



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 81 121 B4** 2007.03.15

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **198 81 121.7**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/05834**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/001012**  
(86) PCT-Anmeldetag: **24.03.1998**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **07.01.1999**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **05.08.1999**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **15.03.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B41J 2/125** (2006.01)  
**H01L 33/00** (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:  
**08/885,486 30.06.1997 US**

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

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

(72) Erfinder:  
**Walker, Steven H., Camas, Wash., US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DD 01 54 397**  
**US 53 29 210 A**  
**US 54 63 648**  
**EP 04 41 965 A1**  
**DE-Z.: W.S. Ludolf, "Grundlagen der optischen Übertragungstechnik - Eine Einführung für Anwender - Teil 6", Technisches Messen 50, Jahrgang, 1983, Heft 2, S. 49-54;**  
**Engl. Abstract von JP 05-03 38 199 A, JPO & Japio, 1993;**

(54) Bezeichnung: **Beschleunigtes Beleuchtungsansprechsystem für lichtemittierende Dioden**

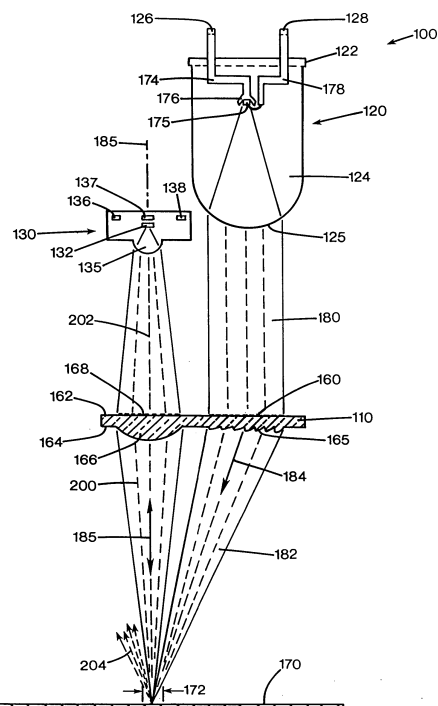
(57) Hauptanspruch: Ein Verfahren zum Bestimmen von Informationen über ein Druckmedium und/oder Tintentröpfchen, die durch einen Tintenstrahl Druckmechanismus (20) auf ein Medium (170) gedruckt werden, mit folgenden Schritten:

Beleuchten ausgewählter Abschnitte (172) des Mediums (170) durch eine lichtemittierende Diode (120) durch folgende Teilschritte:

Anlegen (322) eines Hochstrompulses (324) an die lichtemittierende Diode (120) für eine ausgewählte Dauer, um die Diode (120) leuchten zu lassen; und

nach der ausgewählten Dauer Treiben (328) der lichtemittierenden Diode mit einem normalen Treiberstrom (330) bis eine Beleuchtungsausgabe von der lichtemittierenden Diode (120) in einem vorbestimmten Bereich um einen stationären Pegel (336) liegt; und

Empfangen von Licht (200), das von den beleuchteten ausgewählten Abschnitten (172) des Mediums (170) reflektiert wird, und Erzeugen eines Ausgangssignal (316), das eine Amplitude aufweist, die proportional zu dem Reflexionsvermögen des Mediums (170) an den beleuchteten ausgewählten Abschnitten (172) ist, wobei die ausgewählte Dauer eine Zeit aufweist, die derart...



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf ein beschleunigtes Beleuchtungsansprechsystem zum Steuern einer lichtemittierenden Diode ("LED"), das zum Überwachen verschiedener Parameter in einem Tintenstrahldruckmechanismus verwendet werden kann, beispielsweise um den Druckmedientyp, der in den Druckmechanismus geladen ist, beispielsweise Papier oder Transparentmedien, zu überwachen, oder um den Ort von Tintentröpfchen auf dem Druckmedium zu überwachen, so daß der Druckmechanismus ein zukünftiges Drucken für optimale Bilder einstellen kann.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Tintenstrahldruckmechanismen verwenden Kassetten, die häufig als "Stifte" bezeichnet werden, die Tröpfchen einer gefärbten Flüssigkeit, die hierin allgemein als "Tinte" bezeichnet wird, auf eine Seite schießen. Jeder Stift besitzt einen Druckkopf, der mit sehr kleinen Düsen ausgebildet ist, durch die Tintentröpfchen abgeschossen werden. Um ein Bild zu drucken, wird der Druckkopf rückwärts und vorwärts über die Seite bewegt, wobei Tintentröpfchen in einem gewünschten Muster abgeschossen werden, während sich derselbe bewegt. Der spezielle Tintenausstoßmechanismus in dem Druckkopf kann eine Vielzahl unterschiedlicher Formen annehmen, die Fachleuten bekannt sind, beispielsweise solche, die eine piezoelektrische oder thermische Druckkopftechnologie verwenden. Beispielsweise sind zwei frühere thermische Tintenausstoßmechanismen in den US-Patenten 5,278,584 und 4,683,481, beide von der Anmelderin der vorliegenden Anmeldung, der Hewlett-Packard Company, gezeigt. Bei einem thermischen System ist eine Barrierenschicht, die Tintenkanäle und Verdampfungskammern enthält, zwischen einer Düsenöffnungsplatte und einer Substratschicht angeordnet. Diese Substratschicht enthält typischerweise lineare Arrays von Heizelementen, beispielsweise Widerständen, die erregt werden, um Tinte in den Verdampfungskammern zu erwärmen. Auf die Erwärmung hin wird ein Tintentröpfchen von einer Düse, die dem erregten Widerstand zugeordnet ist, ausgestoßen. Durch ein selektives Erregen der Widerstände, während sich der Druckkopf über die Seite bewegt, wird die Tinte in einem Muster auf das Druckmedium ausgestoßen, um ein gewünschtes Bild zu erzeugen (beispielsweise eine Zeichnung, ein Diagramm oder Text).

**[0003]** Um den Druckkopf zu reinigen und zu schützen, ist typischerweise ein "Wartungsstation"-Mechanismus in dem Druckerchassis befestigt, wobei der Druckkopf zur Wartung über die Station bewegt werden kann. Zur Lagerung, oder während druckfreier

Perioden, besitzen die Wartungsstationen üblicherweise ein Abdeckungssystem, das die Druckkopfdüsen hermetisch gegenüber Verunreinigungen und einem Trocknen abdichtet. Einige Abdeckungen sind ferner entworfen, um ein Vorpumpen zu erleichtern, indem dieselben mit einer Pumpeinheit verbunden sind, die ein Vakuum für den Druckkopf liefert. Während des Betriebs werden Verstopfungen in dem Druckkopf periodisch gereinigt, indem eine Anzahl von Tintentröpfchen in einem Verfahren, das als "Ausspritzen" bekannt ist, durch jede der Düsen abgeschossen wird, wobei die ausgespritzte Tinte in einem "Spritzbehälter"-Reservoirabschnitt der Wartungsstation gesammelt wird. Die meisten Wartungsstationen besitzen einen elastischen Wischer, der nach dem Ausspritzen, dem Entfernen der Abdeckung oder gelegentlich während des Druckens die Druckkopfoberfläche wischt, um einen Tintenrest zu beseitigen, sowie jeglichen Papierstaub oder anderen Schmutz, der sich auf dem Druckkopf gesammelt hat.

**[0004]** Um ein Bild zu drucken, wird der Druckkopf rückwärts und vorwärts über eine Druckzone oberhalb des Blatts bewegt, wobei der Stift Tintentröpfchen abschießt, während sich derselbe bewegt. Durch ein selektives Erregen der Widerstände, während sich der Druckkopf über das Blatt bewegt, wird die Tinte in einem Muster auf das Druckmedium ausgestoßen, um ein gewünschtes Bild zu erzeugen (beispielsweise eine Zeichnung, ein Diagramm oder Text). Die Düsen sind typischerweise in linearen Arrays angeordnet, die sich üblicherweise nebeneinander auf dem Druckkopf befinden, parallel zueinander und senkrecht zu der Bewegungsrichtung, wobei die Länge der Düsenarrays eine Druck-Durchlaufbreite oder ein -band definiert. Das heißt, daß, wenn alle Düsen eines Arrays kontinuierlich abgeschossen werden würden, während der Druckkopf eine vollständige Überquerung durch die Druckzone durchführt, ein Band oder eine Durchlaufbreite von Tinte auf dem Blatt erscheinen würde. Die Breite dieses Bandes ist als die "Bandbreite" des Stifts bekannt, das maximale Tintemuster, das in einem einzelnen Durchlauf eingebracht werden kann. Das Medium wird durch die Druckzone bewegt, typischerweise um eine Bandbreite zu einer Zeit, obwohl bestimmte Druckschemata das Medium inkremental um beispielsweise eine halbe oder eine viertel Bandbreite für jeden Druckkopfdurchlauf bewegen, um eine schindelartige Tropfenplazierung zu erhalten, was das Erscheinungsbild des fertigen Bilds verbessert.

**[0005]** Tintenstrahldrucker, die für den Heimmarkt entworfen sind, besitzen häufig eine Vielzahl von in Konflikt stehenden Entwurfskriterien. Beispielsweise diktiert der Heimmarkt, daß ein Tintenstrahldrucker für eine Massenherstellung und eine Lieferung zum niedrigstmöglichen Preis entworfen wird, mit einer besseren als einer mittleren Druckqualität zusammen

mit einer maximal einfachen Verwendung. Mit einer sich fortsetzenden Zunahme des Druckerverhaltens nimmt auch die Herausforderung des Beibehaltens eines Gleichgewichts zwischen diesen in Konflikt stehenden Entwurfskriterien zu. Beispielsweise ist das Druckerverhalten bis zu einem Punkt fortgeschritten, an dem Entwürfe betrachtet werden, die vier getrennte monochromatische Druckköpfe verwenden, was eine Gesamtzahl von über 1200 Düsen zur Folge hat, die Tintentropfen, die so klein sind, daß sie sich einem Nebel annähern, erzeugen.

**[0006]** Ein Drucken mit derart hoher Auflösung erfordert sehr strenge Herstellungstoleranzen hinsichtlich dieser neuen Stifte; jedoch ist das Beibehalten solcher strengen Toleranzen häufig schwierig, wenn ferner versucht wird, einen zufriedenstellenden Herstellungsbetrag der neuen Stifte zu erhalten. Tatsächlich diktieren die Eigenschaften, die das Stiftverhalten verbessern, sogar strengere Prozeßsteuerungen, die ungünstigerweise einen geringeren Stiftertrag zur Folge haben, da Stifte ausgemustert werden, da dieselben diese hohen Qualitätsstandards nicht erfüllen. Um hohe Ausmusterungsraten zu kompensieren, sind die Kosten der Stifte, die schließlich verkauft werden, erhöht. Folglich wäre es erwünscht, eine Möglichkeit zu finden, Stifte mit leichten Abweichungen ökonomisch zu steuern, ohne Druckqualität zu opfern, was höhere Stifterträge (eine geringere Ausmusterungsrate) und geringere Preise für die Verbraucher zur Folge hätte.

**[0007]** Überdies machte es die hohe Anzahl von Stiften bei diesen neuen Druckerentwürfen, ebenso wie die mikroskopische Größe der Tintentröpfchen derselben, unvernünftig, zu erwarten, daß Verbraucher irgendeinen Typ einer Stiftausrichtungsprozedur durchführen. In der Vergangenheit druckten frühere Drucker mit größeren Tropfenvolumen ein Testmuster für eine Beurteilung durch den Verbraucher und ein nachfolgendes Auswählen des optimalen Stiftausrichtungsmusters. Ungünstigerweise sind die kleinen Tröpfchen der neuen Stifte schwierig zu sehen, wobei der feine Abstand der Druckkopfdüsen, d.h. die größere Anzahl von Punkten pro Inch ("dpi"-Verhältnis), die während des Druckens eingebracht wird, die Schwierigkeit dieser Aufgabe noch erhöht. Aus dieser Lage, bei der Fortschritte bei der Druckqualität eine Verbraucherstiftausrichtung zu einer nahezu unmöglichen Aufgabe machten, entstand das Konzept des Regelkreis-Tintenstrahldruckens.

#### Stand der Technik

**[0008]** Beim Regelkreis-Tintenstrahldrucken werden Sensoren verwendet, um eine spezielle interessierende Eigenschaft zu bestimmen, wobei der Drucker dann das Sensorsignal als ein Eingangssignal verwendet, um die spezielle Eigenschaft einzustellen. Für eine Stiftausrichtung kann ein Sensor ver-

wendet werden, um die Position von Tintentröpfchen, die von jedem Druckkopf erzeugt werden, zu messen. Der Drucker verwendet dann diese Informationen, um die Zeitgebung des Erregens der Abschußwiderstände einzustellen, um die resultierenden Tröpfchen in Ausrichtung zu bringen. Bei einem solchen Regelkreissystem ist eine Benutzerintervention nicht länger erforderlich, so daß die Einfachheit der Benutzung maximiert ist.

**[0009]** Das Regelkreis-Tintenstrahldrucken kann auch den Stiftertrag erhöhen, indem ermöglicht ist, daß der Drucker Abweichungen zwischen einzelnen Stiften kompensiert, die andernfalls als die strengen Qualitätskontrollstandards nicht erfüllend ausgemustert worden wären. Das Tropfenvolumen ist ein gutes Beispiel für diesen Kompromißtyp. In der Vergangenheit besaßen die Spezifikationen für das Tropfenvolumen relativ strenge Toleranzen, um eine Farbsteuerung beizubehalten. Bei einem Regelkreissystem kann das tatsächliche Farbgleichgewicht überwacht und dann durch das Druckerabschuß-Steuersystem kompensiert werden. Folglich können die Entwurfstoleranzen bezüglich des Tropfenvolumens gelockert werden, was ermöglicht, daß mehr Stifte die Qualitätskontrolle bestehen, was den Stiftertrag erhöht. Ein höherer Stiftertrag hat Vorteile für die Verbraucher, indem es möglich ist, daß die Hersteller höhere Volumen erzeugen, was geringere Stiftkosten für die Verbraucher zur Folge hat.

**[0010]** In der Vergangenheit waren Regelkreis-Tintenstrahldrucksysteme für den Heimdruckermarkt zu aufwendig, obwohl sich dieselben bei höherwertigen Produkten als möglich erwiesen. Beispielsweise wurden bei dem DesignJet® 755-Tintenstrahlplotter und der HP Color Copier **210**-Maschine, die beide von der Hewlett-Packard Company aus Palo Alto, Kalifornien, hergestellt werden, die Stifte unter Verwendung eines optischen Sensors ausgerichtet. Der Plotter DesignJet® 755 verwendete einen optischen Sensor, der von der Hewlett-Packard Company aus Palo Alto, Kalifornien, als mit der Teilenummer C3195-60002 erhältlich ist, der hierin als der "HP'002"-Sensor bezeichnet wird. Die Maschine HP Color Copier **210** verwendet einen optischen Sensor, der von der Hewlett-Packard Company als Teilenummer C5302-60014, der hierin als der "HP'014"-Sensor bezeichnet wird, erhältlich ist. Der HP'014-Sensor ist funktionsmäßig ähnlich zu dem HP'002-Sensor, wobei jedoch der HP'014-Sensor eine zusätzliche Grünlicht-emittierende Diode (LED) und ein produktspezifischeres Gehäuse verwendet, um besser zu dem Entwurf der HP Color Copier **210**-Maschine zu passen. Beide diese höherwertigen Maschinen besitzen ein relativ geringes Produktionsvolumen, wobei jedoch die höheren Marktkosten derselben die Hinzufügung dieser relativ aufwendigen Sensoren rechtfertigen.

**[0011]** Fig. 12 ist ein schematisches Diagramm, das den optischen Aufbau des HP'002-Sensors zeigt, wobei sich der HP'014-Sensor von dem HP'002-Sensor primär bezüglich der Signalverarbeitung unterscheidet. Der HP'014-Sensor verwendet zwei grüne LEDs, um den Signalpegel zu erhöhen, so daß keine zusätzliche externe Verstärkung benötigt wird. Darüberhinaus ist ein variabler DC-Versatz (DC = direct current = Gleichstrom) in das HP'014-System eingebaut, um eine Signaldrift zu kompensieren. Der HP'002-Sensor besitzt eine blaue LED B, die ein blaues Licht B1 erzeugt, und eine grüne LED G, die ein grünes Licht G1 erzeugt, wohingegen der HP'014-Sensor (nicht gezeigt) zwei grüne LEDs verwendet. Der blaue Lichtstrahl B1 und der grüne Lichtstrahl G1 fallen entlang eines Orts D auf ein Druckmedium M ein und werden dann von dem Medium M als Lichtstrahlen B2 und G2 durch eine Linse L reflektiert, die dieses Licht als Strahlen B3 und G3 zum Empfang durch einen Photodetektor P fokussiert.

**[0012]** Auf den Empfang des fokussierten Lichts B3 und G3 hin erzeugt der Photodetektor P ein Sensorsignal S, das zu der Druckersteuerung C geliefert wird. Ansprechend auf das Photodetektorsensorsignal S und Positionsdaten S1, die von einem Codierer E auf dem Druckkopfwagen oder auf der Medienweiterbewegungsrolle (nicht gezeigt) empfangen werden, stellt die Druckersteuerung C ein Abschlußsignal F ein, das zu den Druckkopfwiderständen benachbart zu den Düsen N gesendet wird, um die Tinten-tröpfchenausgabe einzustellen. Aufgrund des spektralen Reflexionsvermögens der gefärbten Tinten wird die blaue LED B verwendet, um das Vorliegen von gelber Tinte auf dem Medium M zu erfassen, wohingegen die grüne LED G verwendet wird, um das Vorliegen von cyan- und magenta-farbiger Tinte zu erfassen, wobei beide Dioden verwendet werden, um schwarze Tinte zu erfassen. Somit kann die Druckersteuerung C bei Vorliegen des Eingangssignals S von dem Photodetektor P in Verbindung mit dem Codiererpositionssignal S1 von dem Codierer E bestimmen, ob ein Punkt oder eine Gruppe von Punkten an einem gewünschten Ort in einem Testmuster, das auf dem Medium M gedruckt wird, gelandet ist.

**[0013]** Historisch waren blaue LEDs schwache Leuchtmittel. Tatsächlich bemühten sich die Entwerfer des Plotters DesignJet® 755 sehr um Signalverarbeitungsstrategien, um diese schwache blaue Beleuchtung zu kompensieren. Die Entwerfer der HP Color Copier 210-Maschine sahen sich dem gleichen Problem gegenüber und entschieden, mit der direkten Erfassung von gelber Tinte weiterzumachen, und nicht zwei grüne LEDs mit einer Farbmischung zur Gelberfassung zu verwenden. Obwohl hellere blaue LEDs in der Vergangenheit verfügbar waren, waren dieselben unerschwinglich aufwendig, selbst für eine Verwendung in höherwertigen Produkten mit geringem Volumen. Beispielsweise hatte die blaue LED,

die bei dem HP'002-Sensor verwendet ist, eine Intensität von 15 mcd ("milli-candles"; ein candle  $\approx$  1,075 Candela). Um das Sensorsignal von dieser schwachen blauen Lichtquelle zu erhöhen, war ein 100-fach-Verstärker erforderlich, um dieses Signal 100-fach zu verstärken. Da der Verstärker bezüglich des Photodetektorabschnitts des HP'002-Sensors jedoch extern war, war diese Verstärkerkonfiguration für ausgebreitetes Rauschen anfällig. Überdies machte der Offset, der durch diesen 100-fach-Verstärker eingebracht wurde, die Signalverarbeitung komplizierter, indem erforderlich war, daß das Signal AC-gekoppelt (AC = alternating current = Wechselstrom) wurde. Zusätzlich wurde ein 10-Bit-A/D-Signalwandler (A/D = Analog/Digital) benötigt, um eine adäquate Auflösung mit diesem noch relativ geringen Signal zu erhalten.

**[0014]** Der HP'014-Sensor, der bei der HP Color Copier 210-Maschine verwendet ist, umfaßt die gleichen Optiken wie der HP'002-Sensor, der bei dem Plotter DesignJet® 755 verwendet ist, wobei jedoch der HP'014-Sensor kompakter ist, für eine einfache Anordnung angepaßt ist und etwa 40% der Größe des HP'002-Sensors aufweist. Sowohl der HP'002- als auch der HP'014-Sensor sind nicht gepulste DC-Sensoren (Gleichstrom-Sensoren), das heißt, die LEDs werden eingeschaltet und bleiben während der gesamten Bewegung des Sensors über das Medium eingeschaltet. Signalabtastwerte werden räumlich durch die Zustandsänderungen des Codiererstreifens ausgelöst, was der Druckersteuerung eine Rückkopplung bezüglich der Wagenposition während der Bewegung liefert. Bei der relativ geringen Wangengeschwindigkeit, die für die optische Abtastung verwendet ist, ist die Zeit, die zum Abtasten der Daten erforderlich ist, verglichen mit der Gesamtzeit zwischen jeder Codierierzustandsänderung gering. Um eine Überhitzung der LEDs während einer Abtastung zu verhindern, ist der DC-Vorwärtsstrom durch die LED begrenzt. Da die Beleuchtung mit einem zunehmenden Vorwärtsstrom zunimmt, begrenzt diese Strombegrenzung, um eine Überhitzung zu verhindern, die Helligkeit der LED auf einen Wert, der unter dem maximal möglichen liegt.

**[0015]** Die Entwerfer des HP'014-Sensors vermieden das Problem mit der blauen LED, indem eine neue Möglichkeit verwendet wurde, um gelbe Tinte mit grünen LEDs zu erfassen. Speziell wurde gelbe Tinte durch das Plazieren von Tropfen aus magenta-farbiger Tinte auf der Oberseite eines gelben Tintenbalkens erfaßt, wenn eine Stiftausrichtungsroutine durchgeführt wurde. Die magenta-farbige Tinte wandert durch die gelbe Tinte zu den Kanten des gelben Balkens, um das spektrale Reflexionsvermögen des gelben Balkens zu ändern, so daß die Ränder des Balkens erfaßt werden können, wenn derselbe durch die grünen LEDs beleuchtet wird. Ungünstigerweise besitzt dieses Gelbtinte-Erfassungsschema

Ergebnisse, die medienabhängig sind. Das heißt, daß das Mischen der zwei Tinten (Magenta und Gelb) stark durch die Oberflächeneigenschaften des Mediums beeinflusst ist. Für die Verwendung auf dem Heimdruckermarkt befinden sich die Medien in einem Bereich von einem speziellen Photoqualität-Glanzpapier bis hinunter zu einer braunen Brotzeittüte, Stoff, oder irgendetwas dazwischen. Während auf einem glänzenden Phototypmedium eine minimale Tintenwanderung auftreten wird, wird durch die Papiertüte oder das Gewebe ein hoher Wanderungsgrad auftreten. Folglich wird ein Tintenmischen, um die Tropfenplatzierung zu bestimmen, auf dem Heimmarkt ziemlich riskant, da der Drucker keine Möglichkeit besitzt, Kenntnis davon zu haben, welcher Medientyp während der Stiftausrichtungsroutine verwendet worden ist.

