das Gewicht des RGB-Rads gegen eine andere Struktur ausgeglichen wird, die dementsprechend bewegt wird.

[0174] Es wird einfacher, den Bewegungsvorgang dieser Ausführungsform zu erreichen und zu steuern, indem das Gewicht des RGB-Rads gegen eine andere Struktur ausgeglichen wird, die dementsprechend bewegt wird.

[0175] Eine erste Ausführungsform des Ausgleichssystems wird in **Fig. 5** gezeigt. **Fig. 5** lässt die Zeichnung des Befestigungshalters weg. Die RGB-Glassegmentbaugruppe **510** wird gezeigt. Diese umfasst zwei halb-große, rote Glassegmente, ein grünes Glassegment und ein blaues Glassegment. Die gesamte Einrichtung wird durch einen synchronen RGB-Motor **500** gedreht.

[0176] Der Pfad des Lichtstrahls wird durch den optischen Pfad **502** gezeigt, der dem Ort entspricht, bei dem der Lichtstrahl durch die Filter läuft.

[0177] Die RGB-Baugruppe wird in ihrer äußeren Position in **Fig. 5** gezeigt, wobei die RGB-Einrichtung außerhalb des optischen Pfads positioniert ist. In dieser Position hat die RGB-Baugruppe keine Auswirkung auf das projizierte Licht. Die in **Fig. 5** gezeigte RGB-Baugruppe kann in den optischen Pfad durch Schwenken bezogen auf den Pivot-Punkt **504** entlang des als **506** gezeigten Pfeils bewegt werden.

[0178] Der Schwenkvorgang wird mit einem Motor **510** ausgeführt, der positioniert ist, um als ein Ausgleich zu dem RGB-Rad und dem synchronen Motor zu wirken. Der Motor umfasst ein Antriebselement **512**, z. B. ein Zahnrad, das mit einem festen nicht-drehbaren Antriebselement **514**, z. B. einem anderen Zahnrad, positiv in Eingriff kommt, um die Baugruppe zu bewegen. Alternativ könnten die Antriebselemente **512** und **514** Rollen sein, die positiv einander durch einen passenden Antriebsriemen oder ähnliches in Eingriff nehmen. Dies veranlasst den Motor, um das Antriebselement zu wandern.

[0179] Im Betrieb wird der RGB-Motor von einer in **Fig. 5** gezeigten neutralen Position zu einer Lichtänderungsposition bewegt, bei der das optische Gate an dem in **Fig. 5** gezeigten Ort **508** ist. Der Motor **510** wird gedreht, um das Antriebselement **512** zu bewegen und sich dementsprechend um das feste, nicht drehbare Antriebselement **514** zu drehen. Dies dreht die gesamte Baugruppe, sodass der obere Teil **530** nach rechts in **Fig. 5** bewegt wird, während der untere Teil **540** nach links in **Fig. 5** bewegt wird. Der Motor **510** ist innerhalb der Baugruppe angeordnet, sodass die Bewegung des Motors **510** im Wesentlichen genau das RGB-Rad und den Motor ausgleicht. Dieser Ausgleichsvorgang ermöglicht, dass die RGB-Baugruppe schnell bewegt werden kann, ohne durch die räumliche Orientierung der gesamten Vorrichtung beeinflusst zu sein.

[0180] Eine zweite Ausführungsform dieses Vorgangs wird in **Fig. 6** gezeigt. Diese zweite Ausführungsform

des Ausgleichselements ist zur Verwendung beim Bewegen eines Linsensystems optimiert. Die Linse **600** ist innerhalb des optischen Pfads **602** positioniert. Die Linse **600** wird auf einem Linearlager **604** positioniert, um sich in einer Richtung im Wesentlichen parallel zu dem optischen Pfad zu bewegen. Die Bewegung der Linse entweder in der Vorwärtsrichtung oder in der umgekehrten Richtung kann jedoch den Ausgleich des Beleuchtungskörpers ändern, wodurch die Gesamtleistung von Schwenk- und Neigefunktionen beeinflusst wird. Die Erfinder erkannten, dass es erwünscht ist, einen Gesamtausgleich der Vorrichtung ungeachtet der Linsenpositionen innerhalb der Vorrichtung beizubehalten, wodurch eine konsistente Leistung von Schwenk- und Neigefunktionen beibehalten wird.

[0181] Ein Antriebsmotor **610** ist ebenfalls auf einem Linearlager **612** angebracht. Das Linearlager **612** ist im Wesentlichen parallel zu dem Linearlager **604**. Der Antriebsmotor ist an einem festen, nicht bewegbaren Länge eines Riemens **614** befestigt, der im Wesentlichen parallel zu einem Linearlager **612** ist. Der Riemen **614** umfasst Zähne, die positiv mit den entsprechenden Zähnen an der Motorrolle in Eingriff kommen. Der Motor ist ebenfalls an einer Drahtschleife **612** befestigt, die sich um Umlenkrollen **625** wickelt, und ist mit der Linsenfassung **601** verbunden.

[0182] Im Betrieb bewegen sich Linse und Motor in umgekehrter Synchronisation miteinander. Da der Riemen **614** fest ist, bewegt die Bewegung des Motors den Motor bezogen auf den Riemen. Der Draht ist an dem Motor befestigt, sodass die Bewegung des Motors die Linsenfassung **601** im Verhältnis zu dem Betrag der Motorbewegung zieht. Folglich bewegt sich, wenn sich der Motor in der in [Fig. 6](#) gezeigten Richtung B bewegt, die Linse dementsprechend in der in [Fig. 6](#) gezeigten Richtung A. Dies behält einen konstanten Schwerpunkt zwischen dem Motor und der Linse bei.

[0183] Eine alternative Ausführungsform verwendet eine von zwei getrennten Rollen oder eine Zweistufen-Rolle an dem Motor. Die beiden Rollen oder Stufen weisen zueinander eine unterschiedliche Zahl von Zähnen auf. Eine Rolle oder Stufe kommt mit einem festen, nicht bewegbaren Riemen in Eingriff, um den Motor entlang dem Linearlager zu bewegen, wie es bei der vorhergehenden Ausführungsform beschrieben ist. Die andere Rolle oder Stufe kommt positiv mit einer kontinuierlichen gezahnten Riemenschleife in Eingriff, die im Wesentlichen die Drahtschleife ersetzt, wie in der vorhergehenden Ausführungsform beschrieben ist. Die kontinuierliche Riemenschleife ist lediglich an der Linsenfassung befestigt, sodass sich der Motor dreht und folglich entlang des Linearlagers bewegt, an dem er angebracht ist. Die Linse bewegt sich proportional in einer Richtung bezogen auf den Motor gemäß dem Verhältnis zwischen der Anzahl von Zähnen auf den beiden Rollen oder Rollenstufen an dem Motor.

[0184] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird der Motor ausgewählt, um so schwer wie die Linse zu sein. Dieser kann ebenfalls durch Wählen eines leichteren Motors und Hinzufügen passender Gewichte zu dem Motor, um den Motor bezogen auf die Linse genau auszugleichen, oder, falls der gewählte Motor schwerer als die Linse ist, durch Hinzufügen von Gewichten zu der Linsenfassung, um das gleiche zu erreichen, betrieben werden. Da die gleiche Menge an Gewicht in entgegengesetzten Richtungen bewegt wird, ist der Ausgleich des Motors und der Linse der Gleiche in jeder Position.

[0185] [Fig. 3](#) zeigt ein Blockdiagramm mit weiterem Detail der Systemoptik. Das System verwendet einen segmentierten Retroreflektor mit einer 1.200 Watt Bogenlampe. Der segmentierte Retroreflektor ist eine Entwicklung von Radiant Imaging, Inc.

[0186] Der segmentierte Retroreflektor **302** wird in weiterem Detail in [Fig. 3A](#) gezeigt. Die Einrichtung verwendet einen fast elliptischen kalten Spiegelreflektor **350** zusammen mit einem speziellen reflektierenden Teil **304**, der eine Reihe von Retroreflektoren umfasst, die einen Teil des Lichts zurück in den Bogen senden.

[0187] Dies ermöglicht eine unterschiedliche Handhabung der drei unterschiedlichen Lichtrichtungen, die von der Glühlampe **300** ausgegeben werden. Ein erstes Licht **352** wird zu dem Ziel hin ausgegeben, und es wird diesem ermöglicht, ungehindert weiterzugehen. Ein zweites Licht, wie beispielsweise **354**, wird in der umgekehrten Richtung erzeugt, die von dem Ziel entgegengesetzt ist. Dieses Licht wird durch den kalten Spiegelreflektor **350** zu dem Brennpunkt der Ellipse hin und gegen den kalten Spiegel **306** reflektiert. Ein drittes Licht, wie beispielsweise **356**, wird zu Retroreflektoren **302** reflektiert. Jeder Retroreflektor **302** ist ein Abschnitt einer Kugel, die das auf diesen Abschnitt auftreffende Licht zurück zu der Position der Bogenlampe, durch die Position der Bogenlampe und zu dem elliptischen Reflektor **350** reflektiert und zurück zu dem Brennpunkt fokussiert.

[0188] Ein besonders bedeutendes Teil dieser Erfindung ist ihre Wärmehandhabungsfähigkeit. Diese wird

durch eine spezielle Kombination von Wärmeänderungselementen ausgeführt, die viel von der Wärme entfernen, bevor das Licht zu den wärmeempfindlichen Teilen des Systems, einschließlich des digitalen Spiegels **240**, läuft.

[**0189**] [Fig. 3B](#) zeigt eine alternative Ansicht der Systemoptik. Die Retroreflektorbaugruppe **302** wird mit ihren kalten Reflektor und Retroreflektoren gezeigt. Die Ausgabe läuft zu dem kalten Spiegel **306**, der das Meiste des infraroten Teils des Lichts weiterleitet und das Meiste des sichtbaren Teils reflektiert.

[**0190**] Dieses erste gefilterte Licht wird dann zu einem speziellen Farbüberblendungseinrichtungssystem **308** geleitet. Die hier verwendete Farbüberblendungseinrichtung ist vorzugsweise von dem Typ, der in dem in U.S.-Patent Nr. 5 426 576 beschrieben wird. Diese Einrichtung kann verwendet werden, um die Farbe des Lichtes zu ändern.

[**0191**] Ein bewegbares, sich drehendes Rot/Grün/Blau-Farbrad ("RGB"-Farbrad) **310** ist ebenfalls in Reihe mit der Farbüberblendungseinrichtung **308** angeordnet. Die pixelweise Änderung des digitalen Spiegels kann durch digitale Spiegel-Treiberelektronik von TI mit der Bewegung des RGB-Rads synchronisiert sein, um ein Mehrfarbenbild zu bilden. Wie es oben beschrieben ist, bewirkt die durch das Farbrad **310** verursachte Abschwächung eine zugeordnete Größe der Lichtverringern. Daher erkannten die Erfinder, dass es wünschenswert sein würde, wenn ein Monochrom-Bild angezeigt wird, dass die Beleuchtungseinheit ohne die zugeordnete, durch das RGB-Rad verursachte Abschwächung betrieben wird.

[**0192**] Das gefilterte und gefärbte Licht wird erneut durch eine Spiegelanordnung **312** reflektiert. Die Anordnung kann ein Beleuchtungs-Relais **311** und einen Spiegel **313** umfassen, wie in [Fig. 3B](#) gezeigt ist.

[**0193**] Die Farbeinrichtungen **308** und **310** befinden sich zwischen den Spiegeln **306** und **312**. Dieser Bereich ist vorzugsweise ein defokussierter Bereich, sodass die Farbe homogenisiert ist.

[**0194**] Die Erfinder erkannten, dass die digitale Spiegeleinrichtung ein Seitenverhältnis von $1024:1280 \approx 1,2$ aufweist, das heißt, dass ihre Länge und Höhe nicht gleich sind.

[**0195**] Ein drittes Farbradsystem **316** wird an einem sekundären fokussierten Ort **314** bereitgestellt, der eine zweite Bildebene bildet. Dieses dritte Farbradsystem ist ein drehbares Farbfilter mit diskreten Farbfiltern. Diese Filter kann dem Typ ähnlich sein, der aktuell bei der ICON(TM)-Beleuchtungseinrichtung verwendet wird. Die Verwendung dieses dritten Farbrads ermöglicht dem Medusa-System, den Farbbetrieb des ICON™-Systems zu emulieren sowie auch zusätzliche Merkmale zu ermöglichen.