**[0016]** Ein weiterer Nachteil des HP'002-Sensors und des HP'014-Sensors besteht darin, daß dieselben beide das Drucken eines sorgfältigen Testmuster auf dem verfügbaren Medium, gefolgt von dem Überwachen des Musters durch Sensoren, benötigen. Das Durchführen dieser Tintenroutinen dauert etwa 5 bis 7 Minuten, eine Dauer, die für den Heimmarkt nicht geeignet ist. Die LEDs, die für beide dieser Sensoren verwendet werden, werden mit Feldeffekttransistor-Schaltern (FET-Schaltern) ein- und ausgeschaltet. Die LEDs werden bei ihrem nominellen maximalen DC-Vorwärtsstrom betrieben, wenn dieselben anfänglich eingeschaltet werden. Während des Druckens des Testmusters dürfen sich die LEDs bis zu ihrer optimalen Betriebstemperatur und ihrer Spitzenhelligkeit aufwärmen, so daß die Aufwärmzeit der LEDs keinen Einfluß auf die Dauer der Gesamtroutine hat. Überdies verschwendet das Testmuster ein Medienblatt, was auf dem Heimmarkt, beispielsweise wenn Medien mit photographischer Qualität verwendet werden, relativ aufwendig sein kann. Folglich wäre es erwünscht, ein Überwachungssystem zu besitzen, das einen normalen Bedienerdruckjob überwacht und dann geeignete Einstellungen für die Druckroutine durchführt.

**[0017]** Die DD 0154397 bezieht sich auf eine Temperatursonde, die die Temperaturabhängigkeit der Strom/Spannungs-Charakteristik einer LED ausnutzt. Die Temperatursonde und somit die LED werden unter Verwendung eines Spitzenstroms, der den normalen Betriebsstrom übersteigt, auf den Meßtemperaturbereich erwärmt, so daß die Zeit, bis der Temperatursensor die richtige Meßtemperatur erfaßt, verkürzt ist. Eine LED wird als Temperatursensor verwendet, so daß Licht, das durch den Temperatursensor emittiert wird, als eine Anzeige verwendet wird, daß der Temperatursensor in Betriebsbereitschaft ist.

**[0018]** Die EP 0441965 A1 lehrt, einen Spitzenstrom zu einem Treiberstrom einer lichtemittierenden Diode hinzuzufügen, um Anstiegs- und Abfallzeiten ei-

ner Licht-Pulsausgabe zu verkürzen.

**[0019]** Die US 5329210 A bezieht sich auf einen schnellen Treiber für LED-Datenkommunikationssysteme, bei dem ein Spitzenstrom am Beginn jedes Eingangssignals hinzugefügt wird, um die Kapazität des LED-Übergangs schnell zu laden. In gleicher Weise lehrt W.S. Ludolf "Grundlagen der optischen Übertragungstechnik – Eine Einführung für Anwender – Teil 6", Technisches Messen 50. Jahrgang, 1983, Heft 2, S. 49–54, einen erhöhten Pegel am Beginn jedes Strompulses zum Treiben einer lichtemittierenden Diode vorzusehen, um die Anstiegszeit der Lichtausgabe derselben zu verringern.

**[0020]** Die US 5463648 A offenbart eine Vorwärmprozedur während eines Betriebsmodus einer Laserdioden, während dessen kein Licht erzeugt wird.

#### Aufgabenstellung

**[0021]** Folglich wäre es erwünscht, ein Tintentropfen-Sensorsystem zu schaffen, das für die Verwendung auf dem Heimdruckermarkt speziell ökonomisch ist, so daß eine Stiftausrichtung und weitere Einstellungen während des Druckens implementiert sein können, um Verbraucher mit schnellen, einfach zu verwendenden, ökonomischen Tintenstrahldruckmechanismen zu versorgen, die qualitativ hochwertige Bilder erzeugen.

**[0022]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und ein Erfassungssystem nach Anspruch 12 gelöst.

**[0023]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung kann ein Tintenstrahldruckmechanismus mit einem solchen optischen Erfassungssystem geschaffen werden, zum Steuern einer lichtemittierenden Diode, um Informationen über ein Druckmedium und/oder Tintentropfen, die durch den Druckmechanismus auf das Medium gedruckt werden, zu bestimmen.

**[0024]** Ein Gesamtziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Tintenstrahldruckmechanismus mit einem solchen beschleunigten Beleuchtungsansprechsystem zum Steuern eines Sensorsystems mit lichtemittierender Diode zu schaffen.

**[0025]** Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum optischen Bestimmen des Druckmedientyps, der in den Druckmechanismus geladen ist, und/oder einer Charakteristik eines Tintenstrahltröpfchens, das auf das Medium gedruckt wird, zu schaffen, so daß zukünftige Tröpfchen durch den Druckmechanismus eingestellt werden können, um qualitativ hochwertige Bilder ohne Benutzerintervention zu erzeugen.

**[0026]** Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein beschleunigtes Beleuchtungsansprechsystem für einen Tintenstrahldruckmechanismus zu schaffen, das leichtgewichtig, kompakt und ökonomisch, speziell zur Verwendung zu Hause oder im Büro, ist.

#### Ausführungsbeispiel

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0027]** [Fig. 1](#) ist eine bruchstückhafte perspektivische Ansicht einer Form eines Tintenstrahldruckmechanismus, hier eines Tintenstrahldruckers, der eine Form eines monochromatischen optischen Erfassungssystems der vorliegenden Erfindung aufweist.

**[0028]** [Fig. 2](#) ist eine vergrößerte, bruchstückhafte perspektivische Ansicht eines monochromatischen optischen Sensors des Erfassungssystems von Anspruch 1, der an einem Abschnitt des Druckkopfwagens befestigt gezeigt ist.

**[0029]** [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht des Inneren des monochromatischen optischen Sensors von [Fig. 2](#).

**[0030]** [Fig. 4](#) ist eine Draufsicht einer Form einer Linsenanordnung des monochromatischen optischen Sensors von [Fig. 2](#).

**[0031]** [Fig. 5](#) ist eine Unteransicht der Linsenanordnung von [Fig. 4](#).

**[0032]** [Fig. 6](#) ist ein Seitenaufriß der Linsenanordnung von [Fig. 4](#).

**[0033]** [Fig. 7](#) ist ein schematischer Seitenaufriß, die den Betrieb des monochromatischen optischen Sensors von [Fig. 2](#) zeigt.

**[0034]** [Fig. 8](#) ist eine vergrößerte Schnittansicht eines Abschnitts der Linsenanordnung von [Fig. 4](#), die den Betrieb derselben veranschaulicht.

**[0035]** [Fig. 9](#) ist ein Flußdiagramm einer Art und Weise zum Betreiben des monochromatischen optischen Erfassungssystems von [Fig. 1](#).

**[0036]** [Fig. 10](#) ist ein Signalzeitdiagramm, das die Zeitgebung und die relativen Amplituden mehrere Signale, die bei dem monochromatischen optischen Erfassungssystem von [Fig. 1](#) verwendet sind, darstellt.

**[0037]** [Fig. 11](#) ist ein Graph, der die relativen spektralen Reflexionsvermögen und die spektralen Absorptionsvermögen über der Beleuchtungswellenlänge für ein weißes Medium und cyan-farbige, gelbe, magenta-farbige und schwarze Tinte zeigt, ebenso

wie die relativen Signalgrößen, die durch das monochromatische optische Erfassungssystem von [Fig. 1](#) geliefert werden, wenn Bilder, die auf das Medium gedruckt sind, überwacht werden.

**[0038]** [Fig. 12](#) ist ein schematisches Diagramm, das das bekannte Überwachungssystem unter Verwendung des optischen Sensors HP'002 zeigt, das oben im Hintergrundabschnitt erläutert ist.

**[0039]** [Fig. 13](#) ist ein Graph eines Kaltstartvorwärtstroms des Sensors von [Fig. 2](#).

**[0040]** [Fig. 14](#) ist ein Graph einer Kaltstartbeleuchtungsabgabe des Sensors von [Fig. 2](#).

**[0041]** [Fig. 15](#) ist ein Graph eines Aufwärmvorwärtstroms des Sensors von [Fig. 2](#).

**[0042]** [Fig. 16](#) ist ein Graph einer Aufwärmbeleuchtung des Sensors von [Fig. 2](#).

**[0043]** [Fig. 17](#) ist ein Graph einer unter-erwärmten Beleuchtungsabgabe des Sensors von [Fig. 2](#).

**[0044]** [Fig. 18](#) ist ein Graph einer über-erwärmten Beleuchtungsabgabe des Sensors von [Fig. 2](#).

**[0045]** [Fig. 19](#) ist ein schematisches Diagramm einer Form eines Stromreglers mit geschlossener Schleife zur Verwendung mit dem Sensor von [Fig. 2](#).

**[0046]** [Fig. 20](#) ist ein schematisches Diagramm einer Form eines LED-Treibers zur Verwendung mit dem Sensor von [Fig. 2](#).

#### Detaillierte Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

**[0047]** [Fig. 1](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Tintenstrahldruckmechanismus, der hier als ein Tintenstrahldrucker **20** gezeigt ist, der gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist und zum Drucken von Geschäftsberichten, Korrespondenz, Desktop-Publishing, Druckvorlagen und dergleichen in der Industrie, im Büro, zu Hause oder in einer anderen Umgebung verwendet werden kann. Eine Vielzahl von Tintenstrahlmechanismen sind kommerziell erhältlich. Beispielsweise umfassen einige der Druckmechanismen, die die vorliegende Erfindung verkörpern können, Plotter, tragbare Druckeinheiten, Kopierer, Kameras, Videodrucker und Faksimilegeräte, um nur einige zu nennen. Der Bequemlichkeit halber werden die Grundsätze der vorliegenden Erfindung anhand eines Tintenstrahldruckers **20** veranschaulicht, der spezielle Brauchbarkeit in der häuslichen Umgebung finden kann.

**[0048]** Obwohl es offensichtlich ist, daß die Druckerkomponenten von Modell zu Modell variieren kön-

nen, umfaßt der typische Tintenstrahldrucker **20** ein Chassis **22**, das von einem Gehäuse oder einer Gehäuseumhüllung **23** umgeben ist, wobei der Großteil desselben zur Klarheit bei der Betrachtung der inneren Komponenten weggelassen wurde. Ein Druckmedienhandhabungssystem **24** führt Blätter eines Druckmediums durch eine Druckzone **25**. Das Druckmedium kann jeglicher Typ eines geeigneten Blattmaterials sein, beispielsweise Papier, Pappe, Umschläge, Gewebe, Transparentmedien, Mylar und dergleichen, wobei jedoch der Bequemlichkeit halber das dargestellte Ausführungsbeispiel unter Verwendung von Papier als dem Druckmedium beschrieben wird. Das Druckmedienhandhabungssystem **24** besitzt eine Medieneingabe, beispielsweise eine Vorrats- oder Zuführungs-Ablage **26**, in die bzw. der ein Medienvorrat geladen und vor dem Drucken gelagert wird. Eine Reihe von herkömmlichen Medienweiterbewegungs- oder Antriebs-Rollen (nicht gezeigt), die durch eine Motor- und Getriebe-Anordnung **27** angetrieben werden, kann verwendet werden, um das Druckmedium von der Vorratsablage **26** zum Drucken in die Druckzone **25** zu bewegen. Nach dem Drucken landet das Medienblatt auf einem Paar von zurückziehbaren Ausgabetrocknungs-Flügelbaugliedern **28**, die ausgefahren dargestellt sind, um das bedruckte Blatt aufzunehmen. Die Flügel **28** halten das neu bedruckte Blatt vorübergehend über allen vorher bedruckten Blättern, die noch in einem Ausgabeablageabschnitt **30** trocknen, bevor dieselben zu den Seiten zurückgezogen werden, um das neu bedruckte Blatt in die Ausgabeablage **30** fallen zu lassen. Das Medienhandhabungssystem **24** kann eine Reihe von Einstellungsmechanismen zum Aufnehmen unterschiedlicher Größen von Druckmedien, einschließlich Briefen, Legal, A4, Umschlägen, usw. umfassen. Um das allgemein rechteckige Medienblatt in einer Längsrichtung entlang der Medienlänge zu sichern, kann das Handhabungssystem **24** einen verschiebbaren Längeneinstellhebel **32** und einen verschiebbaren Breitereinstellhebel **34** aufweisen, um das Medienblatt in einer Breitenrichtung über die Medienbreite zu sichern.

**[0049]** Der Drucker **20** besitzt ferner eine Druckersteuerung, die schematisch als ein Mikroprozessor **35** gezeigt ist, die Befehle von einem Host-Gerät, typischerweise einem Computer, beispielsweise einem Personalcomputer (nicht gezeigt), empfängt. Tatsächlich können viele der Druckersteuerfunktionen durch den Host-Computer durchgeführt werden, durch die Elektronik auf dem Drucker, oder durch Interaktionen zwischen denselben. Ein Monitor, der mit dem Hostcomputer gekoppelt ist, kann verwendet werden, um einem Bediener visuelle Informationen anzuzeigen, beispielsweise den Druckerstatus oder ein spezielles Programm, das auf dem Host-Computer abläuft. Personalcomputer, deren Eingabegeräte, beispielsweise eine Tastatur und/oder eine Mauseinrichtung, sowie Monitore sind Fachleuten gut be-

kannt.

**[0050]** Das Chassis **22** trägt einen Führungsstab **36**, der eine Bewegungsachse **38** definiert und einen Tintenstrahldruckkopfwagen **40** für eine Hin- und Her-Bewegung entlang der Bewegungsachse **38**, rückwärts und vorwärts über die Druckzone **25**, verschiebbar trägt. Der Wagen **40** wird durch ein Wagenantriebssystem angetrieben, das hier als einen Endlosriemen **42**, der mit einem Wagenantriebs-DC-Motor **44** gekoppelt ist, enthaltend gezeigt ist. Das Wagenantriebssystem besitzt ferner ein Positionrückkopplungssystem, beispielsweise ein herkömmliches System mit optischem Codierer, das Wagenpositionssignale zu der Steuerung **35** übermittelt. Ein Leser des optischen Codierers kann auf dem Wagen **40** befestigt sein, um einen Codiererstreifen **45**, der sich entlang des Wegs der Wagenbewegung erstreckt, zu lesen. Der Wagenantriebsmotor **44** ist dann ansprechend auf Steuersignale, die von der Druckersteuerung **35** empfangen werden, wirksam. Ein herkömmlicher, flexibler Mehrleiterstreifen **46** kann verwendet werden, um Aktivierungs- oder Abschluß-Befehlssteuersignale zum Drucken von der Steuerung **35** zu dem Druckkopfwagen **40** zu liefern, wie nachfolgend weiter beschrieben wird.

**[0051]** Der Wagen **40** wird entlang des Führungsstabs **36** in eine Wartungsregion **48** befördert, die eine Wartungsstationseinheit (nicht gezeigt) enthalten kann, die verschiedene herkömmliche Druckkopf-Wartungsfunktionen liefert, wie in dem obigen Hintergrundabschnitt beschrieben ist. Eine Vielzahl unterschiedlicher Mechanismen kann verwendet werden, um Druckkopfabdeckungen, Wischer und Vorpumpeinrichtungen (wenn verwendet) selektiv in Kontakt mit den Druckköpfen zu bringen, beispielsweise Translations- oder Rotations-Vorrichtung, die motorbetrieben sein können, oder durch eine Ineigriffnahme mit dem Wagen **40** betrieben werden. Beispielsweise sind geeignete Translations- oder Gleit-Schlittentypen von Wartungsstations-Betriebsmechanismen in den US-Patenten 4,853,717 und 5,155,497, beide der Anmelderin der vorliegenden Anmeldung, der Hewlett-Packard Company, gezeigt. Ein Rotationstyp eines Wartungsmechanismus ist in den Farbtintenstrahldruckern DeskJet® 850C, 855C, 820C und 870C erhältlich (siehe auch das US-Patent 5,614,930 der Hewlett-Packard Company), während ein Translationstyp eines Wartungsmechanismus in den Farbtintenstrahldruckern DeskJet® 690C und 693C, die alle durch die Hewlett-Packard Company vertrieben werden, kommerziell erhältlich ist.

**[0052]** In der Druckzone **25** empfängt das Medium Tinte von einer Tintenstrahlkassette, beispielsweise einer schwarzen Tinten-kassette **50** und drei monochromen Farbtinten-kassetten **52**, **54** und **56**, die mittels eine Verriegelungsmechanismus **58**, der in



**Fig. 1** offen gezeigt ist, in dem Wagen **40** angebracht sind. Die Kassetten **50** bis **56** werden üblicherweise durch Fachleute auch als "Stifte" bezeichnet. Der Schwarztintenstift **50** ist hierin als eine auf Pigmenten basierende Tinte enthaltend dargestellt. Obwohl die dargestellten Farbstifte **52** bis **56** auf Pigmenten basierende Tinte enthalten können, sind die Stifte **52** bis **56** zu Zwecken der Veranschaulichung als jeweils eine auf einem Farbstoff basierende Tintenzusammensetzung der Farben Cyan, Gelb bzw. Magenta enthaltend beschrieben. Es ist offensichtlich, daß auch andere Tintentypen in den Stiften **50** bis **56** verwendet werden können, beispielsweise auf Paraffin basierende Tinten, ebenso wie hybride oder zusammengesetzte Tinten, die sowohl Farbstoff als auch Pigment-Charakteristika aufweisen.

**[0053]** Die dargestellten Stifte **50** bis **56** besitzen jeweils Reservoirs zum Speichern eines Tintenvorrats in denselben. Die Reservoirs für jeden Stift **50** bis **56** können den gesamten Tintenvorrat des Druckers für jede Farbe auf der Kassette (on board) enthalten, was für eine austauschbare Kassette typisch ist, oder dieselben können nur einen kleinen Tintenvorrat speichern, was als ein "Aus-Der-Achse"-Tintenversorgungssystem bekannt ist. Die austauschbaren Kassettensysteme tragen den gesamten Tintenvorrat, während sich der Stift über die Druckzone **25** entlang der Bewegungsachse **38** hin- und herbewegt. Daher kann das austauschbare Kassettensystem als ein "Auf-Der-Achse"-System betrachtet werden, wohingegen Systeme, die den Haupttintenvorrat an einem stationären Ort fern von der Druckzonenbewegungsachse speichern, als "Aus-Der-Achse"-Systeme bezeichnet werden. In einem Aus-Der-Achse-System ist der Haupttintenvorrat für jede Farbe an einem stationären Ort in dem Drucker gespeichert, wie z.B. vier wiederauffüllbaren oder austauschbaren Hauptreservoirs **60**, **62**, **64** und **66**, die in einer stationären Tintenvorrataufnahme **68**, die durch das Chassis **22** getragen wird, aufgenommen sind. Die Stifte **50**, **52**, **54** und **56** besitzen Druckköpfe **70**, **72**, **74** bzw. **76**, die Tinte, die über eine Leitung oder ein Röhrensystem **78** von den stationären Reservoirs **60** bis **66** zu den Auf-Der-Kassette-Reservoirs benachbart zu den Druckköpfen **70** bis **76** geliefert wird, ausstoßen.

**[0054]** Die Druckköpfe **70** bis **76** besitzen jeweils eine Öffnungsplatte mit einer Mehrzahl von Düsen, die auf eine Art und Weise, die Fachleuten gut bekannt ist, durch dieselbe gebildet sind. Die Düsen jedes Druckkopfs **70** bis **76** sind typischerweise in zumindest einem, jedoch typischerweise zwei, linearen Arrays entlang der Öffnungsplatte gebildet. Somit kann der Ausdruck "linear", wie er hierin verwendet ist, als "nahezu linear" oder im wesentlichen linear interpretiert werden, und kann Düsenanordnungen einschließen, die leicht versetzt voneinander sind, beispielsweise in einer Zick-Zack-Anordnung. Jedes

lineare Array ist typischerweise in einer longitudinalen Richtung senkrecht zu der Bewegungsachse **38** ausgerichtet, wobei die Länge jedes Arrays das maximale Bildband für einen einzelnen Durchlauf des Druckkopfs bestimmt. Die dargestellten Druckköpfe **70** bis **76** sind thermische Tintenstrahldruckköpfe, obwohl andere Typen von Druckköpfen verwendet werden können, beispielsweise piezoelektrische Druckköpfe. Die thermischen Druckköpfe **70** bis **76** umfassen typischerweise eine Mehrzahl von Widerständen, die den Düsen zugeordnet sind. Auf das Erregen eines ausgewählten Widerstands hin, wird eine Gasblase gebildet, die ein Tintentröpfchen von der Düse und auf ein Blatt Papier in der Druckzone **25** unter der Düse ausstößt. Die Druckkopfwiderstände werden selektiv ansprechend auf Abschußbefehls-Steuersignale, die über den Mehrleiterstreifen **46** von der Steuerung **35** empfangen werden, erregt.

#### Monochromatisches optisches Erfassungssystem

**[0055]** Die **Fig. 2** und **Fig. 3** zeigen eine Form eines monochromatischen optischen Sensors **100**, der gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist. Der Sensor **100** umfaßt ein Gehäuse oder eine Basiseinheit **102**, die durch den Druckkopfwagen **400** getragen wird, beispielsweise unter Verwendung einer Schraubenbefestigung, von Gleit- oder Schnapp-Verbindungen, durch eine Verbindung mit einem Haftmittel oder die einstückig mit demselben aufgebaut ist, oder auf eine Vielzahl von anderen äquivalenten Arten, die Fachleuten bekannt sind. Eine Abdeckung **104** ist an dem Gehäuse **102** befestigt, beispielsweise durch ein Paar von Schnappeinbaufingern, beispielsweise dem Finger **106** in **Fig. 2**. Vorzugsweise sind das Gehäuse **102** und die Abdeckung **104** beide aus einem Einspritz-gegossenen starren Kunststoff aufgebaut, obwohl es offensichtlich ist, daß geeigneterweise auch andere Materialien verwendet werden können. Über der Abdeckung **104** ist eine flexible Schaltungsanordnung **108** angeordnet, die verwendet werden kann, um Leistung zu dem Sensor zu liefern, und um Sensorsignale zu der Druckersteuerung **35** zurück zu liefern. Die flexible Schaltung **108** kann den Sensor **100** mit einem Elektronikabschnitt (nicht gezeigt) des Wagens **40** koppeln, wobei die Sensorsignale dann von dem Wagen **40** durch den Mehrleiterstreifen **46** geleitet werden, der Kommunikationssignale zwischen der Steuerung **35** und dem Wagen **40** überträgt, um die Druckköpfe **70** bis **76** abzuschließen. Eine Linsenanordnung **110** ist zwischen den unteren Abschnitten des Gehäuses **102** und der Abdeckung **104** eingespannt, wobei die Linsenanordnung **100** detaillierter nachfolgend bezugnehmend auf die **Fig. 4** bis **Fig. 6** beschrieben wird. Vorzugsweise definieren der hintere Abschnitt, und/oder die Seitenabschnitte, des Gehäuses **102** einen oder mehrere Schlitze (nicht gezeigt), die die Linsenanordnung **110** aufnehmen, wobei die Abdeckung **104** dann die Linse **110** in diesen Schlitzen befestigt. Alternativ kann



die Linsenordnung **110** mit dem Gehäuse **102** verbunden sein oder in anderer Weise auf eine Vielzahl von unterschiedlichen Arten, die Fachleuten bekannt sind, an demselben befestigt sein.

[0056] [Fig. 3](#) zeigt den monochromatischen Sensor **100**, wobei die Abdeckung **104** beseitigt ist, um das Innere des Gehäuses **102** und die inneren Komponenten des Sensors freizulegen. Das Gehäuse **102** definiert eine LED-Aufnahmekammer **112** (LED = lichtemittierende Diode) und eine LED-Ausgangsöffnung **114**, die das Innere der Kammer **112** mit einem Abschnitt der Linsenordnung **110** koppelt. Das Gehäuse **102** definiert ferner zwei Paare von Ausrichtungsbaugliedern **116** und ein einen Ausrichtungs-Schlitten oder eine -Wanne definierendes Bauglied **118**, die zusammenwirken, um eine blaue LED **120** aufzunehmen. Ein hinterer Flanschabschnitt **122** der blauen LED **120** ruht vorzugsweise auf einer unteren Seite von jedem der Ausrichtungsbauglieder **116**, wobei der Wannenabschnitt des Trägers **118** mit einer Kontur versehen ist, um einen Gehäuse- oder Schalen-Abschnitt **124**, benachbart zu einer Ausgangslinse **125**, der LED **120** aufzunehmen. Von dem hinteren Flansch **122** der LED erstrecken sich zwei Eingangsanschlußleitungen **126** und **128**, die mit Leitern in der flexiblen Schaltung **108** beispielsweise durch Löten, Crimpen oder eine andere elektrische Verbindungstechnik, die auf dem Gebiet der Technik bekannt ist, elektrisch gekoppelt sind. Eine geeignete blaue LED **120** kann von Panasonic (Matsushita Electronics) aus Kyoto, Japan, als Teilenummer LNG992CF9, die eine T-1 3/4-GaN-LED ist, erhalten werden.

[0057] Der optische Sensor **100** umfaßt ferner ein optoelektronisches Element, beispielsweise einen Photodetektor **130**, der eine lichtempfindliche Photozelle oder Photodiode **132** umfaßt, die elektrisch mit einem Verstärkerabschnitt **134** des Photodetektors **130** gekoppelt ist. Der Photodetektor **130** weist ferner eine Eingangslinse **135** auf, die Licht zu der lichtempfindlichen Photozelle **132** emittiert. Die Photozelle **132** ist vorzugsweise als ein Baustein eingekapselt, der hergestellt ist, um die gekrümmte Linse **135** zu enthalten, die ankommendes Licht auf die Photozelle **132** konzentriert. Der Photodetektor **130** besitzt ferner drei Ausgangsanschlußleitungen **136**, **137** und **138**, die das Ausgangssignal von dem Verstärker **134** zu elektrischen Leitern auf der flexiblen Schaltung **108** koppeln, um die Photodetektorsensorsignale über die Elektronik auf dem Wagen **40** und den flexiblen Mehrleiterstreifen **46** zu der Steuerung **35** zu liefern. Vorzugsweise ist der Photodetektor **130** in einer Befestigungskammer **140** aufgenommen, die durch das Gehäuse **102** definiert ist. Obwohl eine Vielzahl unterschiedlicher Photodetektoren verwendet werden kann, ist ein bevorzugter Photodetektor ein Licht/Spannungs-Wandler, der als Teilenummer TSL250 von Texas Instruments aus Dallas, Texas, er-

hältlich ist.

[0058] Vorzugsweise ist das Gehäuse **102** mit einem Federruder **142** ausgebildet, das sich in die Kammer **140** nach unten erstreckt. Das Federruder **142** kontaktiert das äußere Gehäuse des Photodetektors, um den Photodetektor **130** gegen ein Paar von Ausrichtungswänden **144**, die einen Durchgang **145** durch dieselben definieren, zu drücken. Der Durchgang **145** koppelt die Aufnahmekammer **140** mit einer Fokussierungskammer **146**.

[0059] Der untere Abschnitt des Gehäuses **102** definiert eine Photodetektoreingangsöffnung **148** durch denselben, die die Kammer **146** mit einem Abschnitt der Linsenordnung **110** koppelt. Folglich fällt Licht von der Linsenordnung **110** auf einem nach innen gerichteten Weg durch eine Öffnung **148**, eine Kammer **146** und einen Durchgang **145** in die Photodetektorlinse **135**, um auf der Photozelle **132** zu landen. Vorzugsweise ist das Gehäuse **102** derart aufgebaut, daß die LED-Kammer **112** von den Photodetektor-kammern **140**, **146** optisch isoliert ist, um zu verhindern, daß Licht, das direkt von der blauen LED **120** emittiert wird, von der Photozelle **132** wahrgenommen wird. Folglich ist der nach außen gerichtete Lichtweg der LED **120** von dem nach innen gerichteten Lichtweg des Photodetektors **130** optisch isoliert.

[0060] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, definiert die Abdeckung **104** vorzugsweise einen Schlitz **150** durch dieselbe für die LED-Anschlußleitungen **128** bis **126** und einen weiteren Schlitz **152** für die Photodetektoranschlußleitungen **136** bis **138**, um die LED-Anschlußleitungen **126**, **128** und die Photodetektoranschlußleitungen **136** bis **137** mit den Leitern der flexiblen Schaltung **108** zu koppeln. Um die Photodetektoranschlußleitungen **136**, **137** und **138** voneinander zu trennen, definiert die Abdeckung **104** vorzugsweise eine Ausnehmung **154** zum Aufnehmen der Anschlußleitung **137**, wobei die Ausnehmung durch zwei Kerben begrenzt ist, wobei eine Kerbe **156** die Anschlußleitungen **136** und **137** trennt, während eine andere Kerbe **158** die Anschlußleitungen **137** und **138** trennt. Es ist klar, daß der LED-Anschlußleitungsschlitz **150** nach Wunsch auch mit gleichartigen Kerben und Ausnehmungen konfiguriert sein kann, um die Anschlußleitung **126** von der Anschlußleitung **128** zu trennen. Die Dimensionierung und die Platzierung des LED-Anschlußleitungsschlitzes **150** und des Photodetektoranschlußleitungsschlitzes **152**, sowie deren Befestigung an den Leitern der flexiblen Schaltung **108** unterstützen bei einer exakten Ausrichtung sowohl der LED **120** als auch des Photodetektors **130** für eine genaue relative Ausrichtung und Orientierung der optischen Komponenten, speziell der LED-Ausgangslinse **125** und der Photodetektoreingangslinse **135**.

[0061] Die [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) zeigen den Aufbau der

Linsenordnung **110**, die aus einem optischen Kunststoffmaterial bestehen kann, das mit Linsenelementen, die in denselben gebildet sind, geformt ist. [Fig. 4](#) zeigt ein Brechungslinselement **160**, das entlang einer oberen Oberfläche **162** der Linse **110** gebildet ist. Die Brechungslinse **160** ist direkt unterhalb der LED-Ausgangsöffnung **114**, die sich durch das Gehäuse **102** erstreckt, angeordnet. [Fig. 5](#) zeigt eine Unteransicht der Linsenordnung **110**, die eine untere Oberfläche **164** aufweist, die nach unten zu dem bedruckten Medium hin gewandt ist. Gegenüber der Brechungslinse **160** besitzt die untere Oberfläche **164** ein Fresnel-Linsenelement **165**. [Fig. 6](#) zeigt am besten ein Photodetektorlinsenelement **166**, das von der unteren Oberfläche **164** nach außen vorsteht. Vorzugsweise ist die Linse **166** eine konvexe torische (asphärische) Kondensorlinse. [Fig. 4](#) zeigt ein oberes oder Ausgangslinsenelement **168** der Photodetektorlinse, die sich direkt gegenüber dem Eingangsabschnitt **166** befindet. Obwohl das Ausgangselement **168** eine flache Erweiterung der oberen Oberfläche **162** der Linse **110** sein kann, kann in bestimmten Ausführungsbeispielen eine Konturgebung der oberen Oberfläche **168** erwünscht sein, um die optische Eingabe zu der Photodetektorlinse **135** zu verbessern. Vorzugsweise ist das Photodetektorausgangselement **168** ebenfalls eine Brechungslinse, die entsprechend der obigen Beschreibung für das obere Linsenelement **160** des Linsenabschnitts der Anordnung **110** aufgebaut sein kann.

[0062] [Fig. 7](#) zeigt den Betrieb der blauen LED **120** und des Photodetektors **130**, wenn ein Medienblatt **170** an einer ausgewählten Region **172** beleuchtet wird. Die inneren Komponenten der blauen LED **120** sind ebenfalls in [Fig. 7](#) dargestellt. Die LED **120** umfaßt einen Negativanschlußleitungsrahmen **174**, der mit dem Leiter **126** elektrisch gekoppelt ist. Die LED **120** besitzt ferner einen Chip **175**, der in einer Reflektorschale **176** befestigt ist, die durch den Negativanschlußleitungsrahmen **174** getragen wird. Der Chip **175** wird verwendet, um das Licht blauer Wellenlänge, das durch die LED emittiert wird, wenn dieselbe mit Strom versorgt wird, zu erzeugen. Ein Positivanschlußleitungsrahmen **178** ist mit dem Leiter **128** elektrisch gekoppelt und dient dazu, Strom durch denselben zu leiten, wenn die blaue LED **120** eingeschaltet ist. Vorzugsweise sind der Negativanschlußleitungsrahmen **174**, der Chip **175**, die Schale **176** und der Positivanschlußleitungsrahmen **178** zusammen in einen Epoxidharzkörper eingekapselt, der angepaßt ist, um die Ausgangslinse **125** als eine integrierte Domlinse zu definieren, die Licht von dem Chip **175** in Strahlen richtet, die einen Beleuchtungsstrahl **180** bilden.

[0063] Der LED-Abschnitt der Linsenordnung **110**, der die Elemente **160** und **165** umfaßt, dient dazu, den LED-Ausgangslichtstrahl **180** abzulenken, zu fokussieren und zu streuen, und um einen resultie-

renden modifizierten LED-Strahl **182** zu der beleuchteten Region **172** auf dem Medium **170** zu leiten. Um diese Wirkung zu erreichen, ist die Fresnel-Linse **165** entlang der unteren Oberfläche **164** ein Außer-Achsen-Element mit einer optischen Achse **184**, die mit einer zentralen Achse **185** des Photodetektors **130** zusammenfällt, wobei dieses Zusammenfallen zwischen den Achsen **184** und **185** in der beleuchteten Region **172** stattfindet. Außerdem besitzt die Fresnel-Linse **165** ferner eine Brennweite, die näherungsweise gleich dem halben Abstand zwischen der Fresnel-Linse **165** und der Druckebene auf dem Medium **170** ist. Das Brechungslinselement **160** streut den LED-Ausgangsstrahl **180**, während das Fresnel-Element **165** den gestreuten Strahl umleitet, um den modifizierten Strahl **182** zu erreichen. Speziell lenkt die Fresnel-Linse **165** den ankommenden Strahl **180** durch eine prismatische Wirkung lateral ab, was ermöglicht, daß die LED-Lampe **120** nahe an dem Photodetektor **130** befestigt wird, um ein kompaktes Gehäuse für den monochromatischen optischen Sensor **100** zu liefern. Überdies fokussiert die prismatische Wirkung der Fresnel-Linse **165** den modifizierten Strahl **182** partiell auf eine kleine ausgewählte Region **172**, während die Brechungslinse **160** den Lichtstrahl **180** auf eine steuerbare Weise streut, um die gewünschte Beleuchtung an der Region **172** zu liefern.

[0064] Die Brechungslinse **160** besitzt vorzugsweise eine Vielzahl von eng beabstandeten Stegen, die jeweils beabstandet sind, um eine Interferenzwirkung zu liefern, so daß ein passierender Strahl wirksam in eine ausgewählte Richtung gesteuert wird. Durch das Steuern unterschiedlicher Abschnitte des ankommenden Strahls **180** um verschiedene Beträge besitzt dieses Steuern eine Fokussierungswirkung für den modifizierten Strahl **182**. Durch das Einführen eines leichten Winkelversatzes, zufällig oder in ausgewählten Regionen der Brechungslinse **160**, kann ein fokussiertes Bild ohne Effizienzverlust etwas vermischt oder zerhackt werden, um den Ausgangsstrahl **182** zu streuen. Das Zusammenwirken der Brechungslinse **160** und der Fresnel-Linse **165** ist detailliert in [Fig. 8](#) gezeigt.

[0065] [Fig. 8](#) zeigt vier ankommende, im wesentlichen parallele Strahlen **186**, **187**, **188** und **189** des LED-Ausgangsstrahls **180**, die sich als Strahlen **186'**, **187'**, **188'**, **189'** durch die Linsenordnung **110** bewegen, und dann die Anordnung **110** als Strahlen **186''**, **187''**, **188''** bzw. **189''** verlassen. Die dargestellten Strahlsegmente wurden ausgewählt, um beim Verlassen des Fresnel-Linsenelements **165** einen mehrerer Gipfel **190** (siehe [Fig. 5](#)) zu schneiden. Jeder Gipfel **190** besitzt eine nach unten gekrümmte Oberfläche **192**, die an einer vertikalen Wand **194** endet, die im wesentlichen parallel zu den ankommenden Strahlsegmenten **186** bis **189** ist.

**[0066]** Die dargestellte Brechungslinse **160** weist eine Gruppe von Brechungszellen **196**, **197**, **198** und **199** auf, wobei gemäß der Darstellung jede einen der ankommenden Strahlen **186** bis **189** in Strahlen bis **186'** bis **189'**, die sich durch den Körper der Linse **110** bewegen, umleitet. Die gekrümmte Anordnung der Zellen **196** bis **198** ist in der Draufsicht von [Fig. 4](#) gezeigt, wobei der gekrümmte Aspekt dieser Zellen dazu dient, das Leiten der Lichtstrahlen zu dem interessierenden Ort **172** auf dem Medium **170** hin ([Fig. 7](#)), bei der Ansicht von [Fig. 8](#) nach links, auszurichten. Neben dieser Umleitungsfunktion streut das Brechungslinsenelement **160** die Strahlen ferner, um jegliche Unregelmäßigkeiten in dem Linsenelement zu verdecken.

**[0067]** Vorzugsweise weist jede Zelle **196** bis **199** eine Gruppe von feinlinierten Rillen auf, die jeweils einen leicht unterschiedlichen Abstand und eine leicht unterschiedliche Ausrichtung aufweisen. Durch das Variieren des Abstands und der Ausrichtung der Rillen bricht jede Zelle **196** bis **198** die Lichtstrahlen **186** bis **189** um einen ausgewählten Versatzwinkel, so daß die resultierenden Strahlen **186''** bis **189''**, die die Linse verlassen, zerhackt sind. Dieses Zerhacken oder diese Streuung der Strahlen ist leicht verstärkt in [Fig. 8](#) gezeigt, wo die im wesentlichen parallel ankommenden Strahlen **186** bis **189** nicht mehr im wesentlichen zueinander parallel sind, wenn sich dieselben als Strahlen **186'** bis **189'** durch die Linse bewegen. Obwohl ein einfacher Versatz unter Verwendung eines gesteuerten Winkels von etwa  $0,5^\circ$  in zufälligen Richtungen einen annehmbaren Streuungseffekt haben kann, ist jede Zelle **196** bis **199** vorzugsweise sorgfältig "programmiert", das heißt, konfiguriert, um bestimmte der Strahlen **186'** bis **189'** mehr als andere zu steuern. Dieser programmierte Streuungseffekt tendiert dazu, Nicht-Gleichmäßigkeiten in dem Beleuchtungsmuster der LED **120** aufzuheben.

**[0068]** Beim Durchlaufen des Fresnel-Linsenelements **165** dient der gekrümmte Abschnitt **192** jedes Gipfels **190** dazu, die Strahlen **186'** bis **189'** mit unterschiedlichen Winkeln abzulenken, abhängig davon, welchen Abschnitt des Bogens **192** die Strahlen schneiden. Beispielsweise besitzen die abgehenden Strahlen **186''** bis **189''** Ablenkungswinkel, die als  $\Theta_1$ ,  $\Theta_2$ ,  $\Theta_3$  bzw.  $\Theta_4$  gezeigt sind, wobei  $\Theta_1$  die geringste Ablenkung ist, die sich über  $\Theta_2$  und  $\Theta_3$  bis zu der größten Ablenkung  $\Theta_4$  aufweitet. Folglich dienen die Gipfel **190** des Fresnel-Linse **165**, die in der Unteransicht von [Fig. 5](#) gezeigt sind, auch dazu, ferner den ankommenden LED-Strahl zu kondensieren und in der Ansicht der [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) nach links umzuleiten.

**[0069]** Zurückkehrend zu [Fig. 7](#) ist der modifizierte Lichtstrahl **182** gezeigt, der auf die interessierende Region **172** trifft, woraufhin derselbe als ein reflektierter Lichtstrahl **200** von dem Medium **170** reflektiert

wird. Der reflektierte Lichtstrahl **200** betritt dann die konvexe Linse **196** des Photodetektorabschnitts der Linse **110**. Die dargestellte, konvexe, torische Kondensorlinse **166** ist ausgewählt, um im wesentlichen das gesamte reflektierte Licht **200** von der Region **172** in den Photodetektor **130** zu fokussieren, was bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit einer Brennweite von näherungsweise 5 mm (Millimetern) geschieht. Es ist klar, daß bei anderen Implementierungen, die unterschiedliche Gehäuse und Plazierungen für den Sensor **100** aufweisen, andere Brennweiten ausgewählt werden können, um diese Ziele zu erreichen. Vorzugsweise ist die obere Photodetektorausgangslinse **168** mit einer Brechungsoberfläche geformt, die vorteilhaft sämtliche chromatischen Aberrationen der primären konvexen Eingangslinse **166** korrigiert. Folglich wird die reflektierte Lichtwelle **200** durch die konvexen und brechenden Abschnitte **166**, **168** des Photodetektorabschnitts der Linsenanordnung **110** modifiziert, um einen modifizierten Eingangsstrahl **202** zu der Photodetektorlinse **135** zu liefern, die diesen Eingangsstrahl **202** dann für einen Empfang durch die Photozelle **132** fokussiert.

**[0070]** Vorzugsweise emittiert die blaue LED **120** Licht **180** mit einer Spitzenwellenlänge von 430 bis 510 nm (Nanometer). Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel bildet das Gehäuse **102** zusammen mit der angebrachten Abdeckung **104** ein monochromatisches optisches Sensormodul, das äußere Abmessungen besitzt, die eine Höhe von etwa 23 mm, eine Dicke von etwa 10 mm und eine Breite von etwa 14 mm aufweisen. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die untere Oberfläche der Linse **110** von der oberen Druckoberfläche des Mediums **170** um 10 mm beabstandet, so daß der ausgewählte interessierende Bereich **172** einen Durchmesser von etwa 1 mm besitzt. Während der gesamte Bereich der ausgewählten Region **172** durch den Photodetektor **130** betrachtet wird, ist der Bereich, der durch die LED **120** beleuchtet wird, etwas größer, üblicherweise etwa 2 mm im Durchmesser, was sicherstellt, daß der gesamte Abschnitt der ausgewählten Region **172** durch das blaue Licht von der LED **120** beleuchtet wird.

**[0071]** Im Betrieb zeigt [Fig. 9](#) ein Flußdiagramm, das eine Art und Weise des Betreibens eines monochromatischen optischen Erfassungssystems **210**, das als den monochromatischen Sensor **100**, der in den Drucker **20** eingebaut ist, aufweisend gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist, darstellt. Nachdem ein Bediener einen Starttestroutineschritt **212** initiiert hat, möglicherweise ansprechend auf eine Anforderung durch den Druckertreiberabschnitt der Steuerung **35**, wird ein Starttestsignal **214** zu einem Drucktestmuster-Abschnitt **216** des Systems **210** gesendet. Der Testmusterabschnitt **216** schießt dann die Düsen ab, um Tinte von einem oder mehreren der Druckköpfe **70** bis **74** auszustoßen, um ein Testmus-

ter auf das Medium **170** zu drucken. Beispielsweise sendet die Druckersteuerung **35** Abschlußsignale zu den Stiften **50** bis **56**, was bewirkt, daß die Stifte zwei Muster von parallelen Balken jeder Farbe drucken, wobei ein Satz von parallelen Balken parallel zu der Bewegungsachse **38** und die andere Gruppe von parallelen Balken senkrecht zu der Bewegungsachse **38** ist. Auf den Abschluß des Druckens des Testmusters hin, liefert der Testmusterabschnitt **216** ein Abschlußsignal **218**, um das Testmuster mit dem Sensorabschnitt **220** des Systems **210** abzutasten. Nach dem Drucken dieses Testmusters bewegt sich der Wagen **40** wiederum über die Druckzone **25**, wobei das Medienblatt **170** durch den Betrieb des Medienweiterbewegungsmotors **27** durch die Druckzone geführt wird, so daß der monochromatische Sensor **100** jedes Muster überquert.

**[0072]** Während dieses Testmusterabtastens verwendet die Druckersteuerung **35** Eingangssignale **222** und **224** von dem Druckkopfwagen-Positionscodierer **225** bzw. dem Medienweiterbewegungscodierer **226**. Um die Abtastung zu initiieren sendet der Abtasttestmuster-Abschnitt **220** eine Erlaubnis, um während des Abtastabschnitts **230** des Systems **210** ein Signal **228** zu einer blauen Puls-LED zu pulsen. Die Codierersignale **222** und **224** werden verwendet, um die Zeitgebung der LED-Pulse zu bestimmen, wie nachfolgend bezugnehmend auf [Fig. 10](#) beschrieben wird. Es ist offensichtlich, daß andere Zeitgebungsmechanismen verwendet werden können, um die LED **120** zu pulsen, beispielsweise durch ein Pulsen auf einer temporären Basis, beispielsweise mit einer Frequenz von 100 Hz, während der Wagen- oder Medien-Bewegung, ohne die Verwendung der Wagen- und/oder Medien-Codierersignale **222** und **224**. Die Pulse des Abschnitts **230** werden verwendet, um ein Datenerfassungssignal **232** zum Sammeln von Daten während des Pulsabschnitts **234** des Systems **210** zu erzeugen, was dann ein abgetastetes Datensignal **235** überträgt, um die Daten in einem Abschnitt **236** mit Bezugswerten zu vergleichen. Bei der Beurteilung jedes Musters sendet der Sensor **100** ein Signal variabler Spannung, das das Signal **235** aufweist, zu der Steuerung **35**, um das Vorliegen von Tinte, die in dem Sichtfeld gedruckt ist, beispielsweise der Region **172** in [Fig. 7](#), anzuzeigen.

**[0073]** Die Druckersteuerung **35** verfolgt die Orte der Testmarkierungen und vergleicht, unter Verwendung des Abschnitts **236**, einen gewünschten Ort oder ein Parametersignal **238**, das in einer Referenznachschlagtabelle oder einem Berechnungsabschnitt **240** gespeichert ist, mit dem tatsächlichen Ort oder dem Parameter, der durch den Sensor **100** überwacht wird, gemäß der Darstellung durch das Datensignal **235**. Unter Verwendung der Eingangssensordaten des Signals **235** berechnet die Steuerung **35** die tatsächliche Position jedes Testmusters relativ zu der idealen gewünschten Position, wobei, wenn es

erforderlich ist, die Steuerung **35** eine Kompensationskorrektur der Düsenabschußsequenz für nachfolgende Druckoperationen inszeniert. Der Vergleichsabschnitt **236** erzeugt ein resultierendes Signal **242**, das zu einem Datenannahmeabschnitt **244** geliefert wird. Wenn die Daten annehmbar sind, sendet der Annahmeabschnitt **244** ein Ja-Signal **245** zu einem Setze-Druckjob-Fort-Abschnitt **246**, was ermöglicht, daß das Drucken unter Verwendung der gegenwärtigen Düsenabschußparameter beginnt.