[**0196**] Das dritte Farbradsystem ermöglicht dem Benutzer, zwischen 8 diskreten Filterelementen auszuwählen, die an dem Rad angeordnet sind. Der Entwickler kann wählen, welche, falls überhaupt, gewünscht sind. Ein geteilter Farbeffekt kann erhalten werden, indem die Hälfte von jeweils zwei Filtern in dem Lichtstrahl erlaubt wird. Das Rad kann ebenfalls Glaselemente, wie beispielsweise Mattglas oder Prismenglas, umfassen.

[**0197**] Drei unterschiedliche Farbräder werden optisch hintereinander bereitgestellt, die Farbüberblendungseinrichtung **308** ist an einem unfokussierten Ort **307** und das ICON(TM)-Farbrad **316** ist an einer fokussierten Ort **314** angeordnet. Jede der drei Farbänderungseinrichtungen umfasst einen freien Ort, der ausgewählt werden kann und durch den das Licht in der Farbe ungeändert laufen wird. Dies ermöglicht einer oder allen Farbänderungseinrichtungen inaktiv zu sein, sodass die Lichtstrahlfarbe durch eine Farbänderung, beide Farbänderungen oder keine der Farbänderungen ausgewählt werden kann.

[**0198**] Beispielsweise kann die Farbüberblendungseinrichtung **308** auf frei gesetzt werden, was erlaubt, das ein Farbänderungsvorgang über das ICON(TM)-Farbrad **316** ausgeführt werden kann. Dies ermöglicht Beleuchtungsprogrammen, die zuvor für das ICON(TM)-System geschrieben wurden, das Medusa-System ohne Modifikation zu betreiben.

[**0199**] Das durch das Farbrad laufende Licht ist geringfügig defokussiert, da der Brennpunkt an dem Farbrad ist. Dieses Licht wird durch eine "Doublet"-Linse **318**, die nahe der DMD **240** positioniert ist, zu der DMD **240** hin gebrochen. Das Licht wird von der DMD **240** weg zurück durch das Doublet **318** reflektiert.

[**0200**] Das von der DMD **240** reflektierte Licht wird mit einem Relais-Linsensystem **320** gekoppelt, das die Brennweite des Systems wirksam verlängert. Ein anderer gefalteter kalter Spiegel **322** reflektiert das Licht zu einer anderen Relais-Linse **324**. Das Licht wird schließlich durch ein programmierbares Zoom-Projektionssystem

tem **326** ausgegeben.

[0201] Die Erfinder erkannten ebenfalls, dass ein verbesserter Betrieb der DMD für eine Bühnenbeleuchtungseinrichtung erhalten wird, wenn das Licht an der DMD mit dem passenden Akzeptanzwinkel gekoppelt wird. Die Erfinder fanden heraus, dass die DMD am besten arbeitet, wenn das Licht mit einem Akzeptanzwinkel, der auf etwa 28° begrenzt ist, bevorzugterweise mit weniger als 20° eingegeben wird.

[0202] Der Betrieb dieses Systems emuliert vorzugsweise eine gerade Projektionsoptik, wobei die Relais-Linse einen $2 \times$ Multiplizierer bildet.

Aspekte mit schattenlosen Verfolgerscheinwerfer

[0203] Erläutert werden Verfahren, die dem System ermöglichen, als ein schattenloser Verfolgerscheinwerfer zu arbeiten. Die Grundeigenschaften dieses Merkmals werden in unserer gleichzeitig anhängigen Anmeldung, der U.S.-Patentanmeldung Serien-Nr. 08/598 077, beschrieben

[0204] Die Erfinder der Erfindung haben jedoch erkannt, dass eine Anzahl von Aspekten die Genauigkeit des schattenlosen Verfolgerscheinwerfers umgibt. Ein bedeutender Aspekt, der ebenfalls in der Anmeldung 08/598 077 erkannt wurde, ist die Genauigkeit, die man durch einen Betrieb mit Null-Parallaxe erhalten kann.

[0205] Eine erste Ausführungsform des minimierten Parallax-Systems verwendet die in [Fig. 3D](#) gezeigte Grundanordnung. Ein kleines Prisma **330** wird an einem optisch unempfindlichen Ort zwischen dem Relais-Linsensystem **320** und dem Zoom-Linsensystem **326** angeordnet. Das Prisma **330** reflektiert einen Teil des ankommenden Lichts in eine zweite Richtung **332**. Eine CCD-Kamera **334** ist in dem Pfad der reflektierten Information lokalisiert, um diese reflektierte Information über eine Fokussierlinse **333** zu empfangen. Eine ordnungsgemäße Anordnung des Prismas in diesem Ort ermöglicht dem Prisma, Licht zu reflektieren, das das gleiche Blickfeld aufweist, wie das, das projiziert wird. Nach dem Zoomen des Prismas ermöglicht die CCD-Kamera, genau die Information zu empfangen, die mit dem Scheinwerfer ausgerichtet ist und das gleiche Gesichtsfeld wie das des Scheinwerfers einschließt. Dies ermöglicht der Kamera, genau das zu empfangen, was die DMD projizieren wird, wobei folglich die Parallaxe auf einen fast nicht existierenden Wert verringert wird.

[0206] Ein bedeutender Teil der Verarbeitung der Erfindung wird durch die DMD-Schnittstellenplatine von Texas Instruments ausgeführt. Diese Platine umfasst die DMD-Einrichtung und ihre zugeordnete Verarbeitungsstruktur. Die Platine wird mit proprietären TI-Verfahren ausgelegt und betrieben. TI hat angegeben, dass Lieferanten die Platine für ihren Controller-Betrieb verwenden sollten. Die Platine umfasst die empfindliche DMD-Befestigung als Teil der Platine.

[0207] Die Erfinder bemerkten jedoch ein Problem bei der Verwendung dieser Platine in einer Leuchte. Insbesondere haben die Erfinder herausgefunden, dass die relativ große Größe der Platine es schwierig machte, ordnungsgemäß in einen innerhalb der Leuchteinrichtung zur Verfügung stehenden Platz zu passen. Die DMD-Position würde unerwünschterweise durch die Positionierung der Platine diktiert werden. Die Erfinder erkannten eine Notwendigkeit, die DMD von einem Ort fern von der Platine zu steuern, sodass die optische Position der DMD-Einrichtung total von der Position der elektrischen Schnittstellenplatine getrennt ist. Dieser ermöglicht eine ordnungsgemäße Anordnung der DMD unter Berücksichtigung der Kühlanforderungen und des optimalen Beleuchtungswinkels.

[0208] Das vorliegende System verwendet eine getrennte Schnittstellenplatine allein für die DMD, die die Wirkung aufweist, die DMD bezogen auf ihre Schnittstellenschaltungsanordnung entfernt anzuordnen. Ein Querschnitt dieser Platine ist in [Fig. 16](#) gezeigt. Die DMD wird mit unteren elektrischen Kontakten gezeigt. Diese Kontakte sind sorgfältig mit den entsprechenden Kontakten auf der Schaltungsplatine gepaart. Das System der Erfindung verwendet jedoch eine elastomere Schnittstelleneinrichtung für eine Paarung zwischen der DMD und einer entfernten Karte. Die Erfinder fanden heraus, dass die Verwendung der elastomeren Schnittstelleneinrichtungen die ansonsten schwierige DMD-Montage erleichtert.

[0209] Das zuvor beschriebene gesamte Farbgebungssystem umfasst drei Teile. Ein erster Teil sind die Farbüberblendung Platten **308**. Diese Farbüberblendungseinrichtungen **308** sind sich kontinuierlich verändernde Einrichtungen. Sie werden am besten an einem Punkt verwendet, der defokussiert ist, sodass das Licht die Farbe davon homogenisieren kann.

[0210] Das RGB-Rad wird ebenfalls an dem defokussierten Ort verwendet.

[0211] Das diskrete Farbrad **316** wird ebenfalls als Teil des Medusa-Systems verwendet. Das diskrete Farbrad **316** umfasst eine Mehrzahl von einzelnen Farbfiltern und ist vorzugsweise an einem fokussierten Punkt bezogen auf die DMD **240** angeordnet.

[0212] Einer der bedeutenden Effekte, die durch das ICON(TM) ausgeführt werden können, ist die Verwendung von zwei aufgeteilten Farben innerhalb des Strahls. Das ICON(TM)-Farbrad umfasst eine Mehrzahl von diskreten dichroitischen Filtern, die um eine zentrale Nabe positioniert sind. Die Schnittstelle zwischen den beiden diskreten Farben ist an der Mitte des Lichtstrahls platziert, um diesen Effekt zu erhalten. Dieser teilt die beiden Farben über den Strahl auf und liefert einen fokussierten aufgeteilten Farbstrahl.

[0213] Da ein bedeutender Aspekt dieses neuen Systems die Fähigkeit ist, vorhergehende Generationen von Leuchten zu emulieren, ermöglicht die Verwendung von sowohl fokussierten als auch defokussierten Farbrädern eine maximale Anzahl von möglichen Emulationen.

[0214] In Übereinstimmung mit der Erfindung umfasst das Medusa-System fortgeschrittene Wärmeverringermechanismen, um die Wärmehandhabungsfähigkeit zu verbessern. Die Erzeugung von ausreichendem Licht, um die DMD bei Bühnenbeleuchtungspegeln, z. B. > 5000 Lumen, zu beleuchten, zieht eine zugeordnete Erzeugung von großen Wärmemengen nach sich. Wie oben beschrieben ist, ist ein gefaltetes kaltes Spiegelsystem optisch stromaufwärts von der DMD angeordnet, um die Wärmemenge, die mit dem Lichtstrahl verbunden ist, zu dem digitalen Spiegel hin zu minimieren. Ein zusätzlicher Kühlaspekt der Erfindung verwendet ein Luftbarrierenkonzept, um verschiedene kritische Elemente von anderen heißen Teilen des Systems zu trennen und thermisch zu isolieren. Die gefaltete Optik richtet den Lichtstrahl um oder durch die Luftbarriere.

[0215] Ein Blockdiagramm des Kühlsystems der Erfindung wird in [Fig. 8](#) gezeigt. Die Lampe und ihr Reflektor sind der heißeste Teil des Kühlsystems. Folglich ist die meiste Wärme von dem System in dem Bereich, der im Allgemeinen als heißer Spot **800** in [Fig. 8](#) gezeigt wird. Die Leistung von der Lampe wird mit gefalteten kalten Spiegeln gekoppelt, zu denen die Wärme zu leiten ist, anstatt diese Wärme zu den anderen Bauteilen des Systems hin zu koppeln. Dies führt jedoch immer noch zu einem heißen Spot nahe den wärmeerzeugenden Elementen, die die größte Wärmemenge erzeugen.

[0216] Gemäß diesem Aspekt wird eine Mehrzahl von Ventilatoren, die als **802**, **804** und **806** gezeigt werden, an einem Ort angebracht, der mindestens einen Teil der Peripherie des heißen Spots umgibt. Die Ventilatoren sind angeordnet und arbeiten, um eine Barriere von relativ kühler Luft in die durch die Ventilatoren festgelegte Ebene zu drücken. Die Luftbarriere ist vorzugsweise zwischen der DMD und der durch den heißen Spot erzeugten Wärme. Obwohl es nicht gezeigt ist, kann es außerdem ebenfalls eine Feuerbarriere geben, die die Glühlampe und die Reflektoranordnung von anderen Bereichen trennt, um viel von der Wärme von dem heißen Spot weiter zu isolieren.

[0217] Die Luftbarriere wird konzeptmäßig bezogen auf die DMD und die Lampe in [Fig. 9](#) gezeigt. [Fig. 9](#) stellt eine Ansicht dar, die von dem Seitenabschnitt in [Fig. 8](#) betrachtet wird. Dieser Seitenabschnitt zeigt die End-on-Ansicht des Reflektors und das Licht, das dem gekrümmten Lichtpfad zu der DMD folgt. Die Luftbarriere **900** zwischen dem Reflektor, die den heißen Spot darstellt, und der DMD isoliert wirksam die Wärme zwischen den beiden.