**[0074]** Wenn eine Testmarkierung an einem anderen Ort als dem gewünschten Ort auf dem Medium **172** gefunden wird, oder wenn ein Parameter außerhalb gewünschter Grenzen liegt, liefert der Annahmeabschnitt **244** ein Nein-Signal **248** zu einem Stiftdüsen-Abschußparameter-Einstell-Abschnitt **250** der Druckersteuerung **35**, der dann bestimmt, daß eine Stift-Ausrichtung oder -Korrektur der Düsenabschußsequenz erforderlich ist. Nach dieser Korrektur durch einen Abschnitt **250** kann ein Fortsetzt **252** zu dem Druckjob-Fortsetzungsabschnitt **246** gesendet werden. Optional kann der Abschnitt **250** nach dem Abschluß der Düsenabschußeinstellung ein Wiederholungs-signal **254** für eine optionale Wiederholung des Testroutinenabschnitts **256** des Überwachungssystems **210** gesendet werden. Auf das Empfangen der Signale **254** hin erzeugt der Wiederholungstestabschnitt **256** ein neues Startsignal **258**, das zu dem Starttestroutinenabschnitt **212** geliefert wird, um das Überwachungssystem **210** wieder zu initiieren.

**[0075]** Dieses Abtastverfahren involviert die Aktivierung der blauen LED **120**, um den Lichtstrahl **180** zu emittieren, der durch das Brechungslinselement **160** gebrochen oder zerhackt, d.h. gestreut, wird, und nachfolgend durch die Fresnel-Linse **165** gebrochen und fokussiert wird. Die Streuung findet mit unterschiedlichen Beträgen statt, so daß die Mehrzahl der modifizierten Strahlen **182** in die ausgewählte interessierende Region **172** fällt. Licht, das auf die ausgewählte Region **172** auftritt, erfährt eine Spiegelreflexion, die als Strahl **204** in [Fig. 7](#) gezeigt ist, d.h., wird aufgrund der Außer-Achsen-Position der LED-Linselemente **160**, **165** der Anordnung **110** von der optischen Achse des torischen (asphärischen) Elements **166** weg reflektiert. Die stark modulierte Streuungsreflexion von der ausgewählten Region **172** wird durch die Photodetektorlinse **166** aufgefangen, die in Zusammenarbeit mit dem optionalen Brechungsabschnitt **168** den Reflexionsstrahl **200** in einen Eingangsstrahl **202** konzentriert, der zu dem Photodetektor **130** geliefert wird. Wie oben erwähnt wurde, umfaßt der Photodetektor **130** einen Verstärkerabschnitt **134**, der das Ausgangssignal der Photozelle **132** verstärkt und dieses verstärkte Ausgangssignal nachfolgend für eine Analyse über die Leiter **136** bis **138** zu der Steuerung **35** überträgt.

**[0076]** Wie in [Fig. 10](#) gezeigt ist, akkumuliert die



Steuerung **35** dann jeden Datenpunkt während eines Datenfensters, das vorzugsweise durch das Erregen der blauen LED **120** mittels einer gepulsten Sequenz geliefert wird. In [Fig. 10](#) zeigen die Kurven **260** und **262** einen Kanal A ("CHNL A") und einen Kanal B (CHNL B"), wie sie den Übergang des Positionscodierers auf dem Wagen **40** darstellen, der Positionsänderungen durch Überwachen des Codiererstreifens **45** auf einer herkömmliche Art und Weise erfassen kann. Die Rechtecksignale **260**, **262** des Kanals A und des Kanals B umfassen dann das Eingangssignal **222** in dem Flußdiagramm von [Fig. 9](#). Wenn die Medienweiterbewegung abgetastet wird, stellen die Rechtecksignale **260**, **262** des Kanals A und des Kanals B den Übergang des Rotationspositionscodierers für die Medienantriebsrolle während einer Medienweiterbewegung durch die Druckzone **25** durch den Betrieb des Medienantriebsmotors **27** dar. Alternativ kann dieses Eingangssignal als ein gestuftes Ausgangssignal von dem Motor **27** geliefert werden, vorausgesetzt, der Motor **27** ist ein Motor vom Schrittgebertyp. Vorzugsweise bestimmt der Rotationspositionscodierer die Winkelrotation der Medienantriebskomponente, wobei ein Rotationscodierer-Leser das Eingangssignal liefert, das als die Signale **260**, **262** des Kanals A und des Kanals B gezeigt ist, die dann zusammen das Signal **224** in [Fig. 9](#) umfassen. Wenn sich der Zustand entweder des Wagen- oder des Medienweiterbewegungs-Codierers ändert, können diese Übergänge, die die vertikalen Abschnitte der Kurven **260** und **262** sind, kombiniert werden, um ein Codiererpuls- oder Unterbrechungs-Signal, das in [Fig. 10](#) als Kurve **264** gezeigt ist, zu erzeugen. Jeder Übergang der Kurve **264** zwischen 0 und 1 kann als ein Initiierungssignal zum Beginnen einer Datenerfassungssequenz für den Sensor **100** dienen.

[0077] Die Zeitgebung der Beleuchtung der blauen LED **120** ist in [Fig. 10](#) als Kurve **265** gezeigt, wobei die Zahl 0 einen Aus-Zustand der LED anzeigt, während die Zahl 1 einen Ein-Zustand zeigt. Der Bequemlichkeit halber wurden die Kurven **260** bis **265** gezeichnet, um eine Beleuchtung mit einem Lastzyklus von 50% der LED **120** darzustellen, d.h., die blaue LED **120** ist für die Hälfte der Zeit eingeschaltet und für die verbleibende Hälfte ausgeschaltet. Es ist offensichtlich, daß andere Lastzyklen verwendet werden können, wie z.B. von 10 bis 50%, abhängig von der Bewegung des Wagens **40** und der Weiterbewegung des Medienblatts **170** durch die Druckzone **25**. Vorteilhafterweise ergibt das Pulsen der blauen LED **120** mit dem dargestellten 50% Lastzyklus nahezu die doppelte Leuchtintensität wie bei der Verwendung der HP'002 und '014-LEDs, die die ganze Zeit eingeschaltet waren, wie im obigen Hintergrundabschnitt beschrieben ist.

[0078] In [Fig. 10](#) zeigt eine Kurve **266** das Ausgangssignal des Photodetektors **130**, wenn die beleuchtete Region **172** keine gedruckte Tinte aufweist,

so daß die Kurve **266** anzeigt, daß der Sensor **100** auf unbehandeltes weißes Papier fokussiert ist. Folglich ist die maximale Amplitude des Signals **266** als **100** dargestellt, was der Steuerung **35** für den speziellen Medientyp **170**, der bei dem Testverfahren verwendet wird, eine Reflexionshelligkeitsreferenz für ein reines Medium liefert. Beispielsweise würde braunes Papier weniger Helligkeit haben als weißes Papier, was zu einem geringeren Lichtbetrag, der den Photodetektor **130** erreicht, führt, wobei jedoch die Kurve **266** durch die Steuerung **35** noch als eine Keine-Tinte-Referenz von **100** betrachtet werden würde. Eine Kurve **268** zeigt das Reflexionsvermögen von Cyan-Tinte, wenn ein Cyan-Tröpfchen in der beleuchteten Region **172** erscheint. Cyan-Tinte besitzt ein Reflexionsvermögen von näherungsweise 60% von dem eines unbehandelten weißen Papiers, wie durch die geringere Amplitude der Kurve **268** verglichen mit der reinen Medienkurve ohne Tinte **266** gezeigt ist.

[0079] Der Überwachungszyklus, während dem die Steuerung **35** Daten sammelt, ist nahe dem unteren Rand von [Fig. 10](#) gezeigt. Hier beginnt ein Datenerfassungsfenster **270**, während dem die Steuerung **35** das Eingangssignal von dem Sensor **100** überwacht, nach einer Anstiegszeit **272**. Diese Anstiegszeit **272** beginnt bei der Initiierung eines Pulses der LED **120** und endet nach einer bekannten Anstiegszeit des Photodetektors **130**, die aus den Herstellerspezifikationen für den speziellen verwendeten Photodetektor erhalten werden kann. Die LED **120** bleibt für einen Puls **274** (mit einem Wert von "1") für die Dauer der gewünschten Pulsbreite beleuchtet, wie auch durch die Kurve **265** dargestellt ist, woraufhin die LED abgeschaltet wird (Wert von "0"). Die Zeit zwischen dem Ende der Anstiegszeit **272** und dem Abschalten der blauen LED **120** definiert das Datenerfassungsfenster **270**. Am Ende des Fensters **270** ist der Überwachungszyklus noch nicht abgeschlossen, da der Photodetektor **130** nach dem Abschalten der LED **120** eine Stabilisierungsabfallzeit **276** benötigt. Folglich beginnt eine Gesamtzykluszeit **278** des Sensors **100** am Anfang des Pulses zu der LED **120** und endet dann am Ende der Photodetektorabfallzeit **276**, d.h. die Gesamtzykluszeit ist gleich der Dauer des Datenerfassungsfensters **270** plus der Anstiegs- und der Abfall-Zeit **272**, **276** des Photodetektors **130**. Auf den Abschluß dieses Überwachungszyklusses **278** hin bleibt der Sensor **100** bis zur nächsten Codiererzustandsänderung untätig, wie durch die Kurve **264** gezeigt ist. Während des Datenerfassungsfensters **270** wird ein A/D-Wandler in der Steuerung **35** aktiviert, was demselben ermöglicht, das Ausgangssignal des Photodetektors **130**, wie es über die Leiter **136** bis **138** geliefert wird, zu erfassen.

[0080] Der Lastzyklus der blauen LED **120**, der durch die Kurve **265** in [Fig. 10](#) gezeigt ist, hängt von dem Vorwärtsstrom, d.h. dem Beleuchtungspegel,

und der Geschwindigkeit, mit der der Wagen **40** bewegt wird, oder der Geschwindigkeit, mit der das Medium weiterbewegt wird, während der Wagen über die Druckzone **25** bewegt wird, ab. Die Geschwindigkeit der Medienweiterbewegung und des Wagens diktiert die erlaubte Pulsbreitendauer bei einem gegebenen gewünschten Vorwärtsstrom. Die Beziehung zwischen der Pulsbreite und dem Diodenstrom hängt von den thermischen Charakteristika der speziellen verwendeten Diode ab, die durch den LED-Hersteller spezifiziert werden. Um die räumlichen Abtast- und die thermischen Steuer-Beschränkungen der blauen LED **120** einzuhalten, wird die gesamte Abtastung vorzugsweise mit einer konstanten spezifizierten Geschwindigkeit des Wagens **40** oder des Medienantriebsmotors **27** durchgeführt, obwohl es klar ist, daß andere Überwachungsimplementierungen variable oder beschleunigende Geschwindigkeiten während der Abtastung verwenden können.

**[0081]** Weitere Druckparameter können unter Verwendung des Verfahrens **210**, das in [Fig. 9](#) dargestellt ist, ebenfalls durch den monochromatischen optischen Sensor **100** überwacht und durch die Steuerung **35** eingestellt werden. Beispielsweise kann unter Verwendung der gleichen Abtastmethodologie der monochromatische Sensor **100** auch den Farbton bestimmen, und kann verwendet werden, um die Einschaltenergie zu jedem der Druckköpfe **70** bis **76** zu optimieren. Beispielsweise können, um den Farbton einzustellen, Regionen jeder primären Tinte gedruckt werden, wobei alternativ eine Zusammensetzung von überlappenden Tröpfchen gedruckt werden kann. Eine graue bedruckte Region unter Verwendung von Tinte aller drei Farben kann ebenfalls für ein solches Farbton-Testmuster geeignet sein. Durch die Verwendung des erwarteten Reflexionsvermögens der LED-Wellenlänge von der gedruckten Farbe, wie es in der Nachschlagtabelle **240** von [Fig. 9](#) gespeichert ist, und dann durch das Vergleichen dieses erwarteten Reflexionsvermögens mit einem gemessenen Reflexionsvermögen in dem Vergleichsabschnitt **236** kann die Intensität des Druckens einer speziellen Farbe bestimmt werden und nachfolgend in dem Schritt **250** von [Fig. 9](#) durch die Steuerung **35** auf einen gewünschten Pegel eingestellt werden.

**[0082]** Um die Einschaltenergie der Düsen der Druckköpfe **70** bis **76** zu messen, können Bänder von Drucktestmustern im Schritt **216** von [Fig. 10](#) unter Verwendung unterschiedlicher Energiemengen, die den Abschußwiderständen jedes Druckkopfs **70** bis **76** zugeführt werden, erstellt werden. Wenn die Abschußenergie unter eine spezielle Schwelle abfällt, werden einige der Druckkopf düsen ihre Funktion einstellen, wobei das Medium bildfrei bleibt. Durch das Überwachen der Energien, bei denen Tropfen gedruckt wurden, und den Orten, an denen die Tropfen auf dem Medium **70** nicht mehr erscheinen, stellt die Steuerung **35** dann in dem Schritt **250** die Einschalt-

energie für jede Düse auf einen begrenzten Betrag oberhalb dieser Schwelle ein, so daß nur die zum Drucken minimal erforderliche Energiemenge jedem Widerstand zugeführt wird. Indem die Widerstände nicht mit übermäßiger Leistung übersteuert werden, ist die Widerstandslebensdauer maximiert, ohne unter irgendeinem Opfer von Druckqualität zu leiden.

**[0083]** Die Implementierung des monochromatischen optischen Sensors **100** wurde in jüngerer Zeit für den einem stärkeren Preiswettkampf unterliegenden Heimtintenstrahldruckermarkt möglich. Wie in dem Hintergrundabschnitt oben erwähnt wurde, waren historisch blaue LEDs schwache Beleuchtungsmittel, während, obwohl hellere blaue LEDs verfügbar waren, dieselben zur Verwendung in Tintenstrahldruckern, die für den häuslichen Gebrauch entworfen sind, untragbar aufwendig waren. In jüngerer Zeit hat sich diese Preissituation geändert, wobei helle blaue LEDs von mehreren Herstellern verfügbar wurden. Bei dieser erhöhten Verfügbarkeit hat der Wettbewerb am Markt den Preis dieser helleren blauen LEDs so schnell nach unten getrieben, daß schließlich eine Preisabnahme von 50% während einer Zweimonatszeitperiode aufgetreten ist. Folglich liegt die Verwendung dieser helleren blauen LEDs nunmehr in dem Berücksichtigungsbereich für die höherwertigen Produkte mit geringem Herstellungsvolumen unter Verwendung des früheren HP'002- und '014-Sensoren. Das Erscheinen des monochromatischen optischen Sensors **100**, das die grüne LED des HP'002-Sensors beseitigt, macht nun die Verwendung von optischen Sensoren in Heim-Tintenstrahldruckern möglich. Durch die Verwendung des gepulsten Betriebs der blauen LED, wie oben bezugnehmend auf [Fig. 10](#) beschrieben ist, hat diese einzigartige Art und Weise des Treibens der einzelnen blauen LED **120** die Lichtausgabe des Sensors **100** zusätzlich weiter um das zwei- bis drei-fache dessen, das unter Verwendung der früheren HP'002- und '014-Sensoren, bei denen die LEDs während des Abtastens stets eingeschaltet blieben, möglich war, erhöht.

**[0084]** [Fig. 11](#) ist ein Graph des spektralen Reflexionsvermögens und des Absorptionsvermögens über der Wellenlänge von Tinte verschiedener Primärfarben, Schwarz, Cyan, Magenta und Gelb, ebenso wie das von weißem Papier **170**. In [Fig. 11](#) sind diese Reflexionsvermögen- und Absorptionsvermögen-Kurven als eine Kurve **280** eines weißen Mediums, eine Cyan-Kurve **282**, eine Magenta-Kurve **284**, eine Gelb-Kurve **286** und eine Schwarz-Kurve **288** gezeigt. In der Vergangenheit emittierten die grünen LEDs Licht bei einer Wellenlänge von etwa 565 nm (Nanometer), wie bei der Linie **289** in [Fig. 11](#) gezeigt ist. Die blaue LED **120** emittiert Licht bei einer Spitzenwellenlänge von näherungsweise 470 nm, wie durch eine vertikale Linie **290** in [Fig. 11](#) gezeigt ist. Durch Messen an dem dargestellten 470 nm-Ort, ist

eine Trennung zwischen jeder der Tintenkurven **282** bis **288** und der Medienkurve **280** möglich. Tatsächlich liefert das Überwachen irgendwo zwischen dem Einsetzen der visuellen Wahrnehmung bei einer 430 nm-Spitzenwellenlänge und dem Übergangspunkt des Reflexionsvermögens der gelben Tinte bei einer 510 nm-Spitzenwellenlänge geeignete Kurventrennungen für eine einfache Überwachung unter Verwendung des monochromatischen Sensors **100**.

**[0085]** An diesem Punkt können einige Definitionen hilfreich sein, bevor [Fig. 11](#) intensiv erläutert wird. "Strahlstärke" ist das Maß der Leistung, die durch eine Lichtquelle einer finiten Größe emittiert wird, die in W/sr-cm<sup>2</sup> (Watt pro Steradian-Zentimeter im Quadrat) ausgedrückt wird. "Transmission" ist ein Maß der Leistung, die durch eine Linse fällt, in der Form des Verhältnisses der Strahlstärke des Linsenbilds zu der Strahlstärke des ursprünglichen Objekts, ausgedrückt in Prozent. "Transmittanz" ist eine spektral gewichtete Transmission, hier das Verhältnis des transmittierten spektralen Reflexionsvermögens, das durch die Linse tritt, beispielsweise der Strahl **182**, zu dem anfänglichen spektralen Reflexionsvermögen, beispielsweise der Strahl **180** ([Fig. 7](#)). "Reflektiertes Licht" oder "Spiegelreflexion" ist der Teil des einfallenden Lichts, der in einem Winkel, der gleich dem Winkel, in dem das Licht auf das Medium trifft, dem Einfallswinkel, ist, von dem Medium reflektiert wird. "Reflexionsvermögen" ist das Verhältnis der Spiegelreflexion zu dem einfallenden Licht, ausgedrückt in Prozent. "Absorptionsvermögen" ist die Umkehrung des Reflexionsvermögens, d.h. die Lichtmenge, die nicht reflektiert wird, sondern stattdessen durch das Objekt absorbiert wird, ausgedrückt in Prozent als ein Verhältnis der Differenz des einfallenden Lichts minus der Spiegelreflexion bezüglich des einfallenden Lichts. "Streuungsreflexion" ist der Teil des einfallenden Lichts, der in einer mehr oder weniger gleichmäßigen Intensität bezüglich des Sichtwinkels von der Oberfläche des Mediums gestreut wird, im Gegensatz zu dem Spiegelreflexionsvermögen, das die größte Intensität nur im Winkel des Reflexionsvermögens hat. "Brechung" ist die Ablenkung einer sich ausbreitenden Welle, die durch das Modulieren der Geschwindigkeit von Abschnitten der Wellen, indem dieselben durch unterschiedliche Materialien geleitet werden, erreicht wird.

**[0086]** Eine wichtige Realisierung bei der Entwicklung des Erfassungssystems **210** unter Verwendung des monochromatischen optischen Sensors **100** bestand darin, daß bei einem subtraktiven Primärfarbsystem Cyan-Tinte niemals das spektrale Reflexionsvermögen des Papiers, auf das dieselbe gedruckt wird, erreicht. Das Drucken mit den Farben Cyan, Gelb und Magenta wird als ein "subtraktives" Primärfarbsystem betrachtet, im Gegensatz zu der Kombination von Rot, Grün und Blau, was als ein "additives" System betrachtet wird, wie es z.B. verwendet

wird, um Farbbilder im Fernsehen oder auf Computerbildschirmen zu erzeugen. Wie in [Fig. 11](#) zu sehen ist, nähert sich die Gelbkurve **286** dem Reflexionsvermögen der Medienkurve **280** gerade rechts von der Linie **289**, wohingegen sich die Magentakurve **284** der Medienkurve **280** um den 650 nm-Wellenlängen-Schnittpunkt nähert. Die Cyankurve **282** besitzt einen Spitzenwert bei etwa 460 nm mit einem Pegel eines Reflexionsvermögens von etwa 60%, was viel weniger ist als das Reflexionsvermögen der Medienkurve **280** an diesem Punkt. Cyan wird das spektrale Reflexionsvermögen des Mediums **170** aus zwei Gründen nicht erreichen.

**[0087]** Erstens sind die meisten Papiere mit ultraviolett-fluoreszierenden Verbindungen beschichtet, was das Papier weißer erscheinen läßt, indem ultraviolette (uV) Umgebungslicht absorbiert wird, und nachfolgend dieses Licht bei etwas längeren blauen Wellenlängen aus dem Papier fluoresziert wird. Da Papier bei einer Belichtung mit dem blauen Spektrum aus Umgebungs- oder Raum-Licht nicht fluoresziert, würde das erkennbare Reflexionsvermögen der Tinte niemals **100** erreichen, selbst wenn Cyan-Tinte eine perfekte Transmittanz besitzen würde. Diesen Unterschied aufgrund der fluoreszierenden Beschaffenheit des Papiermediums **170** besitzt ein Erfassungssignal, das durch die Steuerung **35** verwendet wird, wie nachfolgend detaillierter erläutert wird.

**[0088]** Zweitens ist die Spitzentransmittanz von Cyan-Farbstoffen typischerweise geringer als die von Tinte mit Gelb- oder Magenta-Farbstoffen, wobei diese Transmittanz niemals 80% überschreitet, wie aus der Kurve **282** in [Fig. 11](#) zu sehen ist. Die gegenwärtig verfügbaren Farbstoffverbindungen, die ohne weiteres Licht längerer Wellenlänge absorbieren, hinunter bis zum Grünbereich dieses erwünschten Spektrums, tendieren dazu, Licht fortgesetzt zu absorbieren, selbst in diesem blauen Transmissionsbereich. Folglich hat das Einstellen der Farbstoffverbindungen bei einem Versuch, die Blau-Transmittanz zu erhöhen, eine entsprechende Abnahme der Langwellenabsorption zur Folge, wie beispielsweise an dem Abschnitt von 560 bis 750 nm der Cyan-Kurve **282** in dem Graphen von [Fig. 11](#) gezeigt ist. Daher existiert, schon aufgrund der Farbstoffchemie, ein Unterschied zwischen dem Reflexionsvermögen des reinen Mediums und dem Reflexionsvermögen der Cyan-Tinte. Dieser Unterschied des Reflexionsvermögens ist das, was durch den monochromatischen optischen Sensor **100** ausgenutzt wird.

**[0089]** In der Vergangenheit ermöglichte die Verwendung des Lichts einer grün emittierenden LED bei einer Wellenlänge von 565 nm die Erfassung von Cyan und Magenta bei deren minimalem Reflexionsvermögen (linke Skala von [Fig. 11](#), was ferner deren maximales Absorptionsvermögen ist, wie durch die rechte Skala von [Fig. 11](#) gezeigt ist). Unglücklicher-



weise hat sich herausgestellt, daß die Erfassung von Gelb bei der Wellenlänge von 565 nm ein Problem ist, da das Gelb-Reflexionsvermögen sich bei dieser Wellenlänge der grünen LED dem des weißen Papiers angenähert hat. Diesem Problem wurde begegnet, indem Magentatinte über ein vorher gedrucktes gelbes Testblatt gedruckt wurde, mit unterschiedlichen Ergebnissen, abhängig von dem Typ des verwendeten Mediums, wie oben in dem Hintergrundabschnitt erläutert wurde.

**[0090]** Dieses Gelbtinte-Erfassungsproblem wird vermieden, indem das Medium und die Tintentröpfchen überwacht werden, wenn dieselben mit der Spitzenwellenlänge von 470 nm der blauen LED **120** beleuchtet werden, da die Signale, die durch die Steuerung **35** verwendet werden, das Absorptionsvermögen dieser Tinten relativ zu dem Absorptionsvermögen des Mediums **170** sind. Tatsächlich kann gelbe Tinte ohne weiteres zwischen den Spitzenwellenlängen von 430 nm und 510 nm erfaßt werden. Wie in [Fig. 11](#) zu sehen ist, sind bei der Wellenlänge von 470 nm der blauen LED **120** die Tintenkurven **282** bis **288** jeweils hinsichtlich des Betrags voneinander getrennt. Obwohl die dargestellte blaue LED bei einer Wellenlänge von 470 nm emittiert, wird dieser Wert lediglich zu Zwecken der Veranschaulichung erläutert, wobei es klar ist, daß andere Wellenlängen einer monochromatischen Beleuchtung ebenfalls verwendet werden können, um beliebige andere Punkte auf dem Graphen auszunutzen, an denen eine adäquate Trennung der Tintenkurven **282** bis **288** existiert, um eine Erfassung und Unterscheidung zwischen den Farben, einschließlich ultravioletter oder infraroter Wellenlängen zu ermöglichen. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel erzeugt das Absorptionsvermögen der Cyantinte ein Cyansignal **292**, das die Differenz zwischen dem Absorptionsvermögen der Cyantinte und dem Medium ist, wenn dieselben mit einer Wellenlänge von 470 nm beleuchtet werden. In gleicher Weise werden ein Magentasignal **292**, ein Gelbsignal **296** und ein Schwarzsinal **298** jeweils als Differenz zwischen dem Absorptionsvermögen von jeder dieser Tinten und dem Absorptionsvermögen des Mediums **170**, wenn dieselben durch die blaue LED **120** bei 470 nm beleuchtet werden, erzeugt. Folglich ist das Cyansignal **292** eine Differenz von näherungsweise 30%, das Magentasignal **294** von näherungsweise 70%, das Gelbsignal **296** von näherungsweise 80% und das Schwarztintensignal von näherungsweise 90%.

**[0091]** Als ein weiterer Vorteil existiert eine wechselseitige Beziehung zwischen der Intensität der Beleuchtung an dem Ort **172** ([Fig. 7](#)) und der Rauschquelle in den resultierenden Signalen, die zu der Steuerung **35** gesendet werden. Wenn alle anderen Faktoren gleich sind, ist das Rauschen, das durch den Photodetektor **130** erzeugt wird, lediglich eine Funktion der Pulsfrequenz der blauen LED, das dann

mit der Quadratwurzel der Signalfrequenz zunimmt. Eine erhöhte Intensität erhöht jedoch das Rauschen nicht. Folglich ist das Pulsen der LED **120** eine effiziente Möglichkeit, um die Intensität des Strahls **180** und das Signal/Rausch-Verhältnis zu erhöhen. Während das Rauschen mit zunehmender Pulsfrequenz zunehmen wird, nimmt der Pegel des Signals mit einer noch größeren Rate zu. Bei moderaten Pulsfrequenzen, beispielsweise denen um 1 bis 4 kHz, überwiegen die Vorteile des größeren Signals die Nachteile des erhöhten Rauschens stark. Folglich ermöglicht dieses gepulste Treiberschema zum Beleuchten des Mediums mit der LED **120** und die Datenabstroutine, die oben bezugnehmend auf die [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) erläutert ist, ein effizientes und ökonomisches Überwachen der Tropfenplatzierung auf dem Medium auf eine automatische Art und Weise durch den Drucker **20** ohne Benutzerintervention.

#### Beschleunigtes Beleuchtungsansprechsystem

**[0092]** Beim Betreiben des monochromatischen optischen Sensors **100**, wie er oben beschrieben ist, wurde herausgefunden, daß die Aufwärmzeit, die für den Sensor **100** erforderlich ist, die Gesamttestroutine signifikant verlangsamt. Zusätzlich wurde herausgefunden, daß die Verwendung eines Testmusters **216** zusätzliche Druckzeit verbraucht, während überdies ein Druckmedienblatt verbraucht wird, was beispielsweise bei der Verwendung von Medien mit photographischer Qualität relativ aufwendig sein kann. Um die Durchsatzrate (Seiten pro Minute) des Druckers **20** zu erhöhen, ohne darauf zu warten, daß eine Testseite gedruckt und überwacht wird, wäre es folglich erwünscht, heimlich oder geheim Tintentröpfchen zu überwachen, die während eines normalen Bedienerdruckjobs auf dem Medium plazierte werden. Auf diese Art und Weise würde der Bediener keinerlei Verzögerung durch die Erfassungsroutine erfahren, noch würde irgendein zusätzliches Druckmedium verbraucht werden. Indem die Sensorfunktion für den Bediener relativ transparent gemacht wird, würde der resultierende Drucker **20** in der Verwendung sowohl einfach als auch schnell sein. Mit diesem Ziel im Hinterkopf bestand die Herausforderung darin, wie der Sensor **100** schneller zu betreiben ist, wobei dies zuerst das exakte Verstehen dessen, welcher Mechanismus oder welche Charakteristik das Ansprechen des Sensors **100** verlangsamt, erfordert.

**[0093]** Wie oben beschrieben wurde, beleuchtet die blaue LED **120** das Medium **170** in der beleuchteten Region **172**, wobei diese Beleuchtung durch das Vorliegen oder das Fehlen von Tinte moduliert wird, wobei die Intensität des reflektierten Strahls **200**, wie sie durch den Photodetektor **130** gesehen wird, variiert wird. Eine Schwankung der Intensität dieser Beleuchtung **200** über das reine unbedruckte Medium zeigt sich selbst als Rauschen in dem Sensorsignal, das über Leiter **136** bis **138** der Steuerung **35** zuge-

führt wird. Für genaue Messungen muß dieses reine Medienrauschen auf einem Minimum gehalten werden. Wenn eine LED mit Strom versorgt wird, durchläuft die Beleuchtung ungünstigerweise zuerst ein Übergangsansprechen mit einer anfänglich großen Amplitude und sinkt dann auf einen tieferen stationären Wert. Bei Zimmertemperatur wird der stationäre Wert nach näherungsweise 20 Sekunden erreicht, wie in den [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) gezeigt ist. [Fig. 13](#) zeigt einen Graphen **300** des Vorwärtsstroms  $I_f$ , der während eines "Kaltstart"-Einschaltens der LED **120** an die blaue LED **120** angelegt wird. Zum Zeitpunkt  $t = 0$  ist zu sehen, daß die Vorwärtsstromkurve **300** auf einem maximalen Pegel von 30 Milliampere (mA) angestiegen ist, welches der maximale DC-Pegel (DC = Gleichstrom) des Vorwärtsstroms  $I_f$  ist. [Fig. 14](#) zeigt eine Kurve **302**, die der Beleuchtungspegel ist, wie er durch den Photodetektor **130** als eine Ausgangsspannung  $V_o$  gemessen wird. Zum Zeitpunkt  $t = 0$  hat diese Beleuchtungskurve **302** an einem Punkt **304** einen Spitzenwert, was ein Wert von näherungsweise dem Vierfachen des normalen stationären DC-Werts ist. Nach dieser anfänglichen Spitze **304** zeigt der DC-Strom schließlich ein Abklingen erster Ordnung. Es wurde herausgefunden, daß die Größe dieses Abklingens mit der Umgebungstemperatur variiert, wobei das Abklingen jedoch normalerweise in der Größenordnung von 20% des stationären Werts der Ausgangsspannung  $V_{o-ss}$  bei Zimmertemperatur ist. Die Dauer dieses Abklingens auf einen Wert von näherungsweise 2% des stationären Werts ( $0,02 V_{o-ss}$ ) beträgt etwa 20 Sekunden ( $t_{ss}$  20 Sekunden), wie am Punkt **306** in [Fig. 14](#) gezeigt ist. Es sei bemerkt, daß die anfängliche Spannung abweicht, wobei der Betrag dieses Abweichen durch eine Differenz **308** von näherungsweise dem 0,2-fachen der stationären Ausgangsspannung  $V_{o-ss}$  gezeigt ist.

**[0094]** Beim Untersuchen dieser Hochfahr-Spannungsspitze oder des Beleuchtungsübergangs **304**, wurde herausgefunden, daß dieser Übergang durch einen thermischen Effekt bewirkt wird. In [Fig. 7](#) ist die resultierende Beleuchtung **180**, die von der LED **120** emittiert wird, tatsächlich eine Funktion von zwei Faktoren:

- (1) dem Vorwärtsstrom  $I_f$  durch die LED und
- (2) der Temperatur des Diodenübergangs der LED.

**[0095]** Spezifisch erhöht sich die Beleuchtung **180** mit einem erhöhten Vorwärtsstrom  $I_f$  (direkt proportional), und nimmt mit zunehmender Temperatur an dem Diodenübergang der LED ab (indirekt proportional).

**[0096]** Bei Hochfahren, wenn die LED **120** eingeschaltet wird, sind der Diodenübergang und das LED-Gehäuse **124** auf der gleichen Temperatur wie die Umgebungsluft, die die LED **120** umgibt. Wenn der Fluß des Vorwärtsstroms  $I_f$  beginnt, erwärmt sich

der Diodenübergang der LED, wobei die Lichtausgabe beginnt, abzunehmen. Die Wärme, die durch diesen Übergang erzeugt wird, beginnt, sich in das Gehäuse **124** auszubreiten. Da das Gehäuse **124** viel massiver ist als der Chip **175** der blauen LED, wird die Wärme anfänglich verbraucht, indem das Gehäuse **124** aufgewärmt wird. Das Erwärmen des Gehäuses **124** führt dazu, daß die Temperatur des Chips **175** weiter hochgetrieben wird, was bewirkt, daß die Beleuchtung **180** weiter abnimmt. Schließlich ist das Gehäuse **124** in einem thermischen Gleichgewicht auf einen stabilen Pegel erwärmt, wobei jegliche zusätzliche Wärme, die durch den Photodetektor erzeugt wird, an die umgebende Umgebungsluft übertragen wird. Sobald dieses thermische Gleichgewicht schließlich eingerichtet ist, ist die Temperaturdifferenz zwischen dem Diodenübergang und der Umgebungsluft groß genug, um die Abfallwärme von dem Diodenübergang kontinuierlich durch das Gehäuse **124** und in die Umgebungsluft abzugeben. Die Zeit, die erforderlich ist, um den LED-Diodenübergang und das Gehäuse **124** auf diese Gleichgewichtstemperatur zu erwärmen, wird als "Aufwärmzeit" bezeichnet. Da sich die Beleuchtung während dieser Aufwärmzeit konstant ändert, kann der ganze Prozeß als ein Beleuchtungsübergang bezeichnet werden. Folglich ist die stationäre Beleuchtung für eine gegebene LED **120** eine Funktion des Vorwärtsstroms  $I_f$  und der Umgebungstemperatur, die das Gehäuse **124** der blauen LED umgibt.

**[0097]** Ungünstigerweise macht das Warten auf das Sinken dieses Beleuchtungsübergangs jeglichen Versuch unwirksam, den monochromatischen Sensor **100** heimlich einzuschalten, um Druckartefakte bei einem normalen Bedienerdruckjob zu messen. Tatsächlich wird diese Aufwärmzeit so groß wie die Zeit, die tatsächlich erforderlich ist, um nahezu zwei gesamte Standardseiten zu drucken. Eine solch lange Verzögerung ist für Verbraucher nicht akzeptabel, wie eine der Wettbewerber der Anmelderin der vorliegenden Anmeldung in jüngerer Zeit entdeckt hat, als sie eine dramatische Zunahme der Garantierückgaben erfuhren, als neue Kunden entdeckten, daß die Zeit, die zum Erzeugen ihrer mühsamen Kalibrierungsseite verbraucht wurde, sieben Minuten betrug. Mit einem viel kürzeren Ziel im Hinterkopf, um eine Testseite zu drucken, in der Größenordnung von zwei oder drei Minuten, ist das Opfern von 20 Sekunden dieser bewilligten Zeit, um auf das Absinken des Beleuchtungsübergangs zu warten, klarerweise keine annehmbare Alternative auf dem Verbrauchermarkt. Das ununterbrochene Eingeschaltetlassen der LED **100** (das die Praxis bei der Verwendung der HP'014- und '002-Sensoren war, wie in dem obigen Hintergrundabschnitt beschrieben ist) ist ebenfalls eine unerwünschte Lösung, da die Energie-effiziente Verwendung des Lastzyklusses der blauen LED, wie er oben bezugnehmend auf [Fig. 10](#) beschrieben ist, nicht mehr realisiert wird. Überdies kann das ununter-

brochene Eingeschaltelassen der blauen LED **120** ferner eine mögliche Ärgerquelle für einen Bediener sein, wobei ein helles blaues Licht ununterbrochen rückwärts und vorwärts blitzt, jedesmal, wenn der Wagen **40** die Druckzone **25** überquert. Folglich wurde ein weiterer Lösungsansatz zum Treiben der LED benötigt, um diese Aufwärmzeitverzögerung, die durch den Beleuchtungsübergang bewirkt wird, zu verringern.

[0098] Die [Fig. 9](#) und [Fig. 15](#) bis [Fig. 16](#) zeigen ein beschleunigtes Beleuchtungsansprechsystem **310** zum Treiben einer lichtemittierenden Diode gemäß der vorliegenden Erfindung, beispielsweise der blauen LED **120** des monochromatischen optischen Sensors **100**, das nicht unter einer verlängerten Verzögerung beim Hochfahren, während auf das Absinken des Beleuchtungsübergangs gewartet wird, leidet. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist das beschleunigte Beleuchtungsansprechsystem **310** drei Schritte auf, wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist. Zuerst existiert ein Vorwärmanschritt **312**, in dem die blaue LED zuerst bei einem Vorwärtsstrom eines sehr geringen Pegels betrieben wird, beispielsweise in der Größenordnung von 5 bis 30% des normalen Betriebsstrompegels, oder noch bevorzugter in einem Bereich von 15 bis 25% des stationären maximalen Stroms. Ein bevorzugter Wert von 20% des maximalen Stroms ist in [Fig. 15](#) als 6 mA gezeigt. Dieser Vorwärmanschritt wird zumindest für die Länge der Beleuchtungsübergangsperiode durchgeführt, oder noch bevorzugter zumindest doppelt so lang wie die Beleuchtungsübergangsperiode, wobei eine bevorzugte Dauer von näherungsweise dem Doppelten der Beleuchtungsübergangsperiode hierin als eine Dauer von 40 Sekunden bezeichnet ist, die durch einen Vorwärmabschnitt **314** eines Aufwärm-Vorwärmstrom-Graphen **315** in [Fig. 15](#) gezeigt ist. Die Verwendung weiterer Komponenten kann zu anderen Größen des Vorwärmstroms und anderen geeigneten Dauern führen, wobei eine bevorzugte Methodologie zum Treffen dieser Auswahlen bezugnehmend auf die [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) nachfolgend weiter beschrieben wird. Wie in [Fig. 16](#) gezeigt ist, zeigt ein Aufwärmbeleuchtungsgraph **316** der Ausgangsspannung  $V_o$ , der die Beleuchtung, wie sie durch den Photodetektor **130** gemessen wird, darstellt, die Beleuchtung eines sehr geringen Pegels, die während dieses Vorwärmabschnitts **312** beinahe nicht zu bemerken ist.

[0099] Die relativ lange Dauer der Vorwärmabschnitts **312**, **314** ermöglicht, daß die LED **120** ein thermisches Gleichgewicht erreicht, um den Chip **175** und das LED-Gehäuse **124** auf eine unauffällige Art und Weise vorzuwärmen. Wenn das Abtasten beginnend zum Zeitpunkt  $t = 0$  in den Graphen **315** und **316** der [Fig. 15](#) bis [Fig. 16](#) durchgeführt wird, wird ein Ende des Vorwärmsignals **320** zu einem zweiten Schritt des beschleunigten Beleuchtungsansprechsystems **310** gesendet, der ein Hochpulsstromschritt **322** ist,

wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist. Der Vorwärtsstrom  $I_f$  wird stufenweise auf einen hohen Strompuls mit einem Strompegel des drei- bis vierfachen des normalen Treiberstroms erhöht, oder mit dem maximalen nominalen Pegel für einen gepulsten Betrieb der speziellen LED, der hier als Abschnitt **324** der Kurve **315** in [Fig. 15](#) gezeigt ist. Bei dem Beispiel der gegebenen dargestellten LED **120** beträgt dieser maximale nominelle gepulste Pegel 100 mA. Die Dauer des gepulsten 100 mA-Schritts **322** basiert auf den Herstellerspezifikationen für die LED. Bei diesem Beispiel beträgt die Dauer des gepulsten Schritts **322** für die blaue LED **120** zwei Sekunden.

[0100] Nach dem Abschluß des Hochpuls-Stromschritts **322** wird ein Signal **326** zu einem dritten Schritt des beschleunigten Beleuchtungsansprechsystems **310** gesendet, hier ein Abfall auf den normalen Stromtreiberschritt **328**. Wie in dem Graph **315** von [Fig. 15](#) gezeigt ist, wird der Vorwärtsstrom  $I_f$  entlang eines Abschnitts **330** des Graphen auf den maximalen DC-Pegel abgesenkt, hier 30 mA. Interessanter ist das Ansprechen des Aufwärm-Beleuchtungsgraphen **316** in [Fig. 16](#) während des Hochpulsstromschritts **322** und beim Abfall auf den Normaltreiberstromschritt **328**. Hier ist zu sehen, daß der Graph **316** auf die Initiierung des Hochstrompulschritts **322**, **324** hin im Abschnitt **332** des Graphen **316** eine Spitze des Dreifachen der stationären Beleuchtung zeigt. Die Beleuchtungsausgabe erfährt dann eine Abnahme zweiter Ordnung, gefolgt von einer sekundären Zunahme zweiter Ordnung, während der Abfall auf den normalen Treiberstrom, Schritt **328**, stattfindet, wie entlang des Abschnitts **334** des Graphen **316** gezeigt ist. Diese Zunahme entlang des Graphabschnitts **334** endet schließlich auf dem stationären Pegel der Beleuchtung, die entlang des Abschnitts **336** des Graphen **316** gezeigt ist. Die Ausgangsspannung  $V_o$  des Photodetektors **130** nimmt auf einen ausgewählten Pegel innerhalb beispielsweise etwa 5% des stationären Beleuchtungspegels zu, oder bevorzugter innerhalb etwa 1 bis 3% des stationären Beleuchtungspegels, oder noch bevorzugter, wie dargestellt, innerhalb etwa 2% des stationären Beleuchtungspegels in näherungsweise 2,4 Sekunden nach der Initiierung des 100 mA-Schritts, zum Zeitpunkt  $t = 0$ . Das heißt, daß anstelle einer Verzögerung von 20 Sekunden die Beleuchtung mit einem Aufwärmen nach 2,4 Sekunden innerhalb von 2% des stationären Werts ist, und nicht nach 20 Sekunden, wie in [Fig. 14](#) gezeigt ist, eine Abnahme von näherungsweise 88% unter Verwendung der Vorwärm- und Pulsgebungs-Schritte **322** und **328**. Am Ende der beschleunigten Beleuchtungsansprechroutine **310** wird ein Initiierungs-Testroutinensignal **338** zu dem Starttestroutineschritt **212** des Flußdiagramms **210** in [Fig. 9](#) gesendet, wobei der Rest des Verfahrens dann wie oben beschrieben fortgesetzt wird.

[0101] Bezugnehmend auf [Fig. 15](#) kann der Bereich

unter der  $I_f$ -t-Kurve als die Energie angenommen werden, die verwendet wird, um den LED-Chip **175** und das LED-Gehäuse **124** aufzuwärmen. Strenger stellt die Integration von  $I_f$  bezüglich der Zeit, multipliziert mit der Vorwärtsspannung über dem Intervall die Energie dar, die während des Hochpulsstromschritts **322** verbraucht wird. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel für eine blaue LED **120** von Panasonic mit der Modellnummer LNG992CF9 beträgt die Vorwärtsspannung über dem 100 mA-Intervall 5 Volt (5,0 V). Da die Vorwärtsspannung konstant ist, besitzt dieselbe keine Wirkung auf einen Skalierungsfaktor bei dieser Integration. Daher kann die Fläche unter der  $I_f$ -Kurve geändert werden, indem der Spitzenstrompegel **324** eingestellt wird, wobei die Dauer eine lebensfähige Darstellung der Energie, die notwendig ist, um die blaue LED **120** aufzuwärmen, bleibt, wenn auch skaliert durch die Vorwärtsspannung.

[0102] Das beschleunigte Beleuchtungsansprechsystem **310** steuert die Energiemenge, die durch den Chip **175** der blauen LED läuft, wobei dieses Erwärmen des Chips wiederum das LED-Gehäuse **124** erwärmt. Die sekundäre Zunahme **334**, die in der Ausgangsspannung  $V_o$  des Photodetektors **130** nach dem Hochpulsstromschritt **322**, **332** von zwei Sekunden stattfindet, ist eine Eigenschaft dieses Aufwärmeffekts. Auf diese Weise wird der LED-Chip **175** bei einer Anstrengung, schnell einen hohen Energiepegel in das LED-Gehäuse **124** zu injizieren oder zu treiben, tatsächlich über seine DC-Gleichgewichtstemperatur hinaus erwärmt. Wenn der normale DC-Betriebspegel auf den 30 mA-Pegel wiederhergestellt wird, kühlt sich der LED-Chip **175** auf eine Gleichgewichtstemperatur ab, wobei die Lichtausgabe **180** entsprechend zunimmt, wie bei **334** in dem Graph von [Fig. 16](#) gezeigt ist.