[0218] Eine besonders bevorzugte Ausführungsform verwendet das gefaltete Spiegelsystem, um den Lichtpfad um die so gebildete Luftbarriere zu lenken. Falls das Licht durch die Luft geleitet würde, könnte das Licht durch die Wärme und dergleichen verzerrt werden. Das Licht wird in einen gefalteten Pfad gebildet, der um die Barriere gelenkt wird, um die optischen Strukturen von dem heißen Spot zu isolieren.

[0219] Außerdem ist die Luftbarriere konzeptmäßig eine Quelle von kühler Luft zum Versorgen des Rests des Systems. Viele der Elemente, wie beispielsweise das in [Fig. 9](#) gezeigte Farbrad, und elektronische Baugruppen erfordern eine Quelle kühler Luft. Bei dieser kühlenden Ausführungsform wird die kühle Luft erhalten, indem ein als **902** gezeugter Pick-off-Ventilator in der kühle Luft angeordnet und ein Teil dieser kühlen Luft von der Barriere abgesaugt wird. Der Pick-off-Ventilator **902** koppelt die kühle Luft mit dem Farbradbereich, der sie erfordert. Demgemäß bildet die Barriere aus kühler Luft im Wesentlichen einen kanallosen Schacht, von dem kühle Luft geeigneterweise an jene Dinge geliefert werden kann, die die Kühlung erfordern.

[0220] Demgemäß bildet die Barriere aus kühler Luft im Wesentlichen einen kanallosen Luftschaft, von dem kühle Luft geeigneterweise an jene Elemente geliefert werden kann, die die Kühlung erfordern.

[0221] Als allgemeine Vorstellung werden 20–30 Kubikfuß je Minute über 30 Quadratzoll die notwendige Luftmenge bereitstellen, um die Barriere aufrechtzuerhalten.

Motorsteuerbus

[0222] Der Motorsteuerbus ("MCB") wird durch einen RS 485 ausgeglichenen Multi-Drop-Leitungstreiber mit zwei Drähten **250**, vorzugsweise dem SN75176 gebildet, der mit 0 V und +5 V versorgt wird.

Datenformat.

[0223] Jedes auf den MCB transferierte Byte umfasst:

1	Startbit
8	Datenbits
1	Intel-Adressbit (1 bedeutet, dass das Byte eine Adresse ist, 0, dass es keine ist)
2	Stoppbits

[0224] Die Datenrate beträgt vorzugsweise 250 Kilobaud, was eine Bitzeit von 4 µs ergibt. Ein einzelnes Byte ist daher 48 µs lang.

Bus

[0225] Der TMS320C80 DSP wirkt als der Master, der alle 1 ms ein Paket an die Funktionsantriebs-Leiterplatte sendet. Jede Transaktion umfasst zwei Phasen: eine Master-Phase und eine Supervisor-Phase. Die Master-Phase richtet die Adresse der Funktion ein, die zu kommunizieren ist. Die Supervisor-Phase ermöglicht dem Supervisor, den Status zu bestimmen und aktualisiert den Benutzerparameter-RAM.

Datenpaketspezifikation.

[0226] Die Timing-Diagramme für die Datentransaktionen auf dem MCB sind als [Fig. 13](#), [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) enthalten.

[0227] Der Master sendet zuerst die Adresse der Funktion, die kommuniziert werden muss. Dieser folgt ein Befehlsbyte. Falls der Befehl ein Schreibbefehl ist, folgen ihm 4 Datenbytes, die von dem tatsächlichen, gesendeten Befehl abhängen. Falls der Befehl ein Lesebefehl ist, befiehlt der Master den Bus in dem Hochimpedanzzustand, nach Senden des Befehls, um der adressierten Funktion zu erlauben, zu antworten. Die Übertragung dieser Antwort soll maximal 50 µs von dem Empfang des Befehlsbytes starten.

[0228] Der Supervisor empfängt kontinuierlich alle Datenpakete auf dem Bus. Der Zustand eines Adressbytes wird von dem Zustand des Intel-Adressbits erkannt. Der Supervisor reagiert durch Starten eines 350 µs Zeitgebers. Der Supervisor nimmt an, dass die Master-Phase nach den 350 µs abgeschlossen ist, und dies startet die Supervisor-Phase.

[0229] Der Supervisor-Phase beginnt durch Senden eines Befehlsbytes an die adressierte Funktionsantriebs-Leiterplatte. Dem Befehlsbyte folgen 2 Datenbytes, die eine von dem tatsächlichen Befehlsbyte abhängige Bedeutung aufweisen.

[0230] Die adressierte Funktionsantriebs-Leiterplatte antwortet mit einem Statusbyte, dem 2 Datenbytes folgen, die das gesendete Befehlsbyte darstellen.

[0231] Falls der 'c80 Master in die adressierte Funktionsantriebs-Leiterplatte schreibt, folgen dem Befehlsbyte bis zu 4 Datenbytes, deren Bedeutung von dem besonderen verwendeten Schreibbefehl abhängen wird. Falls der Supervisor die Steuerung über eine besondere Funktion angefragt hat, dann wird der 'c80 Master lediglich die Adresse und Null Befehlsbytes übertragen und den Bus in einem Hochimpedanzzustand lassen, um dem Supervisor zu ermöglichen, den Datenteil des Pakets während des Rests des 1ms-Zeitschlitzes zu senden.

[0232] „Lesen“ erkennt, indem Bit 7 gesetzt (d. h. ≥ 128) ist. Falls der 'c80 Master von der adressierten Funktionsantriebs-Leiterplatte liest, wird er den Sender nach Senden des Befehlsbytes sperren, um den Bus in einen Hochimpedanzzustand zu bringen, um der adressierten Funktionsantriebs-Leiterplatte zu ermöglichen,

ihre Antwort an den 'c80 Master zu übertragen. Diese Antwort startet die Übertragung maximal 50 µs von dem Empfang des Befehlsbytes.

[0233] Der Supervisor weist eine Adresse auf die gleiche Art und Weise wie die Funktionsantriebe auf und wird durch den 'c80 Master beim Start von einem der Ims-Zeitschlitzze adressiert. Das durch den 'c80 Master gesendete Befehlsbyte könnte eine Anfrage für den Status des Supervisors sein. In diesem Fall gibt der Supervisor ein Statusbyte gefolgt von 2 Datenbytes zurück. Die Übertragung der Antwort beginnt maximal 50 µs von dem Empfang des Befehlsbytes. Die Datenbytes können eine Nachricht an den 'c80 Master enthalten, dass der Supervisor wünscht, die Steuerung von einem oder mehreren der Funktionsmotoren zu erhalten.

[0234] Der Supervisor gibt die Steuerung an den Master durch Senden eines geeigneten Statusbytes zurück, ohne dass das Intel-Adressbit gesetzt wird.

[0235] Falls der Supervisor die Steuerung einer bestimmten Funktion angefragt hat, reagiert der Master mit einem Null-Befehl nach der Adresse der zu steuernden Funktion und einen Befehl, um den Bus in seinen Hochimpedanzzustand zu platzieren. Der Supervisor erkennt den Hochimpedanzzustand und reagiert mit einem Befehl und Datenbytes, um die Funktion zu steuern. Das Format des Pakets, wie es gesendet wird, ist das gleiche wie das, das der Master gesendet haben würde.

[0236] Der Supervisor sendet den Supervisorbefehl und 2 Datenbytes. Die gesamte Steuerung kann auf eine analoge Art und Weise befehlsgesteuert werden.

[0237] Das Statusbyte ist ein Bitfeld mit den folgenden Flags:

Bit	Flag	Bedeutung
0	Bereichsfehler	Motor ist am Ende der Bewegung und kann nicht die angeforderte Position bewegen
1	Nicht bereit	Während des Zurücksetzens der Funktion
2	Datumfehler	Überlauf, Framebildung, Adresse zur falschen Zeit empfangen
3	Datenfehler	Nicht rücksetzbarer Ausfall
4	Überstrom	Motorwicklungsstrom zu hoch
5	o/t Motor	Motor zu heiß
6	o/t Wärme/s	Wärmesenke zu heiß

Im RAM gespeicherte Parameter

[0238] Die Parameter der einzelnen Funktionsantriebs-Leiterplatten sind in einem nichtflüchtigen Direktzugriffsspeicher in einem Adressraum gespeichert, der „off-chip“ ist, sodass sie durch über den MCB gesteuerten Funktion DSP geändert werden können.

[0239] Die gespeicherten Parameter umfassen:

Rücksetzmodus	(Mitte Null cw oder ccw; links oder rechts Null)
Rücksetzsensor	(optisch/Hall oder Endstopp)
Rotation erlaubt	(kontinuierlich oder Endstopps)

PCB-Serien-Nr.
Baugruppen-Serien-Nr.
Adresse von Unterbaugruppe
Software-Versions-Nr.
Schritte der verfügbaren Bewegung
Mikro-Abstufung des aktuellen Profils oder Gleichung von % Oberwellen
Bewegungsprofil

Bytedefinitionen

Adresse

[0240] Dies umfasst die Adresse der Funktion, die während der lms-Zeitscheibe adressiert wird, und verwendet das Intel-Adressbit, das gesetzt ist, um zu bedeuten, dass es ein Adressbyte ist.

[0241] Die Adressen werden wie folgt zugewiesen:

Funktionsadresse	Beschreibung
00h	Master
01h	Schwenken
02h	Neigen
03h	RGB hinein/heraus
04h	Verschluss
05h	Farbe A (langer Durchlauf)
06h	Farbe B (kurzer Durchlauf)
07h	Farbe C (aufgeteilte Farbe/Entwickler)
08h	Zoomen
09h	Fokussieren
0Ah–0Eh	Reserviert für zukünftige
	Optionen
0fh	Supervisor
10h–FFh	Reserviert

Befehl

[0242] Das Befehlsbyte ist entweder ein Lesebyte, das die adressierte Funktion zwingt, mit der in dem Befehl spezifizierten Information zu antworten, oder ein Schreibbyte, das der übertragenden Einrichtung ermöglicht, einige Informationen an die adressierte Funktion zu transferieren.

Schreibbefehle (ms Bit gelöscht)

Wert	Befehl	Von	Zu
00h	Null	M/S	S/F
01h–0Fh	Bewegungsprofil 1–16	M/S	F
10h	Das Folgende ist Masterstatus	M	S
11h	Steuerung an Master zurückgeben	S	M
20h	Bogen zünden	M	S
25h	Bogen löschen	M	S
70h	EEPROM-Adresse und Daten folgen	S	F
71h	RAM-Adresse und Daten folgen	S	F
7Dh	Funktionskarte zurücksetzen	S	F
7Eh	Stopp Programm bis go	S	F
7Fh	Go, Code bei Adresse beginnen	S	F

Lesebefehle (ms Bit gesetzt)

Wert	Befehl	Von	Zu
80	Null		
81	Letzte 4 Datenbytes rx senden	M/S	F
82	Aktuelle Position senden	M/S	F
83	Supervisor-Status senden		
91	Aktuellen Funktionsstatus senden	S	F
92–95h	Parameterbyte 1–4 senden	S	F
95	EEPROM-Datenbyte senden	S	F
96	RAM-Datenbyte senden	S	F
97	ROM-Byte senden	S	F

Motorstatus

[0243] Der Motorstatus wird durch eine Funktion zurückgegeben, nachdem sie durch den Master adressiert wurde und ein Befehlsbyte von dem Supervisor empfangen hat.

Bit	Flag	Bedeutung
0	Bereichsfehler	Motor ist am Bewegungsende und kann sich nicht zu der angeforderten Position bewegen
1	Nicht bereit	Während des Zurücksetzens einer Funktion
2	Datenfehler	Überlauf, Framebildung, Adresse zur falschen Zeit empfangen
3	Fataler Fehler	Nicht zurücksetzbare Ausfälle
4	Überstrom	Motorwicklung s-Strom zu hoch
5	o/t Motor	Motor zu heiß
6	o/t Wärme/s	Wärmesenke zu heiß
7	reserviert	

Supervisor-Status

[0244] Der Supervisor-Status wird durch den Supervisor zurückgegeben, nachdem er durch den Master adressiert wurde.