[0103] Die optimale Dauer des Spitzenspannungsschritts **332** wird erhalten, wenn die sekundäre Beleuchtungszunahme **334** kritisch gedämpft ist. Eine zu kurze Dauer bewirkt, daß die sekundäre Zunahme **334** länger dauert, was einen unter-erwärmten Zustand zur Folge hat, der die Gesamtaufwärmzeit ungünstig verlängert. Dieser unter-erwärmte Zustand ist durch den Graph **340** in [Fig. 17](#) gezeigt. Der Graph **340** zeigt eine anfängliche Vorwärmbeleuchtung **342**, die 40 Sekunden vor dem anfänglichen Hochfahren stattfindet, ähnlich der Niederpegel-Beleuchtungsspannung **318**, die in [Fig. 16](#) gezeigt ist. Bei diesem unter-erwärmten Zustand dauert der Hochpulsstromschritt **322** nur eine Sekunde, so daß auf das Initiieren des Pulsschritts **322** hin der Beleuchtungsgraph **340** einen Spitzenschritt oder eine Spitze **344** zeigt, die ebenfalls nur eine Sekunde dauert. Nach dieser zweiten Beleuchtungsspitze **344** fällt dann die Ausgangsspannung des Photodetektors **130** ab, bevor dieselbe als ein sekundärer Beleuchtungszunahme- oder Spannungsabweichungs-Abschnitt **346** ansteigt. Wie in [Fig. 17](#) gezeigt ist, setzt

sich dieser Anstieg **346** fort, bis die LED eine normale DC-Gleichgewichtstemperatur erreicht, was den Abschnitt **348** des Graphen **340** zur Folge hat, wo die Ausgangsspannung  $V_o$  einen Bereich innerhalb von 2% des stationären Werts erreicht hat. Die unter-erwärmte Abweichung der Spannung **346** in [Fig. 17](#) dauert nahezu vier Sekunden länger, um einen Bereich innerhalb von 2% des stationären Werts entlang des Abschnitts **348** des Graphen zu erreichen, was eine signifikante Zunahme gegenüber den 2,4 Sekunden der Abweichung **334** in [Fig. 16](#) unter Verwendung eines Hochstrompulses **324** einer Dauer von zwei Sekunden ist.

[0104] Während [Fig. 17](#) einen unter-erwärmten Beleuchtungszustand zeigt, ist [Fig. 18](#) ein Graph einer über-erwärmten Beleuchtungskurve **350**. Hier zeigt der Graph **350** eine anfängliche Vorwärmbeleuchtung **352**, ähnlich den Beleuchtungspegeln **318** und **342** in den [Fig. 16](#) bzw. [Fig. 17](#), alle einer Dauer von 40 Sekunden entsprechend dem Vorwärmstrom **314** von 6 mA in [Fig. 15](#). Zu einem Zeitpunkt  $t = 0$  wird ein Vorwärtsstrompuls von 100 mA für eine Dauer von drei Sekunden in dem Hochpulsstromschritt **322** an die LED **120** angelegt, was eine Beleuchtungsspitze oder einen Spitzenschritt **354** erzeugt, wie er durch den Photodetektor **130** gemessen wird. Nach dem Abschluß des Hochpulsstromschritts **322** fällt der Vorwärtsstrom zu der LED **120** in dem Normaltreiberstromschritt **328** auf einen Wert von 30 mA ab, wie durch den Abschnitt **330** des Graphen in [Fig. 15](#) gezeigt ist. Die Beleuchtungsspitze **354** dauert drei Sekunden, woraufhin dieselbe abfällt, während der Normaltreiberstromschritt **328** beginnt. Nach dieser dreisekündigen Beleuchtungsspitze **354** fällt die Ausgangsspannung  $V_o$  des Photodetektors **130** ab, bevor dieselbe beginnt, als ein sekundärer Beleuchtungszunahme- oder Spannungsabweichungs-Abschnitt **355** des Graphen **350** anzusteigen. Statt eines schnellen und sanften Annäherns an einen Beleuchtungswert innerhalb von 2% der stationären Beleuchtung, die entlang des Abschnitts **356** des Graphen **350** gezeigt ist, steigt diese Spannungsabweichung **355** fortgesetzt an und übersteigt den stationären Wert, wie durch den Abschnitt **358** des Graphen **350** gezeigt ist. Folglich bewirkt eine zu lange Dauer des Hochpulsstromschritts **322** ein Übersteigen der Energie, die benötigt wird, um das LED-Gehäuse **124** zu erwärmen, wobei der Hügelabschnitt **358** des Graphen eine Zeit anzeigt, während der das Gehäuse **124** abkühlen muß.

[0105] Folglich kann mit einigem geringen Experimentieren mit Dauerpegeln für den Pulsgebungsschritt **322** und eine Beobachtung der resultierenden Beleuchtung, die durch den Photodetektor **130** gemessen wird, die Dauer des Hochpulsstromschritts **322** optimiert werden, um eine sekundäre Beleuchtungszunahme zu liefern, die kritisch gedämpft ist, wie an dem Abschnitt **334** des Graphen **316** in



**Fig. 16** gezeigt ist. Wiederum kann die Größe des Hochpulsstromschritts **322**, die hier als 100 mA in **Fig. 15** gezeigt ist, aus dem Herstellerspezifikationsblatt für die spezielle LED, die verwendet wird, erhalten werden. Es ist offensichtlich, daß andere Größen des Strompulses unter dem maximalen Wert, der durch den Hersteller empfohlen ist, verwendet werden können; jedoch hilft die Verwendung dieses maximalen Werts dabei, ein Aufwärmen schneller zu erreichen, um den Gesamterfassungsprozeß **210** zu beschleunigen. Es sollte ebenfalls verständlich sein, daß der Vorwärmsschritt **312** in dem beschleunigten Beleuchtungsansprechsystem **310** optional ist, wobei jedoch die Verwendung des Vorwärmsschritts **312** schneller eine stationäre Beleuchtung ergibt als ohne Vorwärmen erhalten wird. Tatsächlich können andere höhere Werte als die 20% des Normaltreiberstroms (6 mA in **Fig. 15**) des Vorwärmstroms **314** verwendet werden. Wenn ein höherer Pegel eines Vorwärmstroms von der speziellen verwendeten Diode toleriert werden kann, hat ein solcher größerer Wert eine weitere Abnahme der Gesamtzeit, die erforderlich ist, um die stationäre Beleuchtung **336** in **Fig. 16** zu erreichen, zur Folge.

[0106] Die **Fig. 19** und **Fig. 20** zeigen zwei unterschiedliche Schaltungen zum Betreiben der blauen LED **120** mit dem Vorwärtsstromprofil **315**, das in **Fig. 15** gezeigt ist. Die Schaltung von **Fig. 19** kann während eines anfänglichen Prototypentests am hilfreichsten sein, um die Strompegel und die Pulsdauer des Vorwärtsstromprofils **315** festzulegen. Sobald das Vorwärtsstromprofil **315** für eine spezielle Sorte und einen Typ von LED **120** verstanden wurde, kann die Schaltung von **Fig. 20** aufgrund ihrer relativen Einfachheit und ihres ökonomischeren Aufbaus bevorzugter sein, um in Produktionseinheiten eingebaut zu werden.

[0107] Spezieller zeigt **Fig. 19** ein schematisches Diagramm einer LED-Treiberschaltung **360**, die verschaltet ist, um die blaue LED **120** zu treiben. Die Treiberschaltung **360** weist einen Stromregler mit geschlossener Schleife, der einen Operationsverstärker **362**, der als eine Summierschaltung **364** konfiguriert ist, aufweist. Der spezielle dargestellte Operationsverstärker wird von der Firma Texas Instruments hergestellt und als Teil mit der Nr. VA741CP verkauft. Die Eingänge zu dem Operationsverstärker **362** umfassen zwei 100 Kiloohm-Widerstände **364** und **365**, wobei ein 10 Megaohm-Rückkopplungswiderstand **366** verwendet ist. Der Widerstand **364** empfängt ein Eingangssignal **368** negativer Spannung, das von einem Digital/Analog-Wandler ("DAW") geliefert werden kann. Das Eingangssignal **368** negativer Spannung ist vorzugsweise auf 10 Volt pro Ampere (10 V/A) skaliert und wird als ein Befehlseingangssignal für den Summieroperationsverstärker **364** verwendet. Das Ausgangssignal der Operationsverstärkerschaltung **364** treibt einen Bipolartransistor **370**, der als ein

Emittterverstärker **372** verschaltet ist, um einen Treiberstrom **374** über eine Anschlußleitung **126** (**Fig. 7**) zu der blauen LED **120** zu liefern. Der Bipolartransistor **370** bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird von Motorola hergestellt und als Teil mit der Nr. MPS-W06 verkauft. Der Emittterverstärker **372** wird mit einer positiven Spannung von 10 Volt auf einer Anschlußleitung **375** vorgespannt, wobei ein 10 Kiloohm-Widerstand **376** den Transistor mit einem Massepotential koppelt, das hier als Masse **378** dargestellt ist. Um ein Rückkopplungssignal **380** zu der Summieroperationsverstärkerschaltung **364** zu liefern, umfaßt die Schaltung einen 10 Ohm-Präzisionswiderstand **382**, der zwischen die Ausgangsanschlußleitung **128** der LED **120** und Masse **378** gekoppelt ist. Folglich kann die Schaltung **360** verwendet werden, um den Vorwärtsstromfluß durch die LED **120** über einen Bereich von 0 bis 100 mA exakt zu regeln, was beim Festlegen der Größen und/oder Dauern des Vorwärmsschritts **312** und des Hochpulsstromschritts **322** besonders hilfreich sein kann.

[0108] **Fig. 20** zeigt eine alternative LED-Treiberschaltung **384**, die die blaue LED **120** treibt. Der Bequemlichkeit halber empfängt die LED **120** eine Spannung von der gleichen Quelle, die einen der Tintenstrahl Druckköpfe **70** bis **76** treibt, beispielsweise den Schwarzdruckkopf **70** mit einer Spannung von 6,9 Volt, die zu der LED-Eingangsanschlußleitung **126** gekoppelt wird. Die Treiberschaltung **384** umfaßt nur drei Feldeffekttransistoren ("FETs") **385**, **386** und **388**. Die Eingänge zu jedem dieser FETs **385** bis **388** sind mit der Steuerung **35** gekoppelt, um auszulösen, wenn jeder dieser drei Schalter während des Vorwärtsstrompulses leitet. Unter Verwendung eines Eingangssignals von 6,9 Volt ist ein 717-Ohm-Widerstand **390** seriell zu dem FET **385** verwendet, um den Vorwärmstrom des Schritts **312** von 6 mA zu erzeugen. Der Bequemlichkeit halber ist die Masse in **Fig. 20** ebenfalls mit dem Bezugszeichen **378** bezeichnet. Um den 100 mA-Hochstrompuls des Schritts **322** zu erhalten, ist der zweite FET **386** seriell mit einem 19 Ohm-Widerstand **392** gekoppelt, um die 100 mA-Stromspitze **324** in **Fig. 15** zu erzeugen. Schließlich ist, um den stationären Wert des Normaltreiberstroms **330** in **Fig. 15** zu erzeugen, ein 105 Ohm-Widerstand **394** mit dem dritten FET **388** gekoppelt, um den Normalantriebsstrom des Schritts **328** von 30 mA zu erzeugen.

Schluß:

A. Monochromatisches optisches Erfassungssystem

[0109] Vorteilhafterweise reduziert die Beseitigung der grünen LED(s), die bei den früheren HP'002- und '014-Sensoren (siehe **Fig. 12**) erforderlich war, die direkten Materialkosten des Sensors um 25 bis 45 Cent pro Einheit für den monochromatischen optischen Sensor **100**. Überdies ist durch die Beseitigung der

grünen LED das Sensorgehäuse vorteilhafterweise verglichen mit dem HP'002-Sensor größenmäßig um näherungsweise 30% reduziert. Die reduzierte Größe und das reduzierte Gewicht des monochromatischen Sensors **100** verringert vorteilhaft die Last, die während der Bewegung und des Druckens durch den Wagen **40** getragen wird. Überdies erfordert die Beseitigung der grünen LED, die in den früheren HP'002- und '014-Sensoren verwendet wurde, weniger Kabelführung zwischen der Steuerung **35** und dem Sensor **100**. Zusätzlich wird durch die Pulsgebung der blauen LED **120** statt des Eingeschaltettlassens derselben für den vollständigen Abtastdurchlauf, vorteilhafterweise ein größerer Eingangssignalepegel zu dem Photodetektor **130** geliefert, was dann eine einfachere Signalverarbeitung mit einer größeren Entwurfsfreiheit ermöglicht, als mit den früheren HP'002- und '014-Sensoren möglich war. Schließlich ist die Anordnung des monochromatischen optischen Sensors **100** einfacher als die der früheren HP'002- und '014-Sensoren, da weniger Teile erforderlich sind und die Beseitigung der grünen LED ferner die Möglichkeit einer Fehlanordnung beseitigt, bei der die blaue und die grüne LED versehentlich an den falschen Orten in dem Sensorgehäuse eingebaut werden konnten.

**[0110]** Mit der erhöhten Intensität, die durch das Pulsen der blauen LED geliefert wird, wird eine Intensität von bis zu näherungsweise 3600 mcd unter Verwendung der blauen LED erhalten, verglichen mit einer Intensität von 15 mcd, die durch die früheren blauen LEDs, die in dem HP'002-Sensor verwendet wurden, erzeugt wird. Mit dieser erhöhten Intensität des monochromatischen Sensors **100** werden keine der Signalverstärkungstechniken, die in den früheren HP'002- und '014-Sensoren verwendet sind, beispielsweise ein 100-fach-Verstärker, eine AC-Kopplung des Ausgangssignals und ein 10-Bit-A/D-Wandler mit dem monochromatischen Sensor **100** benötigt. Stattdessen kann der Sensor **100** direkt mit einem A/D-Wandler gekoppelt werden, der vorzugsweise einen Abschnitt der anwendungsspezifischen integrierten Schaltung (ASIC), die in der Druckersteuerung **35** vorgesehen ist, besetzt. Überdies sind durch das Implementieren einer Multiplexsignalübertragungsstrategie zwischen dem Sensor **100** und der Steuerung **35** die Kosten des A/D-Wandlers und der ASIC weiter reduziert.

**[0111]** Die Verwendung der Brechungslinientechnologie beim Aufbau des Elements **160** und optional in dem Element **168** der Linsenanordnung **110** verringert vorteilhaft die Gesamtgröße des Optikbausteins des Sensors **100**. Weitere Reduzierungen der Bausteingröße des Gehäuses **102** und der Abdeckung **104** werden durch das Beseitigen der grünen LED erreicht, so daß der monochromatische Sensor **100** grob 30% der Größe des HP'002-Sensors (siehe [Fig. 12](#)) und näherungsweise 70% der Größe des

HP'014-Sensors aufweist, die beide in dem obigen Hintergrundabschnitt beschrieben sind.

**[0112]** Ferner wird durch die Verwendung des monochromatischen optischen Sensors **100** die Verwendung eines Tintenmischens, um den Ort bestimmter Tinten zu bestimmen, vermieden, wie es unter Verwendung des HP'014-Sensors, der in dem obigen Hintergrundabschnitt beschrieben ist, praktiziert wurde. Nun hängt das Erfassen der Punktplatzierung nicht länger von dem verwendeten Medientyp ab, da der monochromatische Sensor **100** den Ort eines Tröpfchens genau registriert, unabhängig davon, ob derselbe auf einem Hochglanz-Photographie-Papier oder einem braunen Brotzeitbeutel oder einem beliebigen Medientyp dazwischen platziert wurde. Dies ist möglich, da der monochromatische Sensor **100** die fundamentalen spektralen Eigenschaften von jeder der Primärfarben, Schwarz, Cyan, Magenta und Gelb erfaßt.

**[0113]** Zusätzlich kann durch das Pulsen der LED **100** während des Lastzyklusses die blaue LED während der Einschaltzeit **274** in [Fig. 10](#) der LED mit einem höheren Strompegel beschrieben werden, wobei es nachfolgend möglich ist, daß dieselbe während des Rests der Zeit zwischen Pulsen der Kurve **266** abkühlt. Folglich ist der mittlere Strom über der Zeit für die gesamte Periode der gleiche wie der DC-Wert, wobei jedoch der Spitzenstrom während dem Ein-Segment **274** zu einer höheren Spitzenbeleuchtung führt, wenn die LED **120** gepulst wird. Folglich ergibt der gepulste Betrieb der neuen LED **120** eine größere Beleuchtung unter Verwendung einer ökonomischeren LED, was Energieeinsparungen sowie Materialkosteneinsparungen ohne ein Opfern von Druckqualität zur Folge hat, was insgesamt den Verbrauchern zugute kommt.

#### B. Beschleunigtes Beleuchtungsansprechsystem

**[0114]** Wie oben genannt wurde, wird zuerst ein Verständnis des Beleuchtungsansprechens, wie es durch die [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) dargestellt ist, benötigt, bevor eine Art und Weise, sich diesem Ansprechen zuzuwenden, entwickelt werden konnte. Von einem elektronischen Hardwaregesichtspunkt aus ist das Beleuchtungsansprechen transparent. Auf das Anlegen einer Vorwärtsspannung  $V_{cc}$  an die blaue LED **120** hin spricht der Vorwärtsstrom  $I_f$  schnell an. Anfänglich wäre es einfach gewesen, die Annahme zu treffen, daß sich die Beleuchtung **180** entsprechend genauso schnell geändert haben muß, da die Lichtausgabe **180** direkt auf den Vorwärtsstrom  $I_f$  bezogen ist. Jedoch gilt diese Beziehung zwischen dem Vorwärtsstrom  $I_f$  und der resultierenden Beleuchtung nur unter stationären thermischen Bedingungen. Dies war die Entdeckung, die in den Hersteller-LED-Spezifikationen nicht genannt ist, da typische LEDs als Anzeiger oder als pseudostatische Pixelelemente in

einem größeren Anzeigearray entworfen sind. Das transiente Beleuchtungsansprechen ist für diese typischen LED-Anwendungen irrelevant. Tatsächlich ist es sehr schwierig, diese transiente Beleuchtungsansprechschwankung mit dem menschlichen Auge zu bemerken, da das menschliche visuelle Ansprechen auf feine Schwankungen der Intensität ziemlich unempfindlich ist. Um die Beziehung zu realisieren, die der elektronische LED-Treiber **360**, **384** in dem Beleuchtungsansprechen der LED **120** hat, mußte nicht nur der Vorwärtsstrom  $I_f$  sondern auch die Beleuchtung während der anfänglichen Einschaltzeit der LED beobachtet und studiert werden.

**[0115]** Der Photodetektor **130** mißt die Lichtintensität **200**, die von dem Medium **170** reflektiert wird, wobei der Photodetektor **130** die transiente Beleuchtung, die beseitigt werden muß, um die Gesamttestzeit zu verkürzen, schnell aufnimmt. Jedoch war diese transiente Beleuchtung nicht offensichtlich, da bekannte Abtastsysteme in Tintenstrahldruckmechanismen vor dem Beginn der Abtastung aufwendige Testmuster drucken. Wie oben genannt wurde, wurden die früheren '002- und '014-HP-Sensoren eingeschaltet, als das Drucken dieser Testmuster begonnen wurde, was ermöglicht, daß die Sensoren während der Testmusterdruckroutine auf ihre stationären Beleuchtungsangswerte aufwärmen. Überdies wurde bei diesen früheren Systemen das Photodetektorausgangssignal nicht einmal abgetastet, bis nachdem die Testmuster vollständig gedruckt waren und die LEDs ihre stationäre Beleuchtung erreicht hatten, so daß nicht einmal ein Grund bestand, den Verdacht zu hegen, daß dieser Beleuchtungsübergang existierte.

**[0116]** Eine weitere Schwierigkeit, die beim Studium des transienten Beleuchtungsansprechens und des Verstehens dieses Phänomens aufgetreten ist, wurde durch das Druckmedium selbst bewirkt. Die Oberfläche des Druckmediums **170** kann Abweichungen der Beleuchtungsintensität aufgrund einer geringen Oberflächenrauigkeit und Abweichungen des Reflexionsvermögens der einzelnen Medienfasern bewirken. Wenn das Spannungsausgangssignal  $V_{\infty}$  des Photodetektors **130** abgetastet wurde, während eine Testseite (oder ein normaler Druckjob eines Bedieners) gedruckt wurde, während der Photodetektor **120** noch aufgewärmt wurde und sich der Druckkopfwagen **40** bewegte, wurde die Abweichung aufgrund der lokalisierten Reflexionsvermögen Unterschiede in dem Medium **170** in das Ausgangssignal  $V_o$  eingebettet, was ferner dazu beitrug, die Effekte des thermischen Beleuchtungsübergangs zu maskieren.

**[0117]** Eine Vielzahl von Vorteilen wird unter Verwendung des beschleunigten Beleuchtungsansprechsystems **310** realisiert, und speziell eine Abtastkapazität, wie z.B. die, die bei einem Tintenstrahldruckmechanismus verwendet wird. Erstens redu-

ziert das System **310** die Zeit, die dafür erforderlich ist, daß die LED **120** ein Beleuchtungsgleichgewicht erreicht, in der Größenordnung von 88% weniger als bei Verwendung des Überwachungssystems **210** ohne das System **310**. Überdies verringert das System **310** die Aufwärmzeit ausreichend, um den Abschluß des Aufwärmzyklusses während der Verfahren des Druckens einer Kalibrierungs- oder Test-Seite zu ermöglichen, wie im Schritt **216** von [Fig. 9](#) umrissen ist. Unter Verwendung des hierin beschriebenen Systems ist das Beleuchtungsansprechen nicht länger auf einem kritischen Weg bezüglich der Zeit, die erforderlich ist, um die, gesamte Testseite zu verarbeiten, d.h. zu drucken und zu überwachen. Folglich können die Verbraucher eines bessere Aus-Der-Verpackung-Erfahrung machen, wenn dieselben erstmals ihren neuen Drucker **20** verwenden, da die anfängliche Testroutine **210** durch die schnellere Verarbeitung, die durch die Verwendung des beschleunigten Beleuchtungsansprechsystems **310** realisiert wird, verbessert war.

**[0118]** Folglich kann das Erfassungssystem **100** nun nicht nur auf hochwertigen Druckern und Plottern für die kommerzielle Verwendung verwendet werden, sondern auch in Druckern, die für die Industrie, für das Büro oder für zu Hause entworfen sind. Das schnellere Ansprechen, das unter Verwendung des beschleunigten Beleuchtungsansprechsystems **310** realisiert wird, ermöglicht ein schnelles Abtasten einer zweckgebundenen Testseite, ebenso wie die Möglichkeit des Abtastens eines normalen Druckjob eines Bedieners. Folglich erhalten Verbraucher einen robusten Druckmechanismus, der qualitativ hochwertige Bilder sowohl schnell als auch effizient liefert.

## Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Bestimmen von Informationen über ein Druckmedium und/oder Tintentröpfchen, die durch einen Tintenstrahldruckmechanismus (**20**) auf ein Medium (**170**) gedruckt werden, mit folgenden Schritten:

Beleuchten ausgewählter Abschnitte (**172**) des Mediums (**170**) durch eine lichtemittierende Diode (**120**) durch folgende Teilschritte:

Anlegen (**322**) eines Hochstrompulses (**324**) an die lichtemittierende Diode (**120**) für eine ausgewählte Dauer, um die Diode (**120**) leuchten zu lassen; und nach der ausgewählten Dauer Treiben (**328**) der lichtemittierenden Diode mit einem normalen Treiberstrom (**330**) bis eine Beleuchtungsangabe von der lichtemittierenden Diode (**120**) in einem vorbestimmten Bereich um einen stationären Pegel (**336**) liegt; und

Empfangen von Licht (**200**), das von den beleuchteten ausgewählten Abschnitten (**172**) des Mediums (**170**) reflektiert wird, und Erzeugen eines Ausgangssignal (**316**), das eine Amplitude aufweist, die proportional zu dem Reflexionsvermögen des Mediums



(170) an den beleuchteten ausgewählten Abschnitten (172) ist, wobei die ausgewählte Dauer eine Zeit aufweist, die derart ausgewählt ist, dass eine Beleuchtungsausgabe der Diode nach dem Hochstrompuls unter den stationären Pegel (336) abfällt und eine anschließende sekundäre Zunahme der Beleuchtungsausgabe in den vorbestimmten Bereich um den stationären Pegel (336) kritisch gedämpft ist.