Wert	Bedeutung
00h	Null
Fch	Steuerung der folgenden Funktion an Master zurückgeben
FDh	Steuerung der folgenden Funktion anfragen
Feh	Steuerung aller Funktionen anfragen
FFh	Reserviert

Positionsdaten

[0245] Alle Positionsdaten sind vorzugsweise 16 Bit, wobei das höchstwertige Byte zuerst übertragen wird.

[0246] In Fällen, in denen die Daten von einem 8-Bit-Benutzerwert hergeleitet werden, werden die 8 niederwertigen Bits ("lsbs") der 16-Bit-Zahl Null sein.

[0247] Jeder Funktionsantrieb wird 1 von 4 Rücksetzmodus-Parameter aufweisen, die in dem Parameter-RAM gespeichert sind, und die an den Antrieb gesendeten Positionsdaten beziehen sich auf diesen Modus:

Rücksetzmodus Mitte Null im oder gegen den Uhrzeigersinn	Bedeutung von Positionsdaten 0000h ist das Mitte-Rücksetzen Position 7FFFh ist die maximale Position, entweder im od er gegen den Uhrzeiger sinn, 8000h ist die minimale Position, entweder gegen oder im Uhrzeigersinn
---	--

links Null oder oder rechts Null	0000h ist die linke oder rechte Position 7FFFh ist die Mittenposition FFFFh ist die rechte oder linke Position
-------------------------------------	--

Timingdaten

[0248] Das höchstwertige Byte wird zuerst übertragen.

[0249] Alle positive Zahlen sind Bewegungszeiten in 1/60 s einer Sekunde, wobei ein Zeitbereich zwischen 0 und 9 Minuten und 6 Sekunden vorgegeben ist.

[0250] Alle negative Zahlen sind die Einerkomplemente von Bewegungszeiten in Sekunden, wobei ein Zeitbereich zwischen 0 und 9 Stunden und 6 Minuten vorgegeben ist.

Zum Beispiel:

003C ist eine 1-Sekunden-Bewegung

5B68h ist eine 6-Minuten-30-Sekunden-Bewegung

9C4Fh ist eine 7-Stunden-5-Minuten-20-Sekunden-Bewegung

[0251] Zusammenfassend umfasst jede Nachricht auf dem Motorsteuerbus eine Adresse des Motors, einen Befehl, in dem beispielsweise ein Profil des Betriebs, wie beispielsweise trapezförmig oder sinusförmig, angegeben wird, und vier Datenbytes einschließlich der Endposition, der Zeit sie zu erreichen und dergleichen. Das System verarbeitet vorzugsweise ein Stück Information je Millisekunde.

[0252] Jedes Byte auf dem Motorsteuerbus umfasst ein zusätzliches Bit. Dieses zusätzliche Bit gibt mit dem Intel-Protokoll an, ob es das Adressbit ist oder nicht. Das gemäß dieser Erfindung verwendete System ist vorzugsweise ein System vom ausfallsicheren Typ. Ein Befehl wird gesendet, der eine Adresse des gesteuerten Motors angibt. Das Ende dieser Adresse startet einen Zeitgeber, der nach einem Wert schaut. Dieser Zeitgeber ist vorzugsweise 350 ms, und das Ende dieses Zeitgebers gibt an, dass das Befehlssignal vorbei ist. Der Prozess folgt dem Ablaufdiagramm, wobei der Befehl-Verzögerungs-Motor mit Status antwortet. Der Status kann Übertemperatur, Motor nicht bereit und Daten, die für den Motor bezeichnend sind, umfassen. Jedes Mal, wenn der Motor befehlsgesteuert wird, kann auch ein Befehl an den Motor gesendet werden. Der Master **212** überwacht die Motorposition, da der Master **212** andere Motorpositionen basierend auf der aktuellen Motorposition berechnet. Der Supervisor **230** kümmert sich andererseits lediglich um den Motor-Status, wie beispielsweise Übertemperatur und dergleichen. Der Supervisor erkennt jede Adresse und unterhält Information, die jede Adresse abgibt. Falls die Masteradresse der Supervisor ist, ist der Rest eine Nachricht. Wichtig ist, dass, da der Supervisor eine einfache Elektronik ist, er immer noch Fehlen diagnostizieren kann, sogar wenn der Digitalprozessorsignalprozessor nicht länger betriebsbereit ist.

[0253] Ein weiterer Vorgang, der über den Supervisor stattfindet, besteht darin, den DSP **212** nach einer Steuerung eines bestimmten Slave zu fragen. Der Master-DSP **212** reagiert durch Senden der nächsten Antwort mit der Adresse des Motors und einer Leerstelle nach der Adresse. Der Supervisor **230** erkennt diese nachfolgende Leerstelle und sendet den ganzen Befehl, den er zu senden wünscht. Dies ermöglicht dem Supervisor, eine der Karten über diesen Port zu steuern.

[0254] Der Supervisor **230** kann ebenfalls die Steuerung des gesamten Busses **214** übernehmen. Dies wird durch einen passenden Befehl an den Master **212** ausgeführt, der den Master zwingt, seinen Hochimpedanzzustand abzuschalten oder zu erreichen. An diesem Punkt führt der Supervisor sämtliche Befehlssteuerung

aus. Die Motoren wissen nicht oder kümmern sich nicht darum, wer die Befehlssteuerung ausführt, wobei jedoch der Supervisor **230** mit seinen begrenzten elektronischen Fähigkeiten nicht imstande ist, komplizierte Motorsteuerungs-Funktionen auszuführen.

[0255] Die Information kann zu dem Multiparameter-Beleuchtungskörper in einer von unterschiedlichen Weisen heruntergeladen werden. Vorzugsweise wird eine Bibliothek von Gobo-Bildern in einem komprimierten Format bereitgestellt. Das Format kann eine komprimiertes Bitmap, wie beispielsweise ein JPEG-Bild sein, wobei es jedoch bevorzugterweise ein Bild vom vektorisierten Typ ist, das eine mathematische Beschreibung oder geometrische Beschreibung angibt, wie beispielsweise eine sogenannte EPS-Datei. Die Information wird verwendet, um den Rand des Bildes festzulegen, das erzeugt wird, und es kann erlaubt sein, dass alles innerhalb des Randes ignoriert wird. Sie kann für eine Videoquelle, einen schattenlosen Verfolgerscheinwerfer, ein standardmäßiges oder kundenspezifisches Gobo-Bild, externes Video, Standbilder, Effekte, wie beispielsweise Randschärfung, Rotation, Punkillismus oder Überblendung zwischen Video-Feeds verwendet werden.

Patentansprüche

1. Gekühltes befehlsgesteuertes Lampenelement (**104**) zur Verwendung bei der einer Bühnenbeleuchtung, mit:

einem Kommunikationscontroller zum Empfangen von Information über eine Kommunikationsverbindung (**102**), wobei die Information sich bewegende Lichtformen angibt, die zu projizieren sind;
einer Lichtquelle (**110**);

einem digitalen Spiegel (**120**), der optisch mit der Lichtquelle in Reihe gekoppelt und außerdem beabstandet von der Lichtquelle angebracht ist, um die Ausgabe der Lichtquelle basierend auf der Information zu formen;
einem Bildprozessor (**212**), der konfiguriert ist, um sukzessiv sich bewegende Lichtformen basierend auf der Information zu berechnen, und die sich bewegenden Lichtformen zu verwenden, um den digitalen Spiegel (**120**) zu steuern; gekennzeichnet durch:

ein Kühlsystem (**802–806**), das zwischen der Lichtquelle und dem digitalen Spiegel angeordnet ist, um dadurch den digitalen Spiegel thermisch gegen Wärme zu isolieren, die durch einen heißen Spot erzeugt wird, der von der Lichtquelle innerhalb des befehlsgesteuerten Lampenelements entsteht.

2. Gekühltes befehlsgesteuertes Lampenelement gemäß Anspruch 1, bei dem das Kühlsystem (**802–806**) eine Mehrzahl von Ventilatoren (**802–806**) aufweist, die funktionsfähig sind, um eine Luftbarriere (**900**) zwischen der Lichtquelle (**110**) und dem digitalen Spiegel (**120**) zu erzeugen.

3. Gekühltes befehlsgesteuertes Lampenelement gemäß Anspruch 2, bei dem die Mehrzahl von Ventilatoren (**802–806**) in der Nähe der Lichtquelle (**110**) angeordnet ist.

4. Gekühltes befehlsgesteuertes Lampenelement gemäß Anspruch 2, ferner mit mindestens einem sekundären Ventilator (**902**), der funktionsfähig ist, um einen Teil der Luft von der Luftbarriere (**900**) mit einem oder mehreren Bereichen innerhalb des befehlsgesteuerten Lampenelements (**104**) zu koppeln.

5. Gekühltes befehlsgesteuertes Lampenelement gemäß Anspruch 2, ferner mit:
einem Gehäuse;
und wobei die Luftbarriere (**900**) funktionsfähig ist, um den digitalen Spiegel (**120**) von der Lichtquelle (**110**) zu trennen und thermisch zu isolieren.

6. Gekühltes befehlsgesteuertes Lampenelement gemäß Anspruch 5, bei dem das Kühlsystem ferner einen Pick-off-Ventilator (**902**) umfasst, der benachbart der Luftbarriere (**900**) lokalisiert ist und funktionsfähig ist, um Luft von der Luftbarriere zu koppeln, um einen oder mehrere Bereiche innerhalb des Gehäuses zu kühlen.

7. Gekühltes befehlsgesteuertes Lampenelement gemäß einem vorhergehenden Anspruch, bei dem der Bildprozessor ein digitaler Master-Signalprozessor ist.

8. Digitalgesteuertes Bühnenbeleuchtungssystem, mit:
einer Konsole (**100**) zum Erzeugen von Information, die projizierende, sich bewegende Lichtformen angibt;
einer Kommunikationsverbindung (**102**), die mit der Konsole gekoppelt ist und die Information empfängt; und
einem gekühlten befehlsgesteuerten Lampenelement (**104**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7.

9. System gemäß Anspruch 8, ferner mit einer Mehrzahl von Slave-Kommunikationseinheiten (**220–226**), die jeweils einen damit zugeordneten Motor aufweisen, und wobei die Information einen Befehl an den Motor

an einer der Slave-Kommunikationseinheiten umfasst.

10. System gemäß Anspruch 9, bei dem jede der Slave-Kommunikationseinheiten (**220–226**) einen digitalen Signalprozessor aufweist, der Information verarbeitet, die durch den Bildprozessor (**212**) erzeugt und über die Kommunikationsverbindung (**102**) gesendet wird.