2. Ein Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die ausgewählte Dauer des Schritts des Anlegens (322) eine Zeit aufweist, die ausgewählt ist, um die Zeit, bis die Beleuchtungsausgabe von der lichtemittierenden Diode (120) in dem vorbestimmten Bereich um den stationären Pegel (336) liegt, zu minimieren.

3. Ein Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Hochstrompuls des Schritts des Anlegens einen Strompegel des drei- oder vierfachen des normalen Treiberstroms aufweist.

4. Ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem: der normale Treiberstrom (330) einen Wert aufweist, der die lichtemittierende Diode (120) mit einem stationären Beleuchtungswert leuchten läßt, nachdem die lichtemittierende Diode (120) ein thermisches Gleichgewicht erreicht hat; und der vorbestimmte Bereich um den stationären Pegel (336) innerhalb von 5% um den stationären Beleuchtungspegel liegt.

5. Ein Verfahren nach Anspruch 4, bei dem der vorbestimmte Bereich um den stationären Pegel (336) innerhalb von 1 bis 3% um den stationären Beleuchtungspegel liegt.

6. Ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, das vor dem Schritt des Anlegens (332) ferner den Schritt des Aufwärmens der lichtemittierenden Diode (120) durch das Treiben der lichtemittierenden Diode (120) mit einem Vorwärmstrom (314) während einer Vorwärmdauer aufweist.

7. Ein Verfahren nach Anspruch 6, das ferner folgende Schritte aufweist:  
Bestimmen einer Kaltstartzeit durch Treiben der lichtemittierenden Diode (120) mit dem normalen Treiberstrom (330), ohne zuerst den Schritt des Anlegens (332) durchzuführen, wobei sich die Kaltstartzeit von dem Beginn des Treiberschritts bis zu dem Zeitpunkt, zu dem die Beleuchtung der lichtemittierenden Diode den vorbestimmten Bereich um den stationären Pegel (336) erreicht, erstreckt; und  
Zuweisen einer Zeitdauer, die zumindest so lang wie die Kaltstartzeit ist, zu der Vorwärmdauer des Vorwärmstschritts.

8. Ein Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die

Vorwärmdauer zumindest zweimal so lang wie die Kaltstartzeit ist.

9. Ein Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei dem ein Wert des Vorwärmstroms (314) des Vorwärmstschritts 5 bis 30% des normalen Treiberstroms (330) aufweist.

10. Ein Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, bei dem ein Wert des Vorwärmstroms (314) des Vorwärmstschritts 15 bis 25% des normalen Treiberstroms (330) aufweist.

11. Ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, das ferner den Schritt des Bestimmen der ausgewählten Dauer des Schritts des Anlegens (332) durch folgende Schritte aufweist:

Auswählen einer erwarteten Dauer;

Anlegen des Hochstrompulses (324) an die lichtemittierende Diode (120) für die erwartete Dauer;

nach dem Schritt des Treibens (328), Beobachten der Dauer, bis die Beleuchtungsausgabe den vorbestimmten Bereich um den stationären Pegel (336) erreicht hat;

Wiederholen des Auswählschritts und des Beobachtungsschritts, bis ein minimaler Zeitwert gefunden wird; und

Zuweisen des minimalen Zeitwerts zu der ausgewählten Dauer.

12. Optisches Erfassungssystem (100) zum Bestimmen von Informationen über ein Druckmedium und/oder Tintentröpfchen, die durch einen Tintenstrahl Druckmechanismus (20) auf ein Medium (170) gedruckt werden, mit folgenden Merkmalen:

einer lichtemittierenden Diode (120), die gesteuert wird, um ausgewählte Abschnitte (172) des Mediums ansprechend auf ein Treibersignal zu beleuchten;

einem Photoerfassungselement (130), das gesteuert wird, um Licht (200), das von den beleuchteten ausgewählten Abschnitten (172) des Mediums (170) reflektiert wird, zu empfangen, wobei das Photoerfassungselement (130) ein Ausgangssignal (316) erzeugt, das eine Amplitude aufweist, die proportional zu dem Reflexionsvermögen des Mediums (170) an den beleuchteten ausgewählten Abschnitten (172) ist; und

einem Treiber (360; 384), der das Treibersignal erzeugt, um einen Hochstrompuls (324) für eine ausgewählte Dauer an die lichtemittierende Diode (120) anzulegen, und um nachfolgend einen normalen Treiberstrom (330) an die lichtemittierende Diode anzulegen bis eine Beleuchtungsausgabe von der lichtemittierenden Diode (120) in einem vorbestimmten Bereich um einen stationären Pegel (336) liegt, wobei die ausgewählte Dauer eine Zeit aufweist, die derart ausgewählt ist, dass eine Beleuchtungsausgabe der Diode nach dem Hochstrompuls unter den stationären Pegel (336) abfällt und eine anschließende sekundäre Zunahme der Beleuchtungsausgabe in

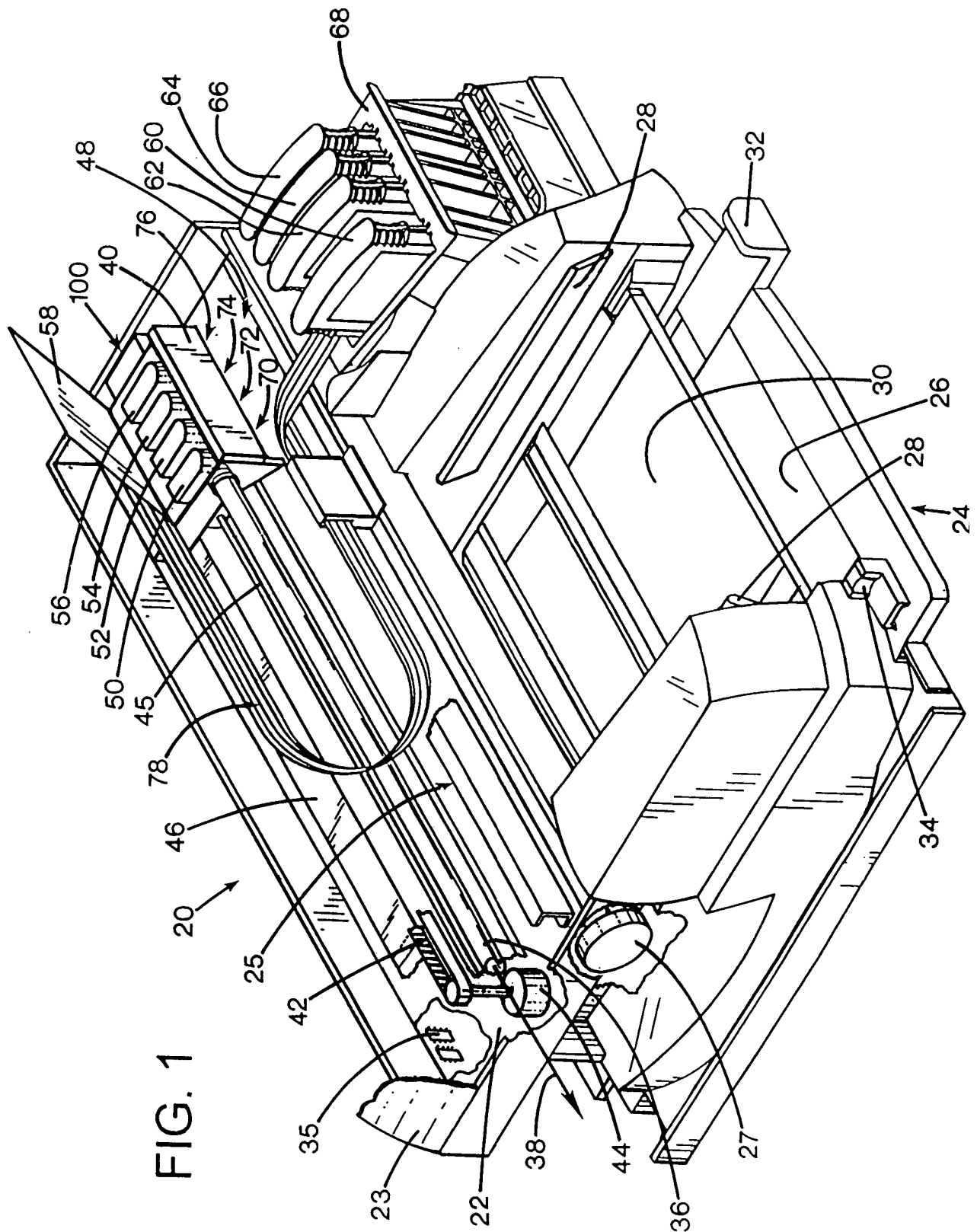
den vorbestimmten Bereich um den stationären Pegel **(336)** kritisch gedämpft ist.

13. Optisches Erfassungssystem **(100)** nach Anspruch 12, bei dem die lichtemittierende Diode **(120)** ein einzelnes monochromatisches Leuchtelement aufweist.

14. Optisches Erfassungssystem nach Anspruch 12 oder 13, bei dem der Treiber **(360; 384)** das Treibersignal erzeugt, um einen Vorwärmstrom **(314)** einer Größe von weniger als der Hälfte des normalen Treiberstroms **(330)** an die lichtemittierende Diode **(120)** anzulegen, bevor der Hochstromeimpuls **(324)** angelegt wird.

15. Tintenstrahldruckmechanismus **(20)** mit folgenden Merkmalen:  
 einem Medienhandhabungssystem **(24)**, das Medien **(170)** durch eine Druckzone **(25)** weiterbewegt;  
 einem Wagen **(40)**, der einen Tintenstrahldruckkopf **(70, 72, 74, 76)** über die Druckzone hin- und herbewegt, um selektiv Tintentröpfchen auf das Medium **(170)** aufzubringen;  
 einem optischen Erfassungssystem **(100)** nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei der Wagen **(40)** die lichtemittierende Diode **(120)** und das Photoerfassungselement **(130)** für eine Bewegung durch die Druckzone trägt.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen



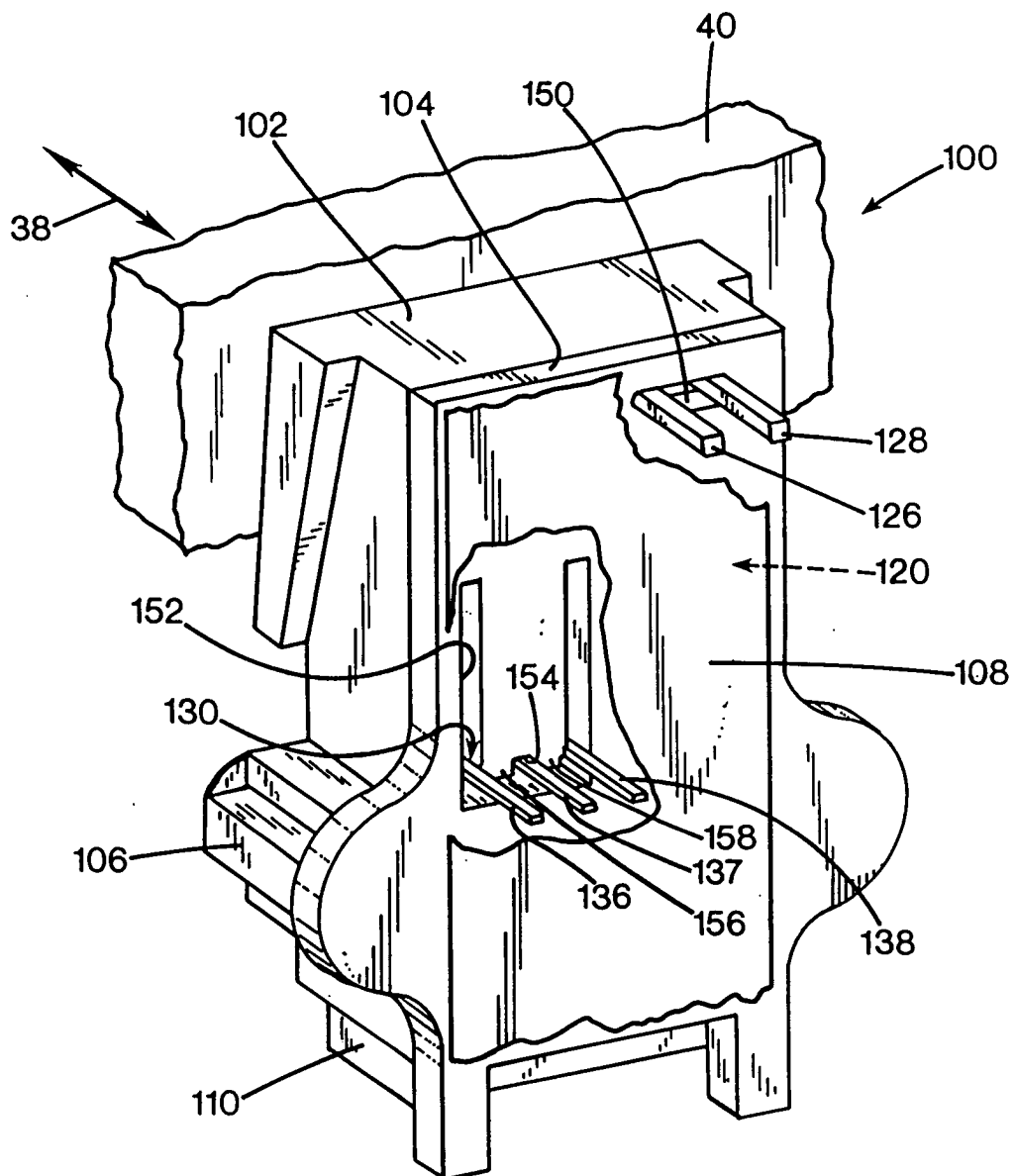


FIG. 2

FIG. 3

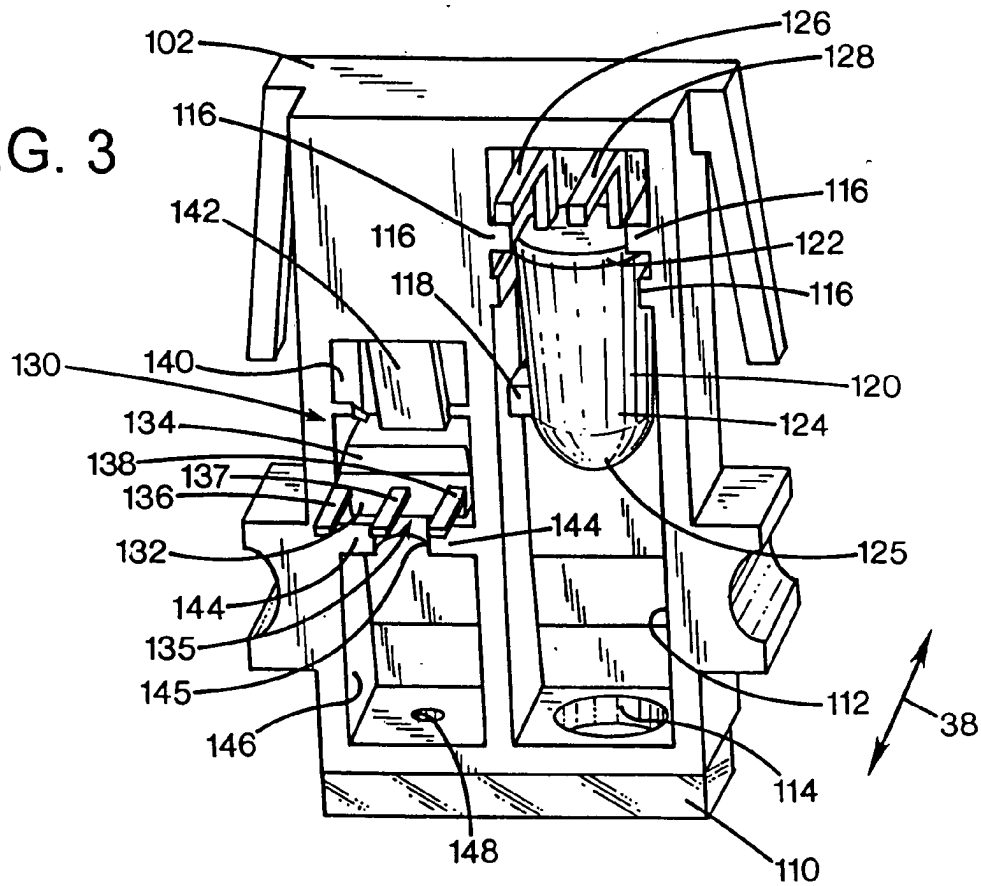


FIG. 4

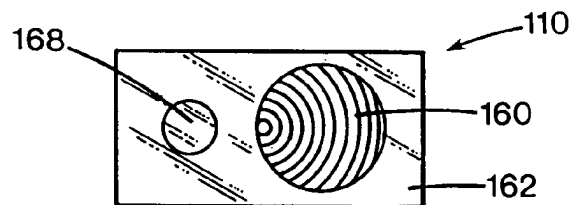


FIG. 5

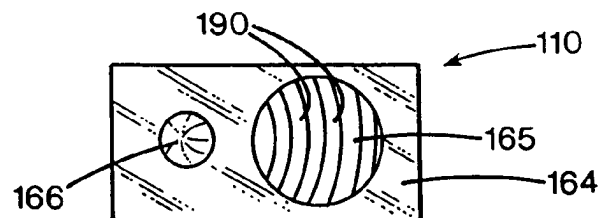


FIG. 6

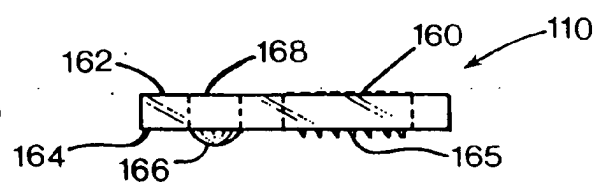
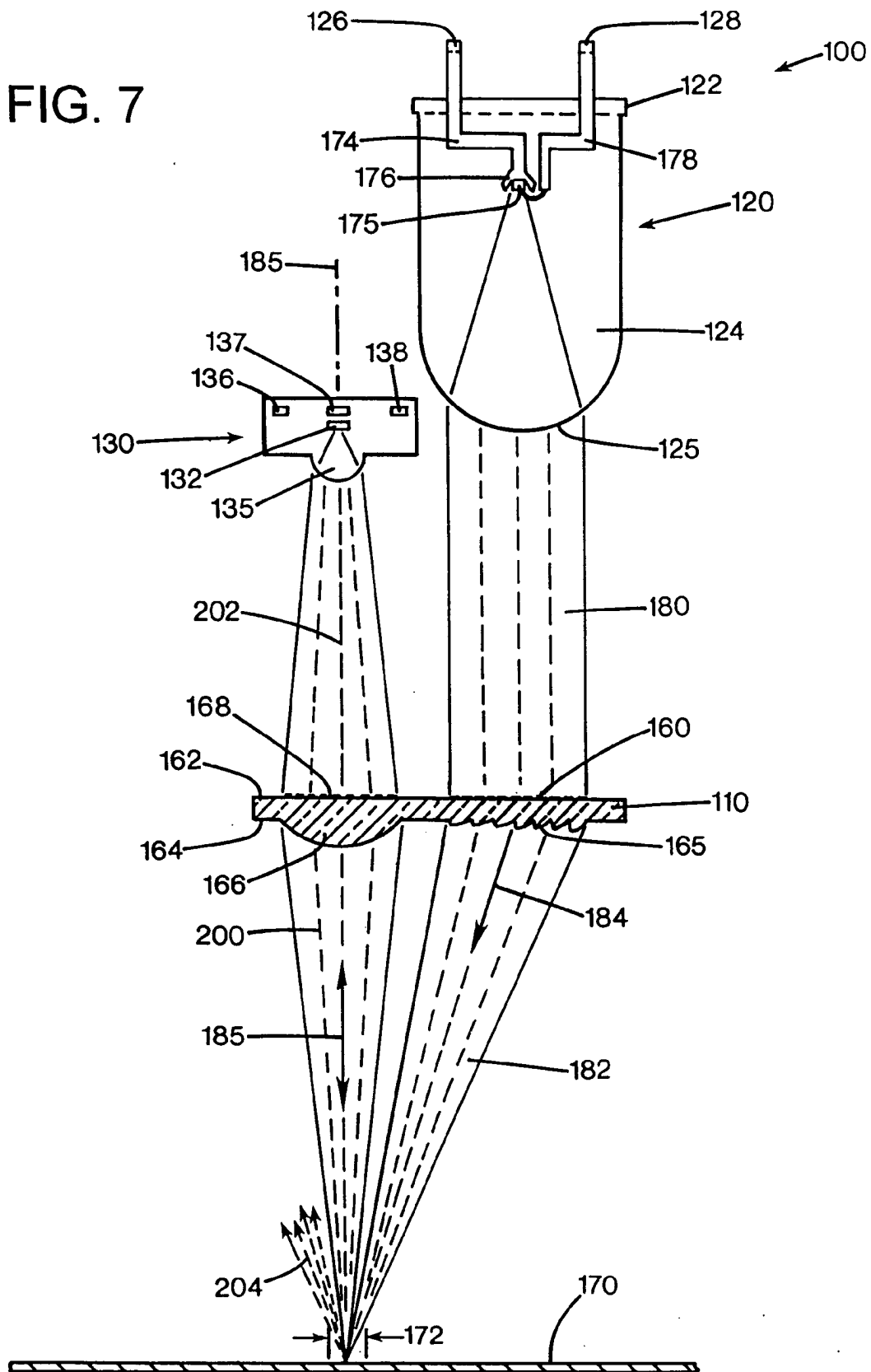
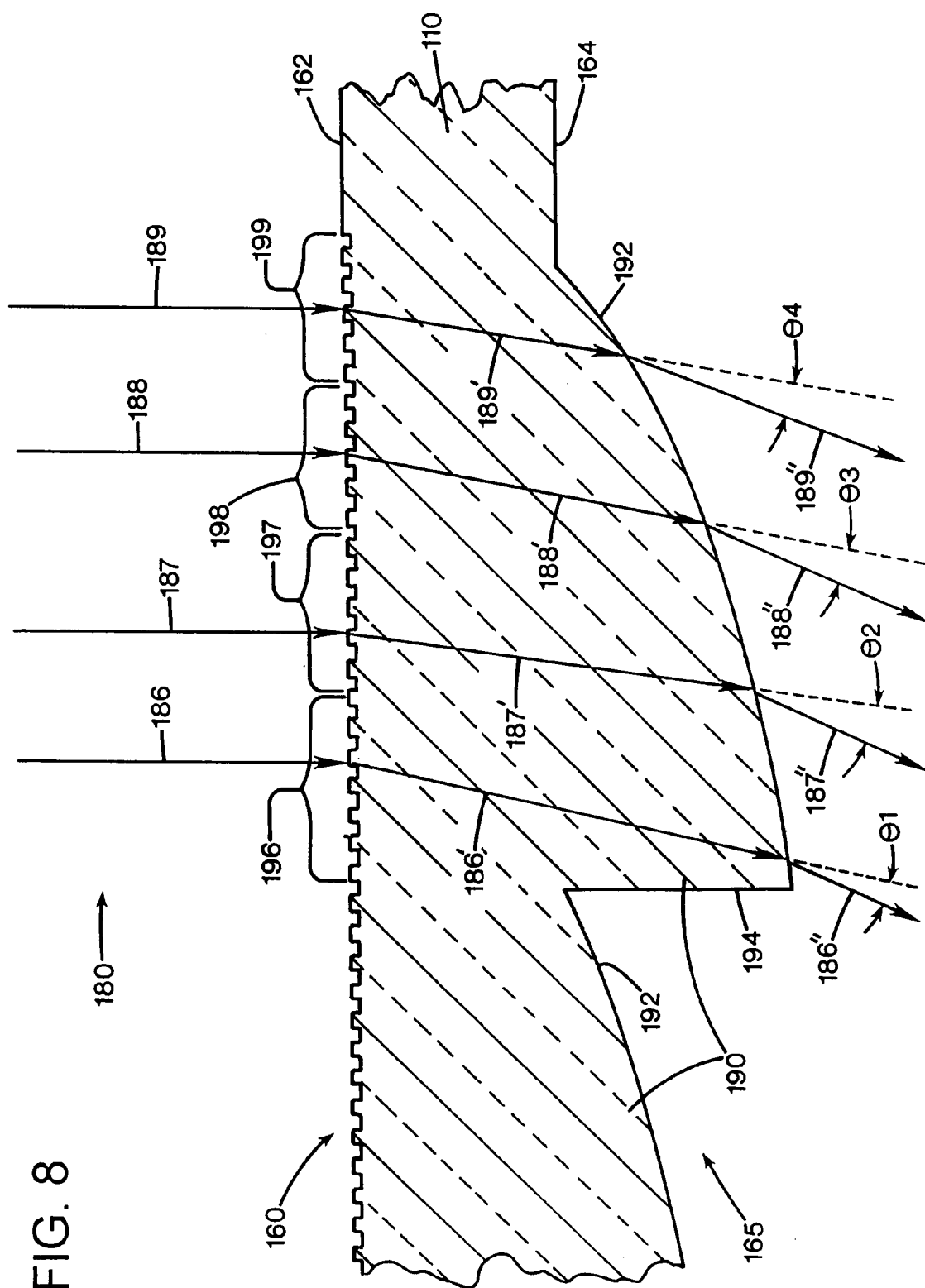