Es folgen 23 Blatt Zeichnungen

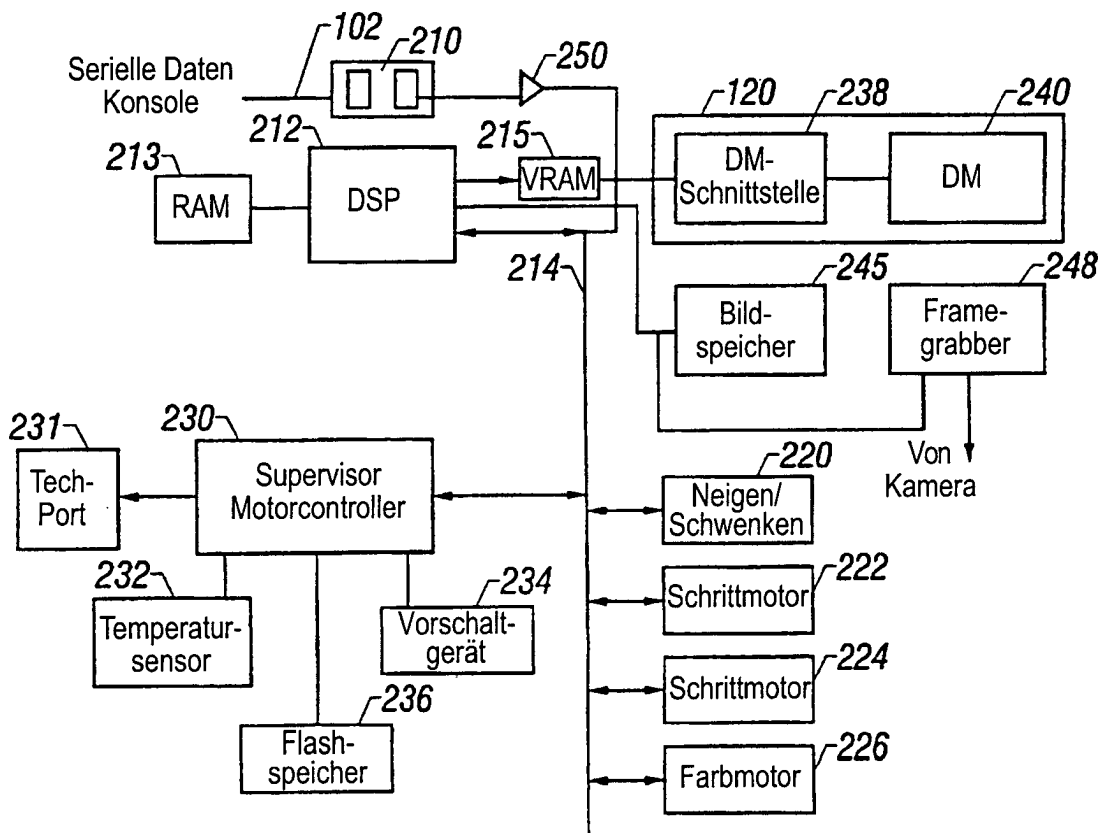


FIG. 2

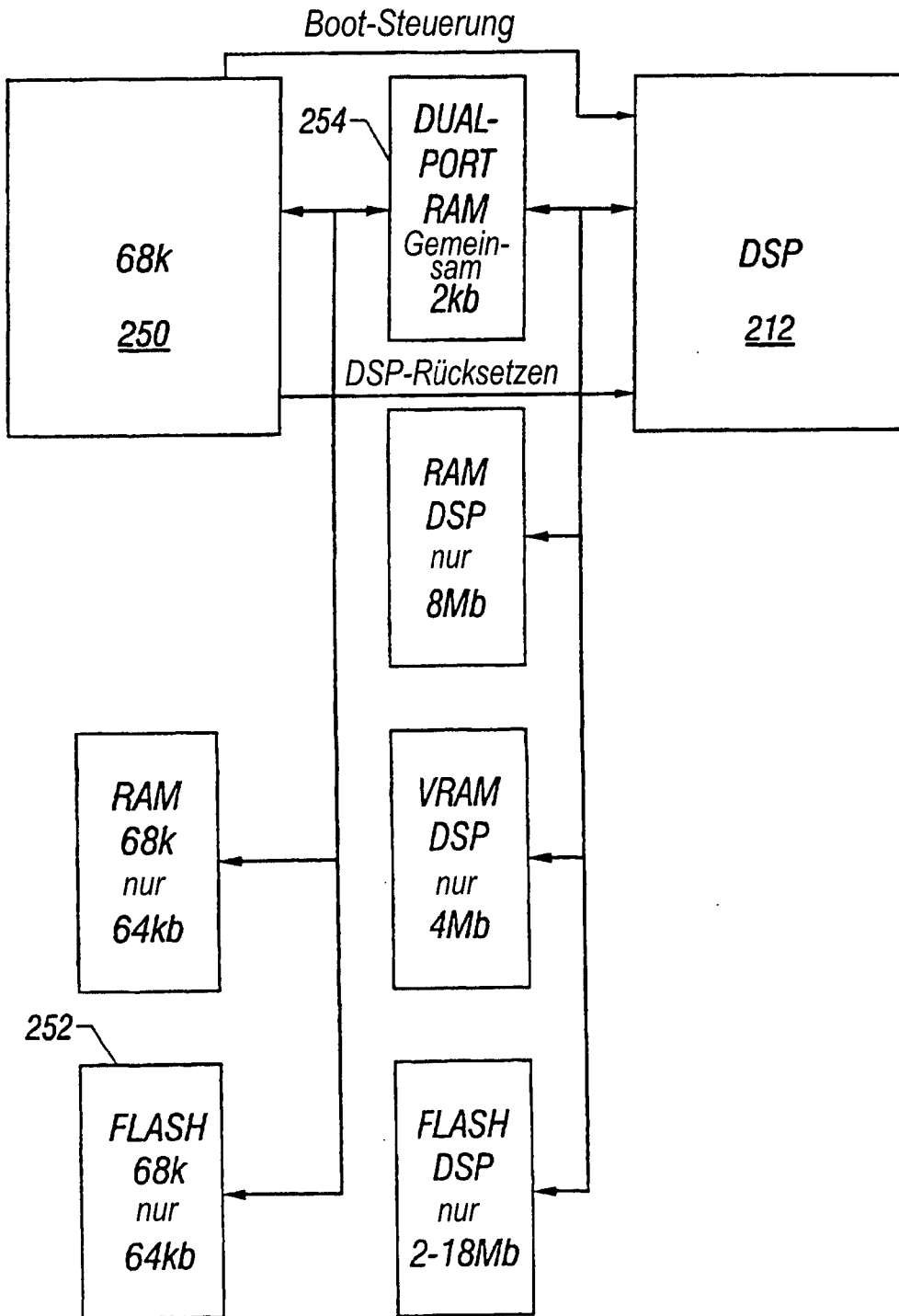


FIG. 2A

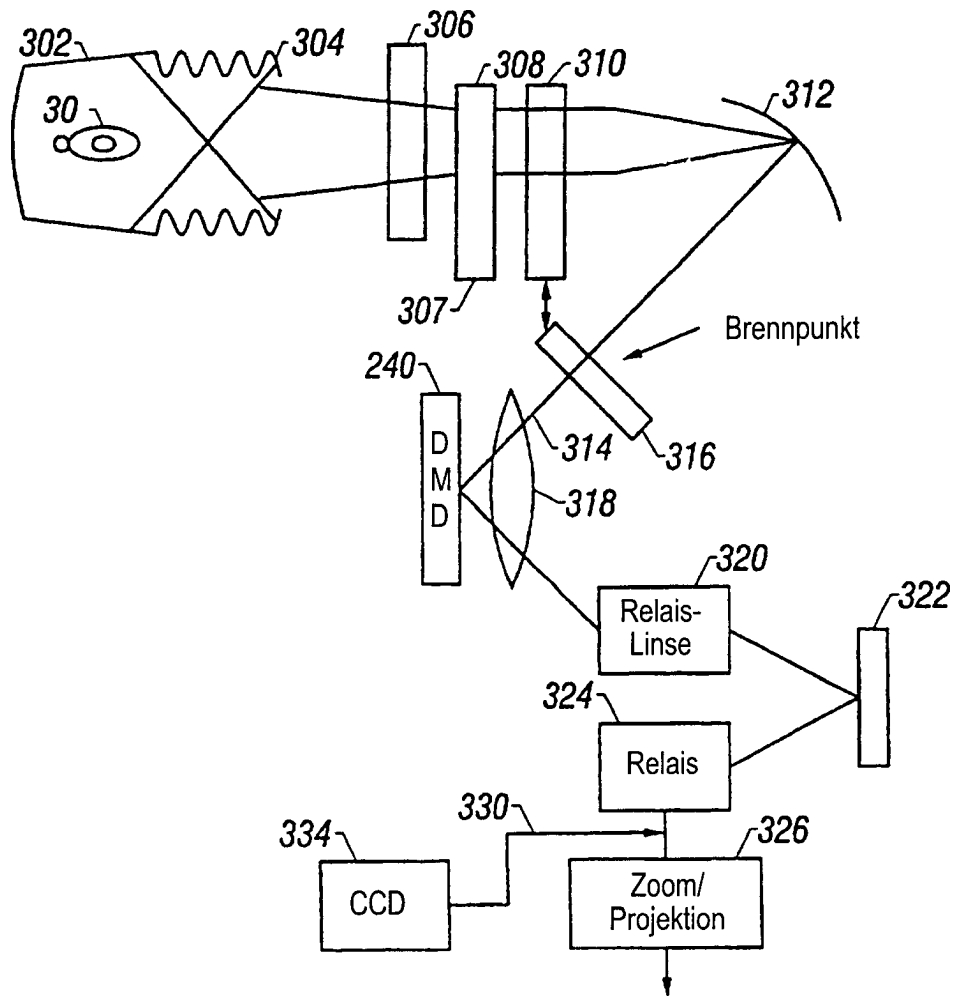


FIG. 3

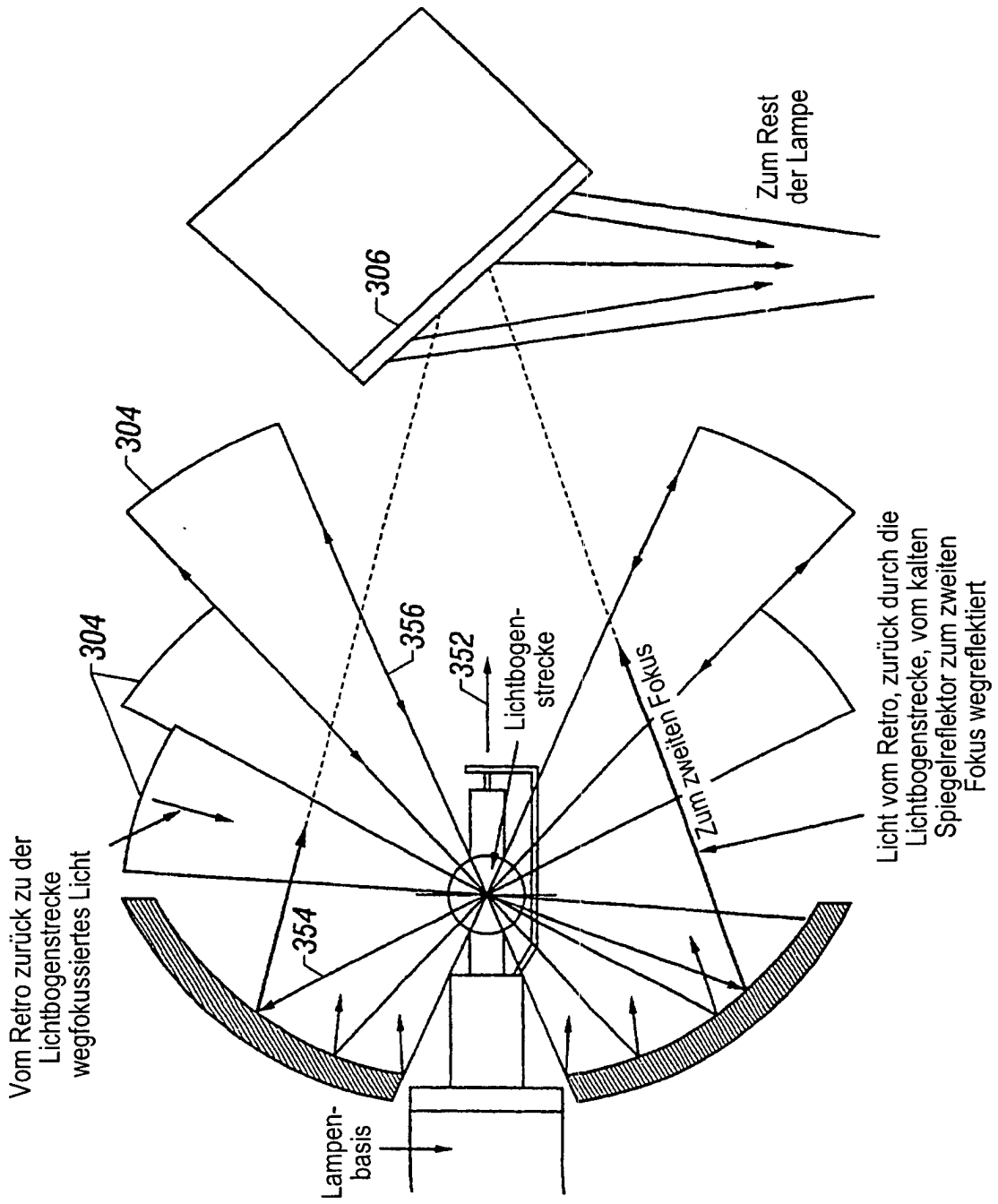


FIG. 3A

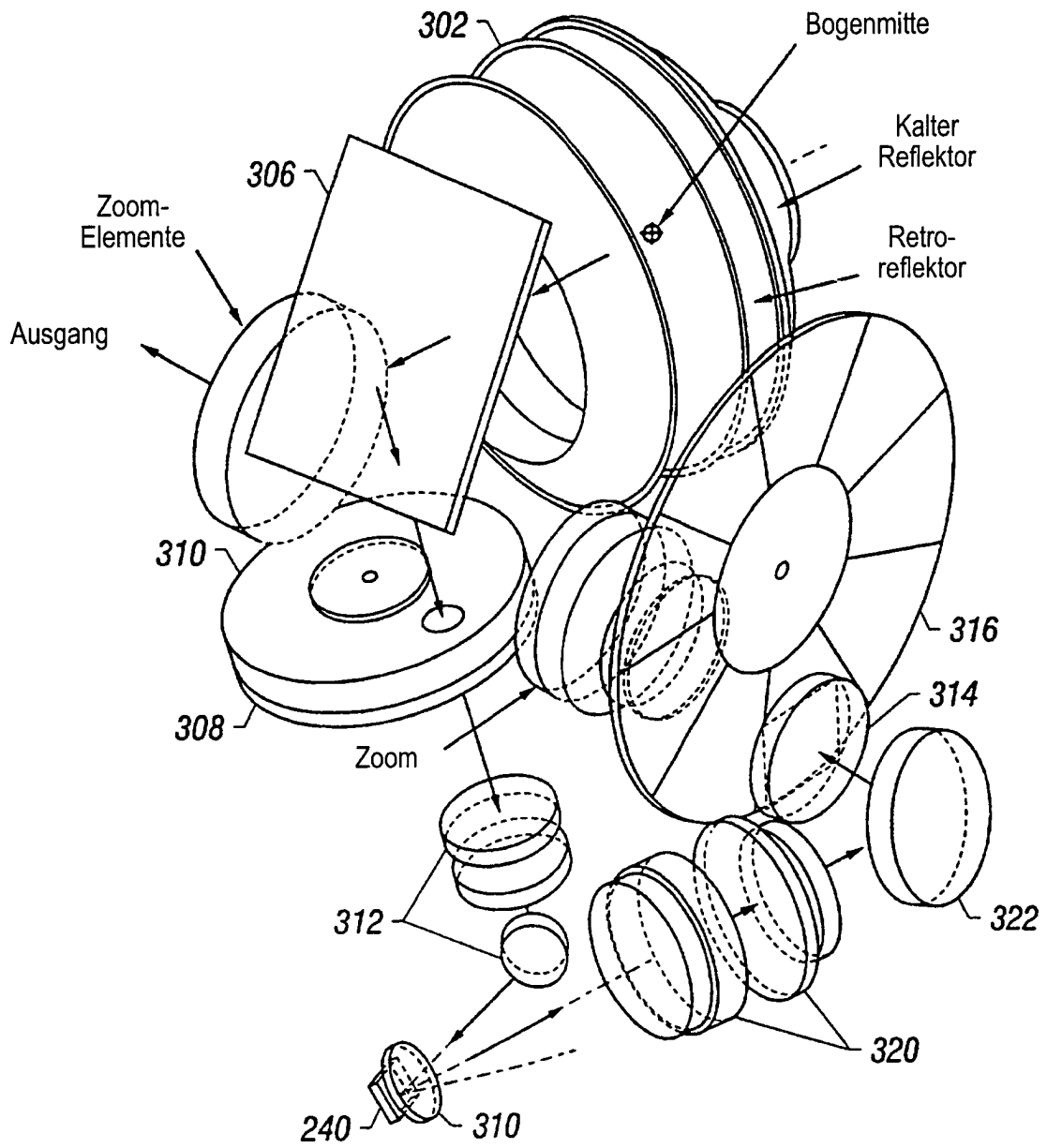


FIG. 3B

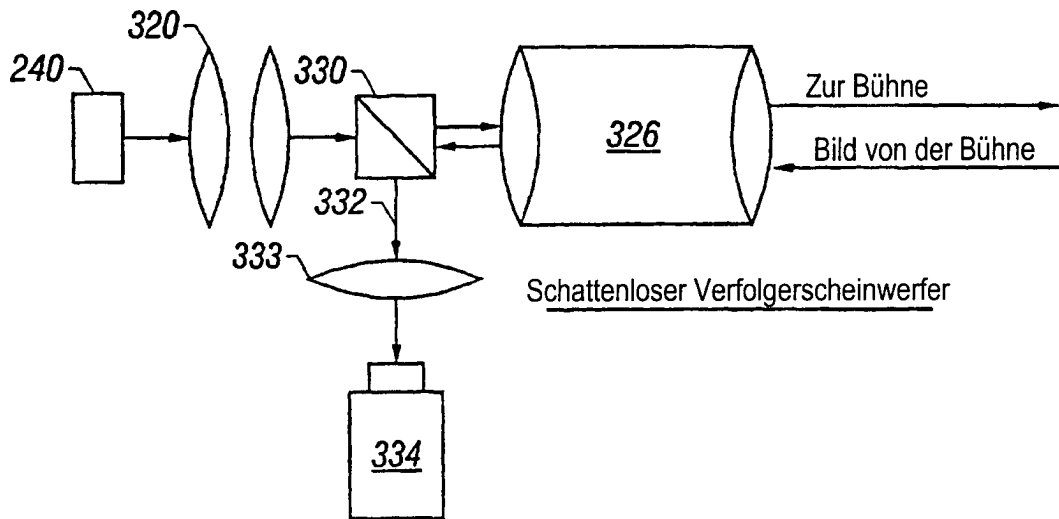
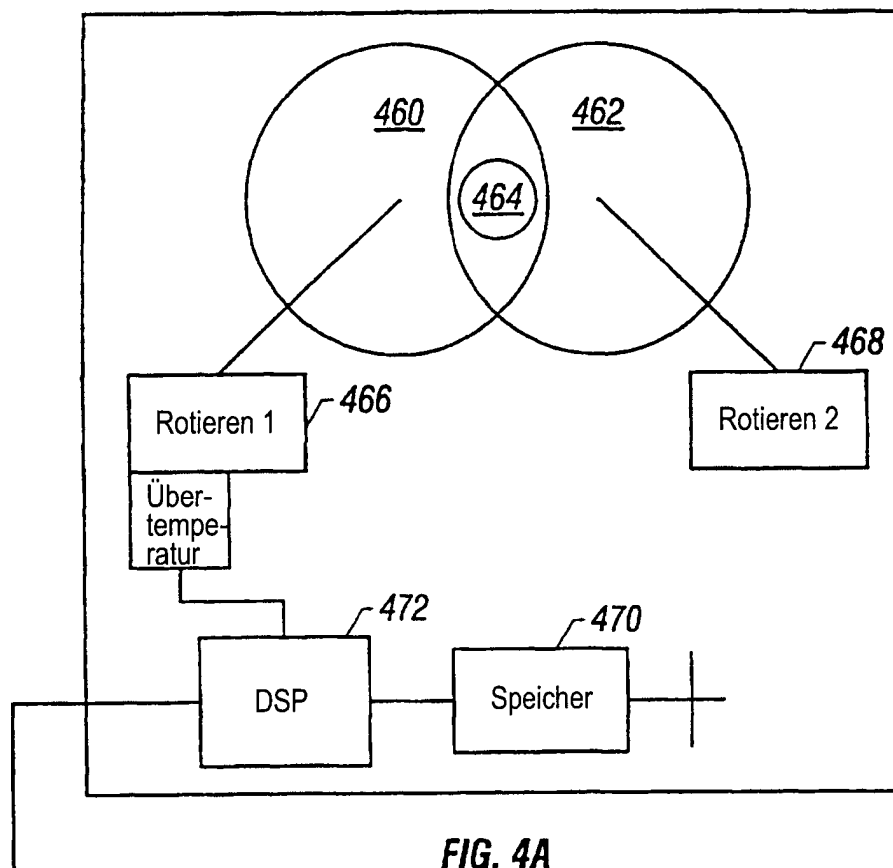


FIG. 3D



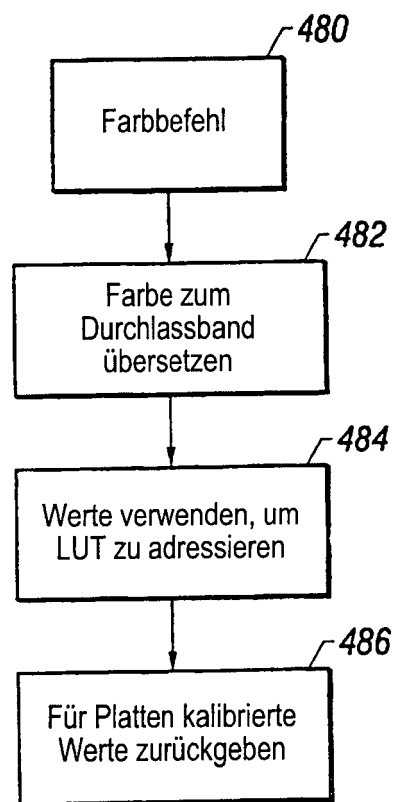


FIG. 4B

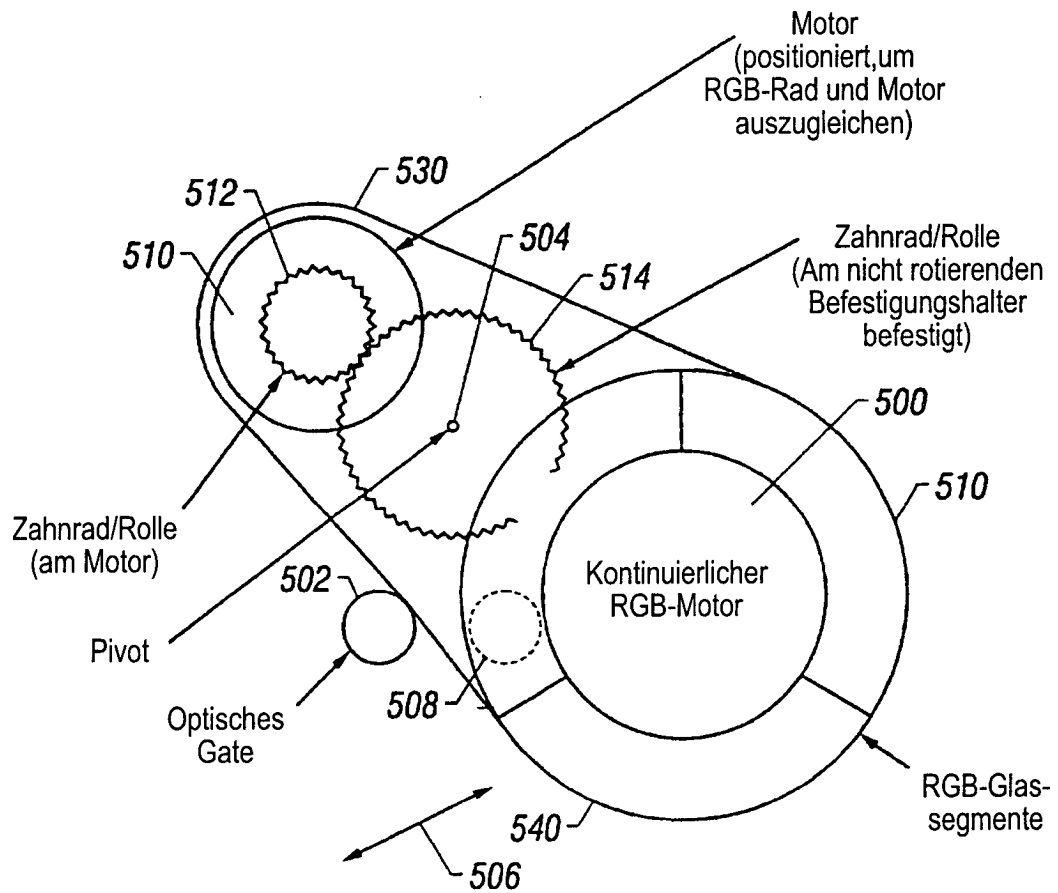


FIG. 5

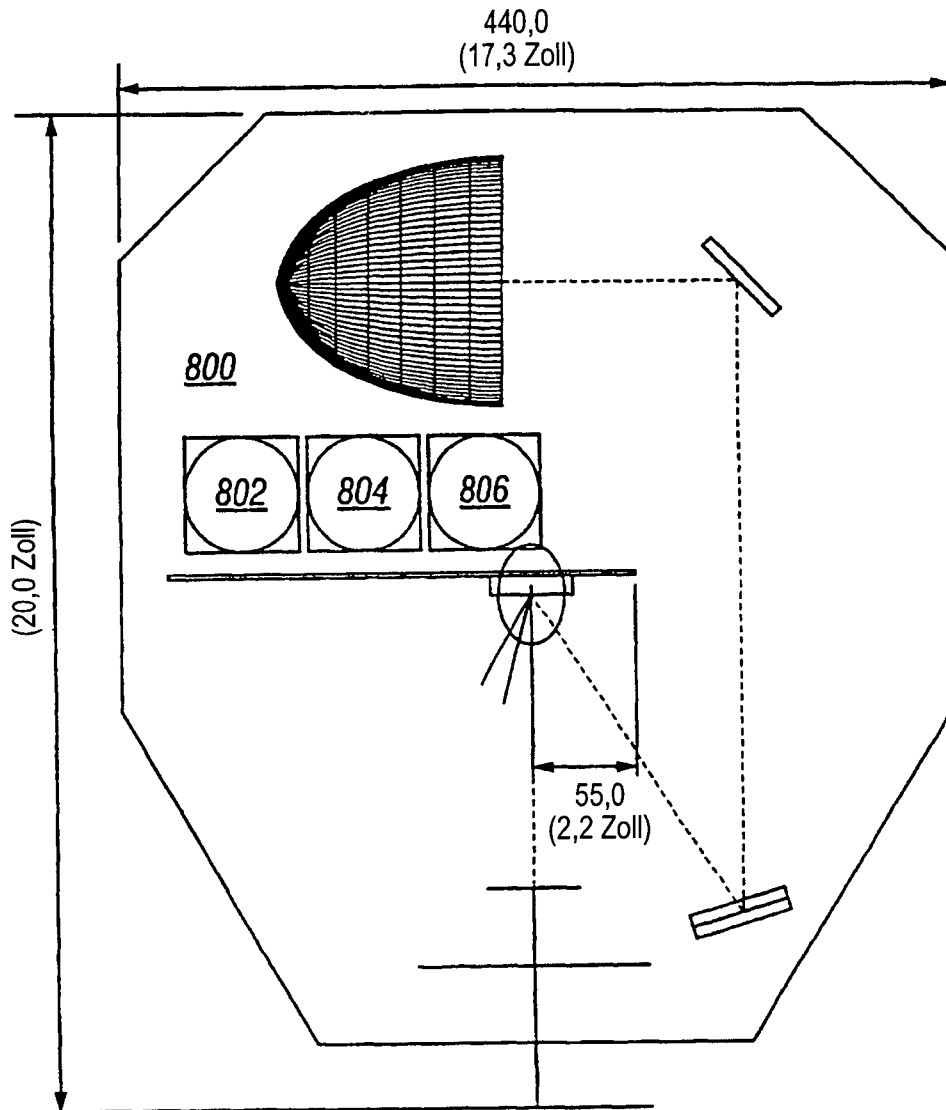


FIG. 8

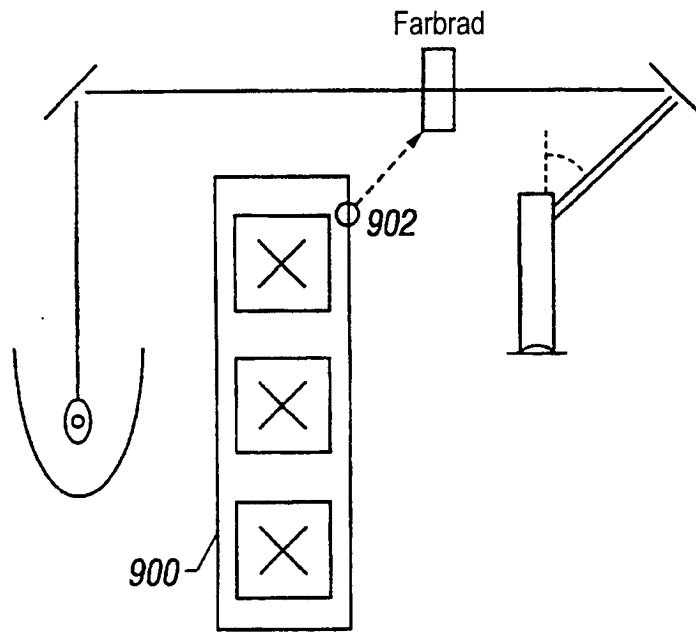


FIG. 9

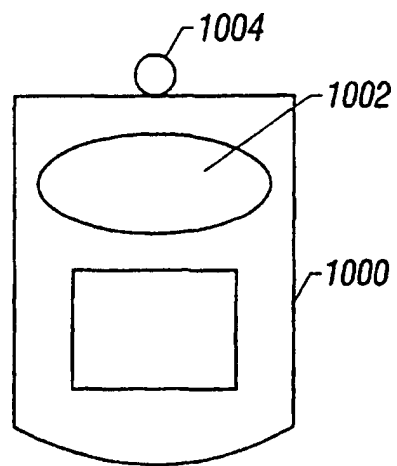


FIG. 10

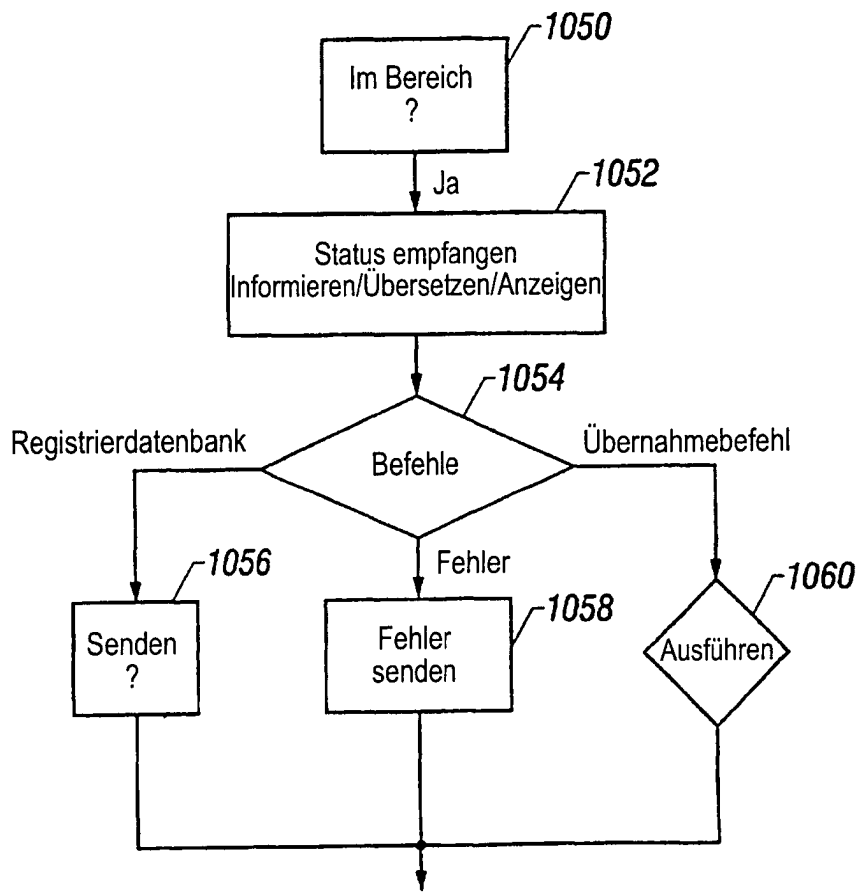


FIG. 10A

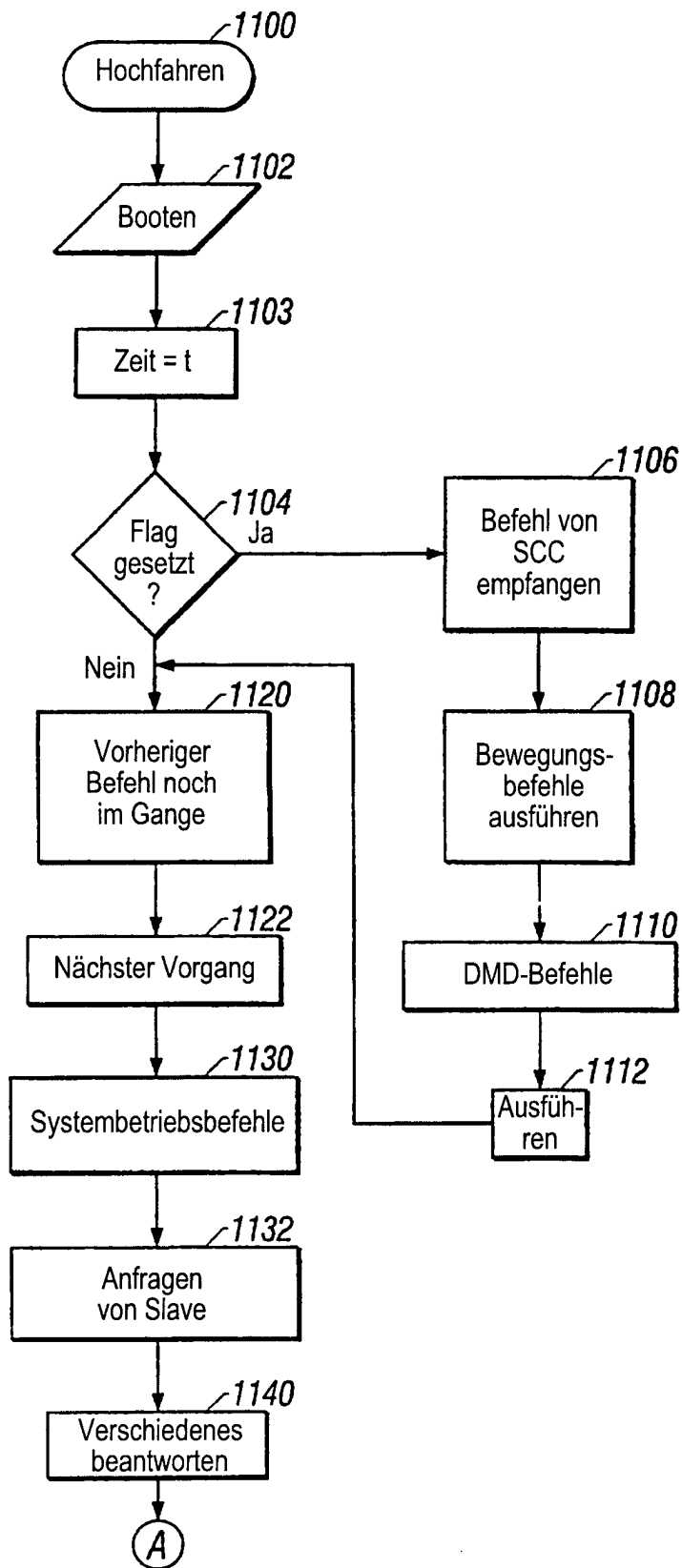


FIG. 11

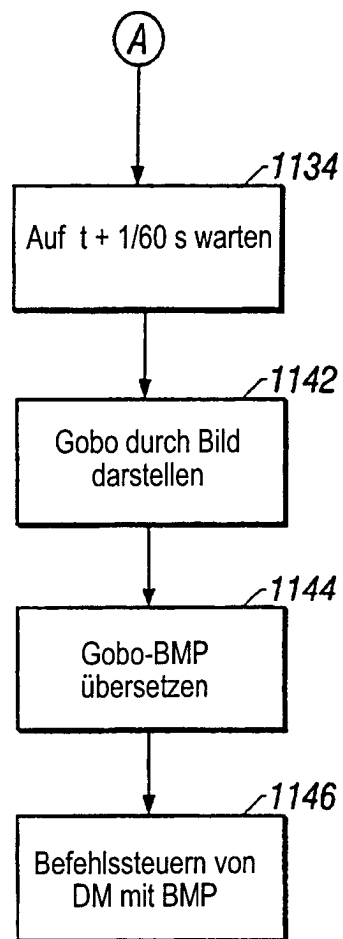
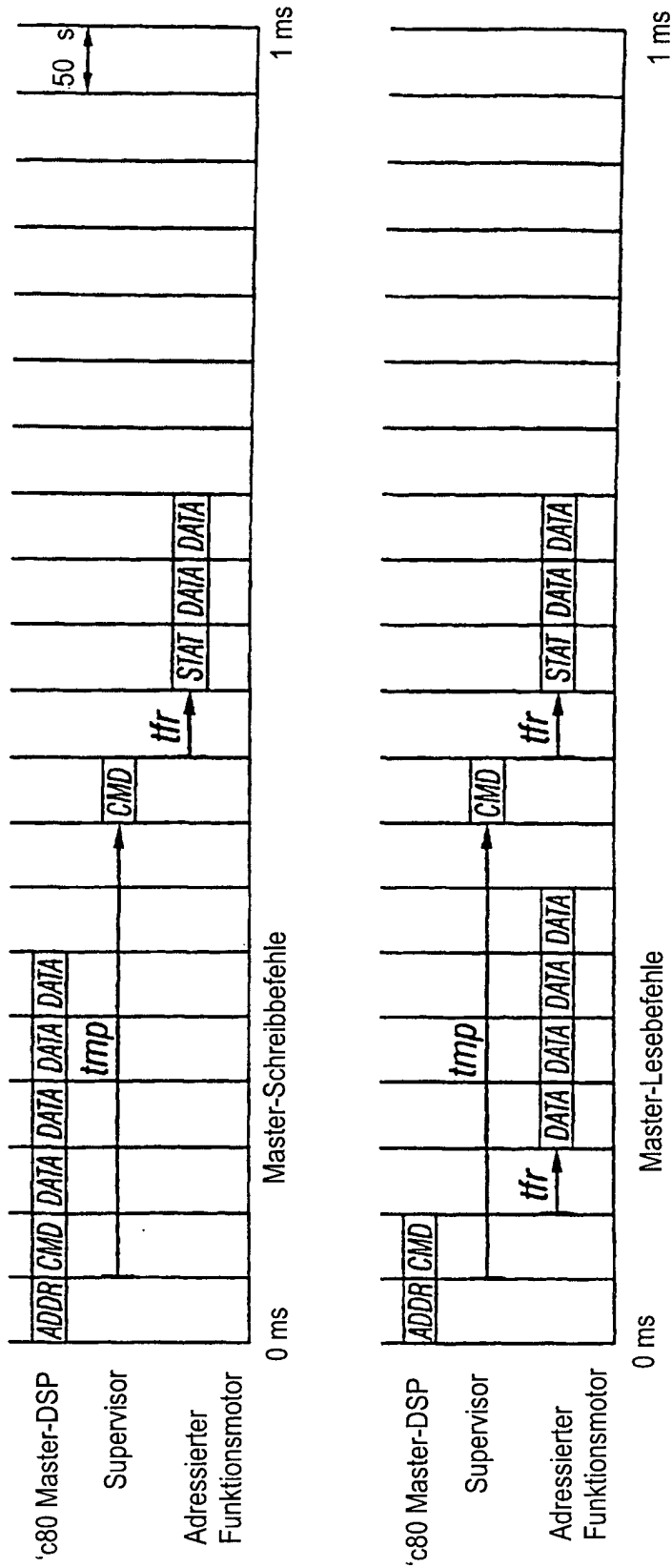


FIG. 11A



Bezeichnung	Beschreibung	Minimum	Typisch	Maximum
tmp	Master-Phasenzeit		350 s	50 s
tfr	Funktionsantwortzeit	0 s		

FIG. 13

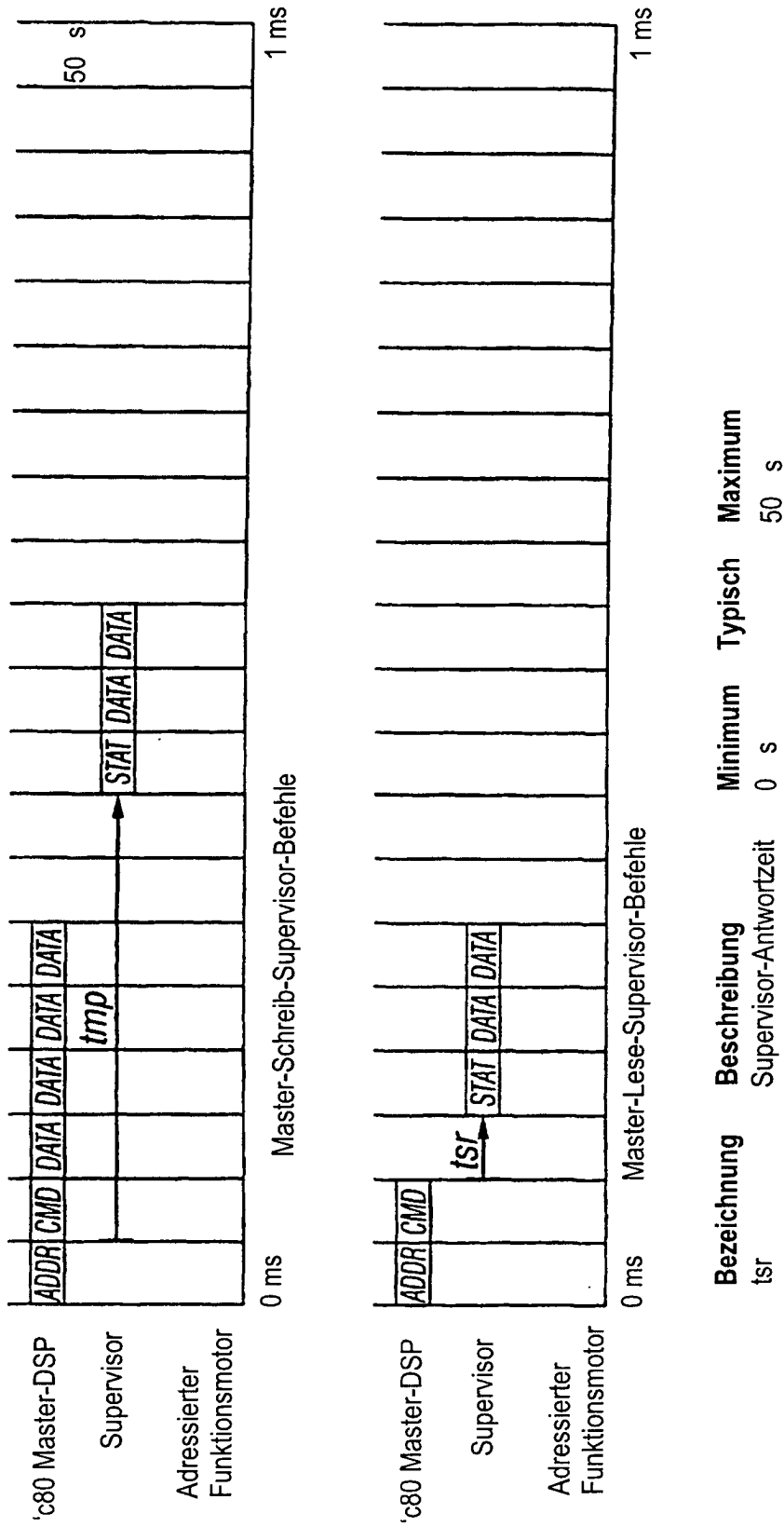
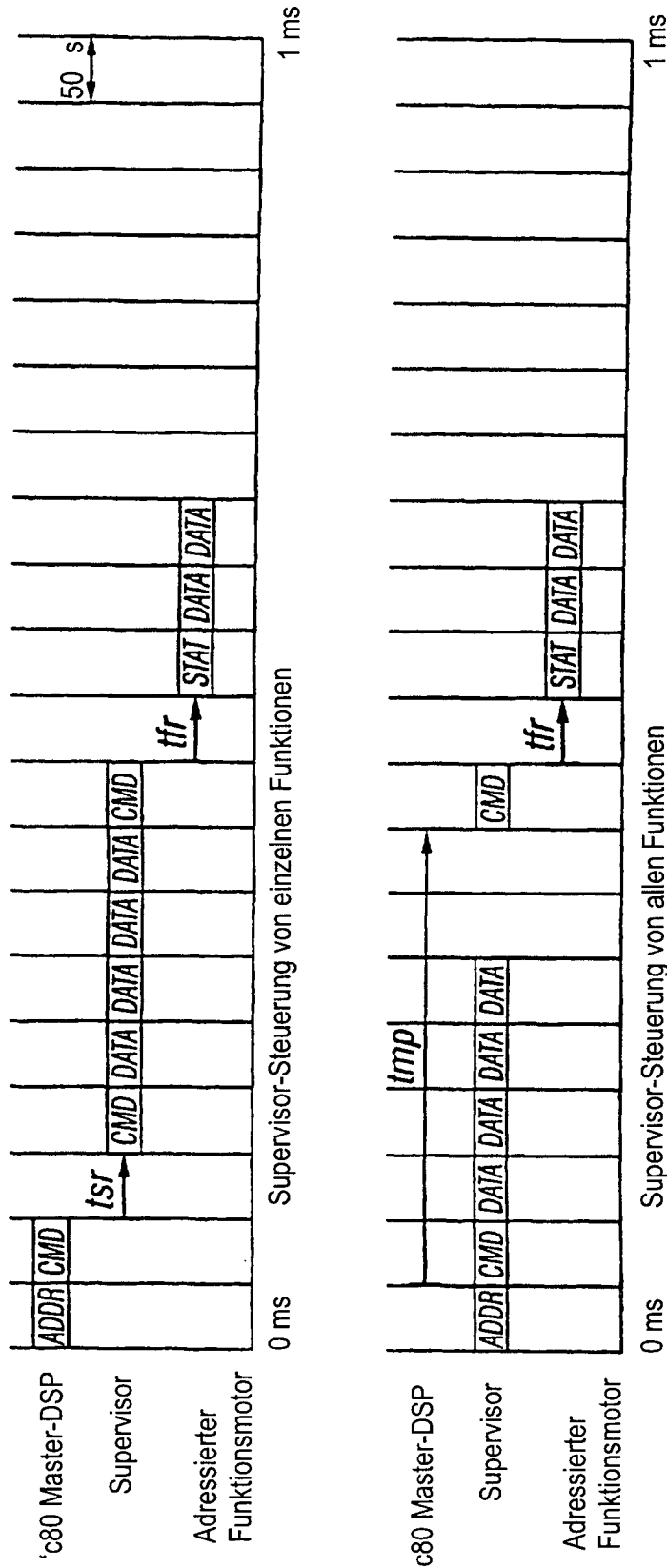


FIG. 14



Bezeichnung	Beschreibung	Minimum	Typisch	Maximum
tmp	Master-Phasenzeit		350 s	
tfr	Funktionsantwortzeit	0 s		50 s
tsr	Supervisor-Antwortzeit	0 s		50 s

FIG. 15

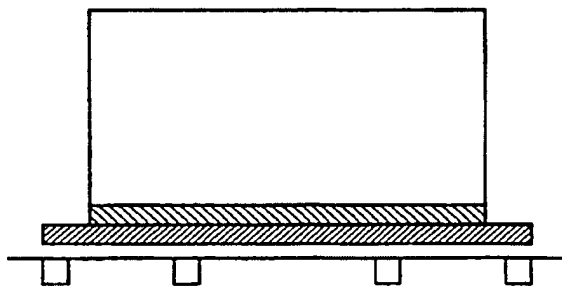


FIG. 16