FIG. 7



8  
G  
F





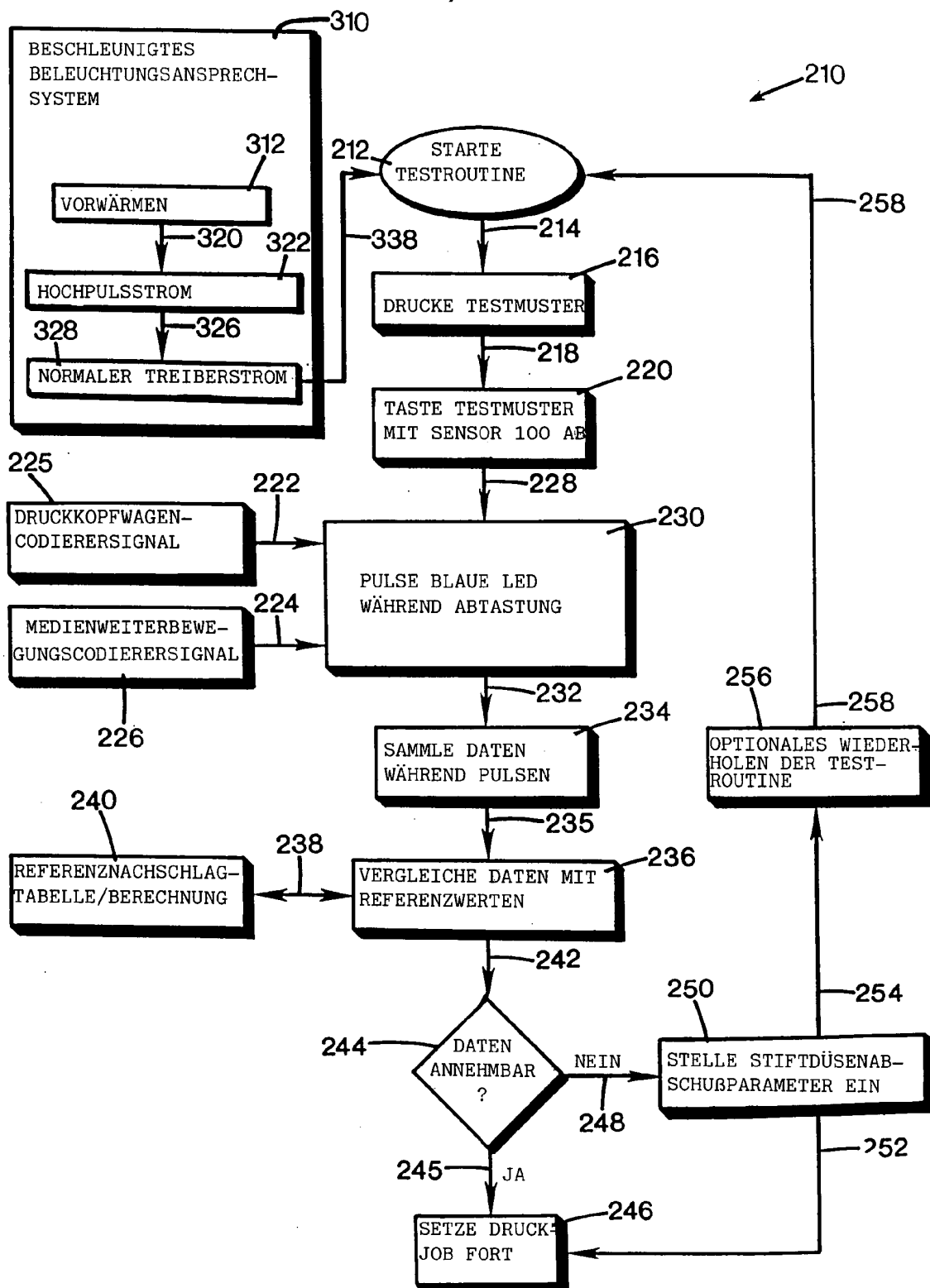


FIG. 9

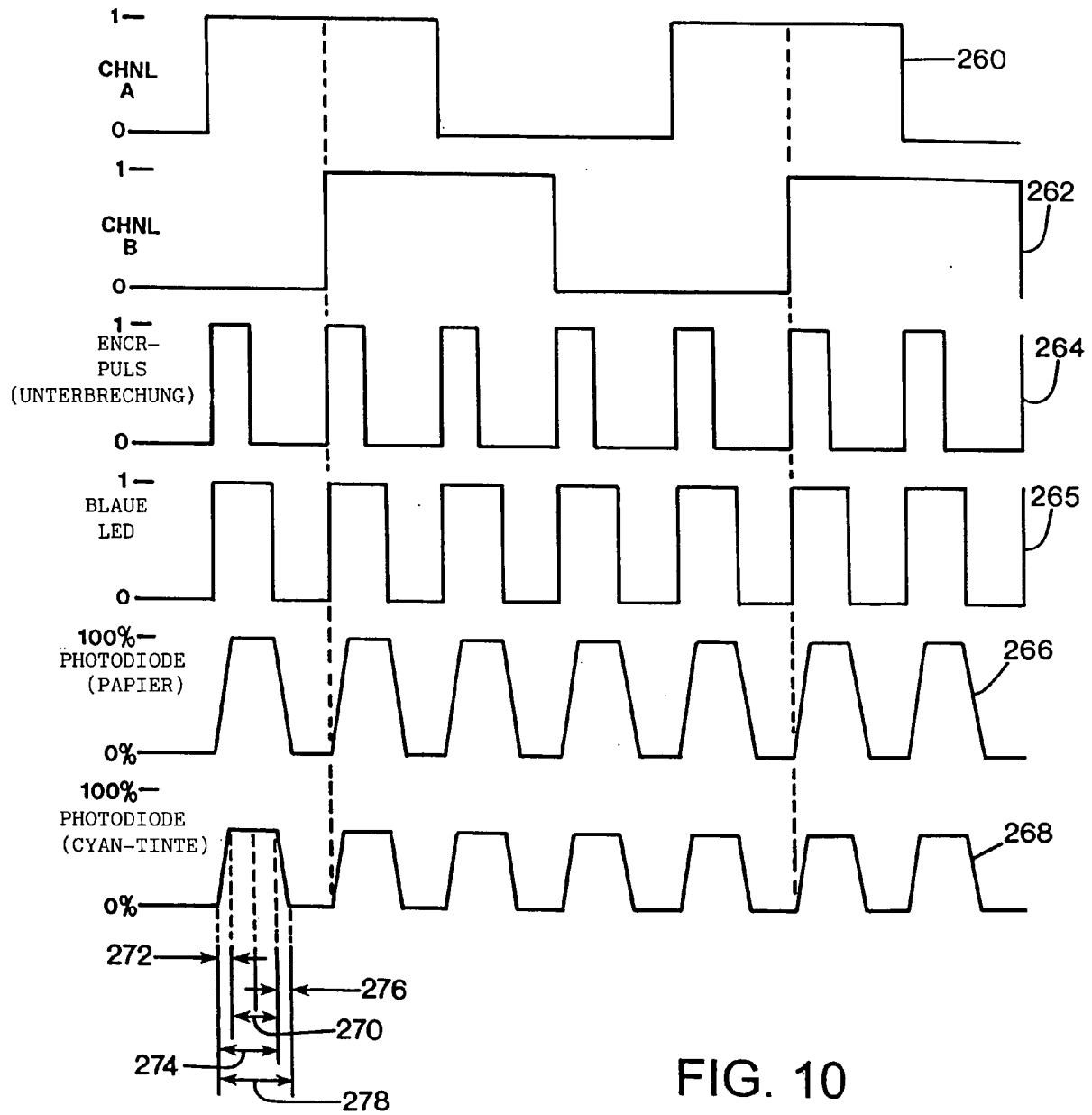
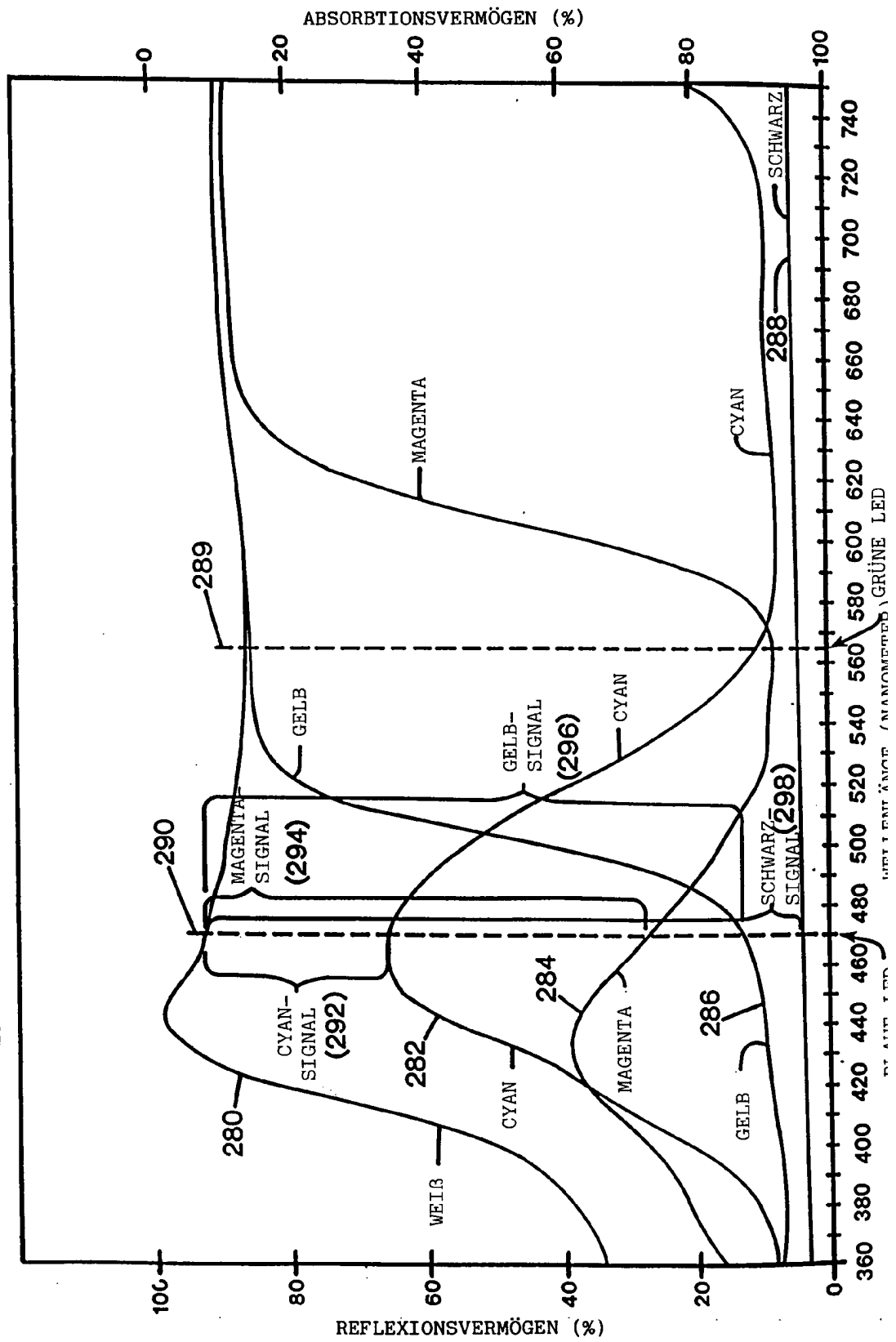


FIG. 10

FIG. 11  
 TYPISCHE PROZENTWERTE REFLEXIONSVERMÖGEN/ABSORBTIONSVERMÖGEN ÜBER DER  
 WELLENLÄNGE FÜR WEIßES MEDIUM, UND CYAN-, MAGENTA-, GELB- UND SCHWARZ-TINTE



**FIG. 12**

STAND DER TECHNIK

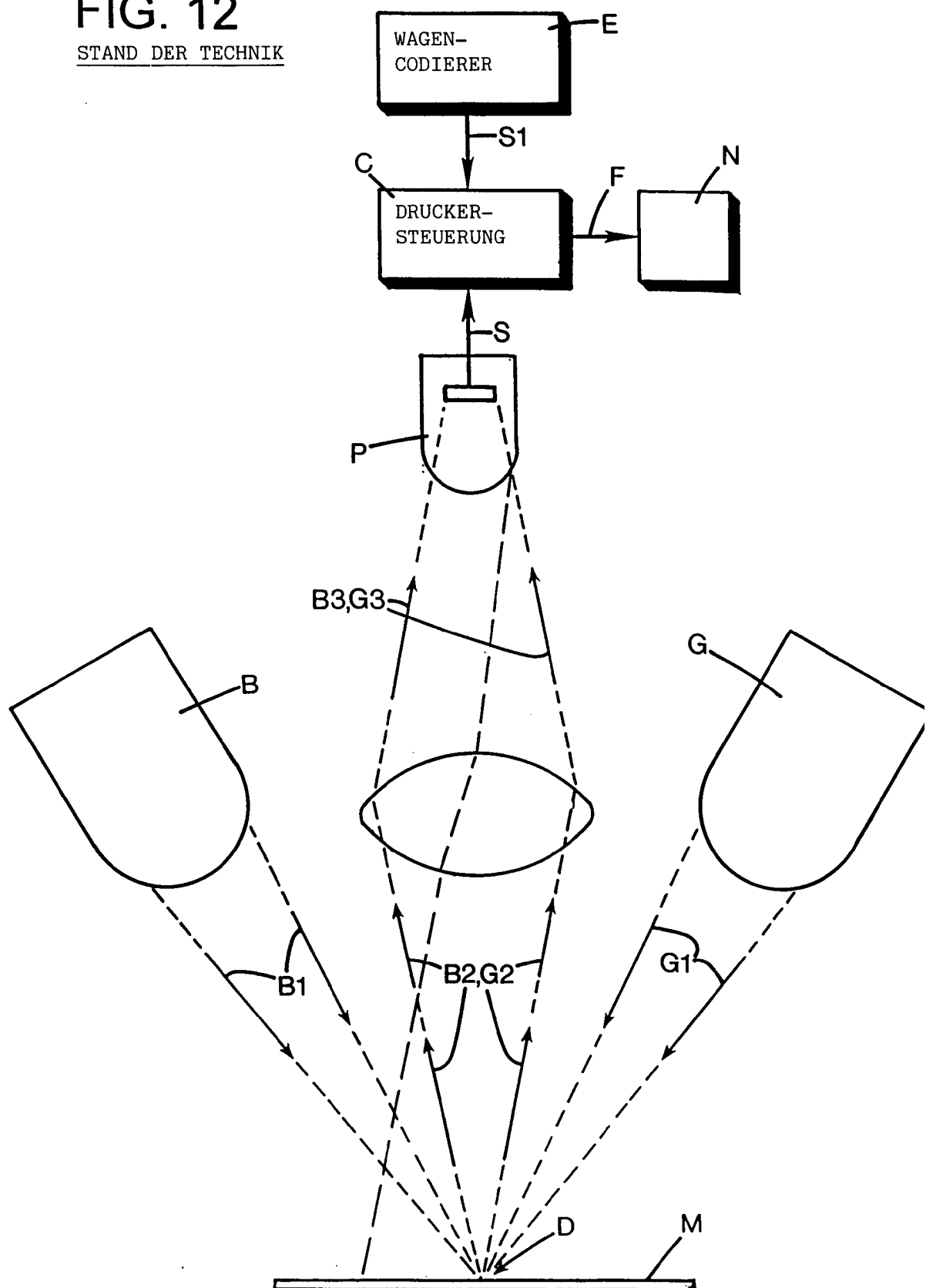
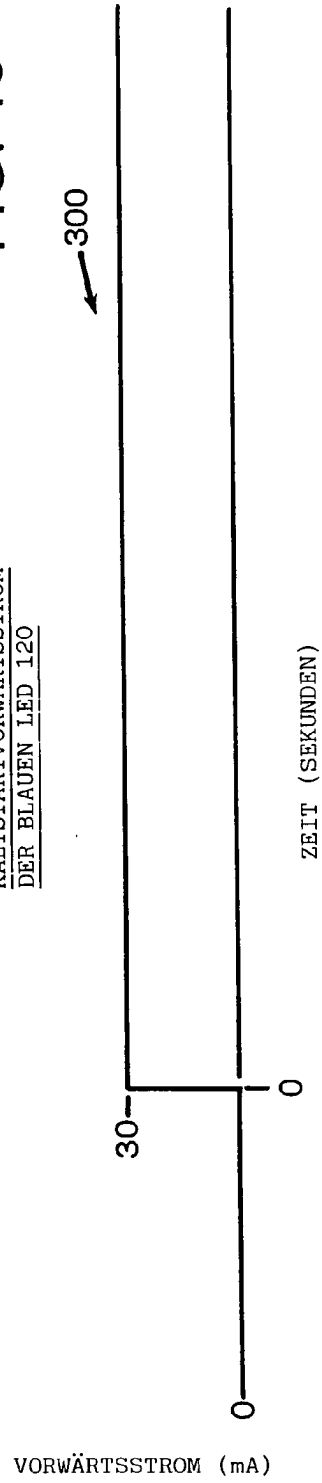


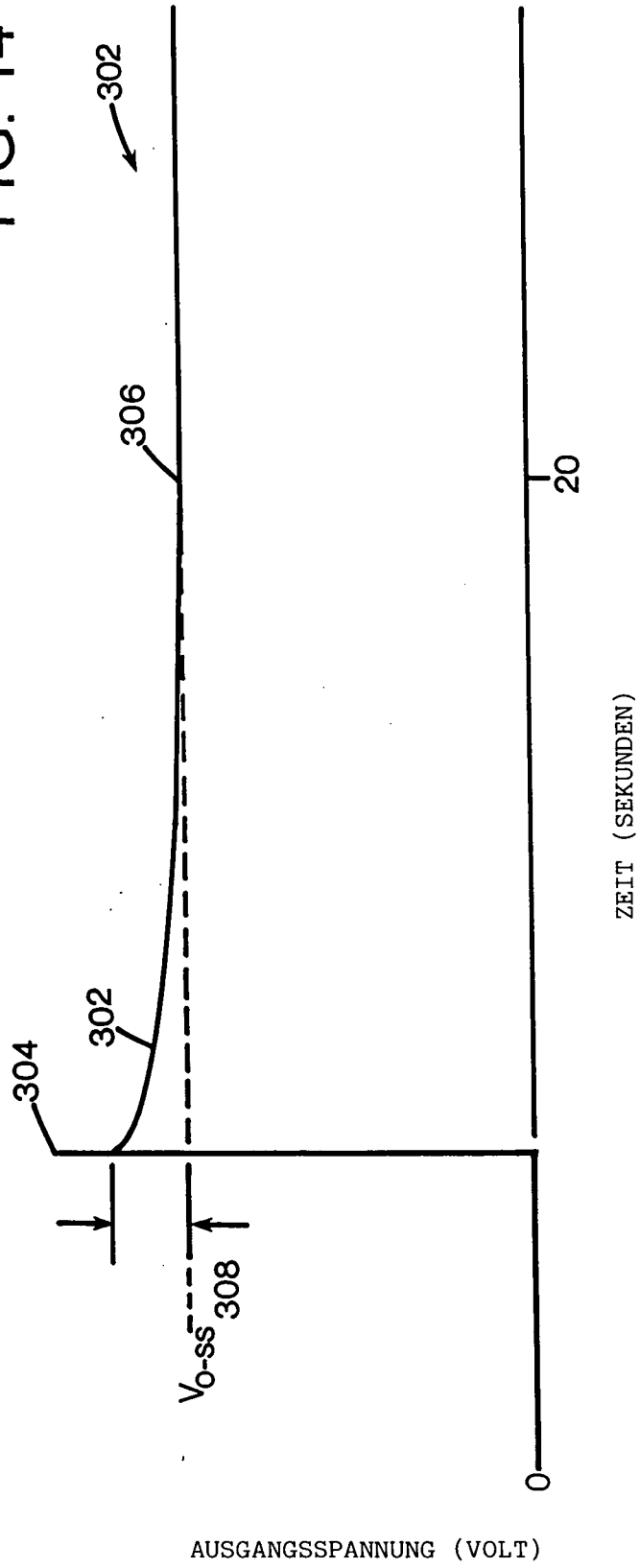
FIG. 13

KALTSTARTVORWÄRTSSTROM  
DER BLAUEN LED 120



KALTSTARTBELEUCHTUNG, GEMESSEN  
DURCH PHOTODETEKTOR 130

FIG. 14



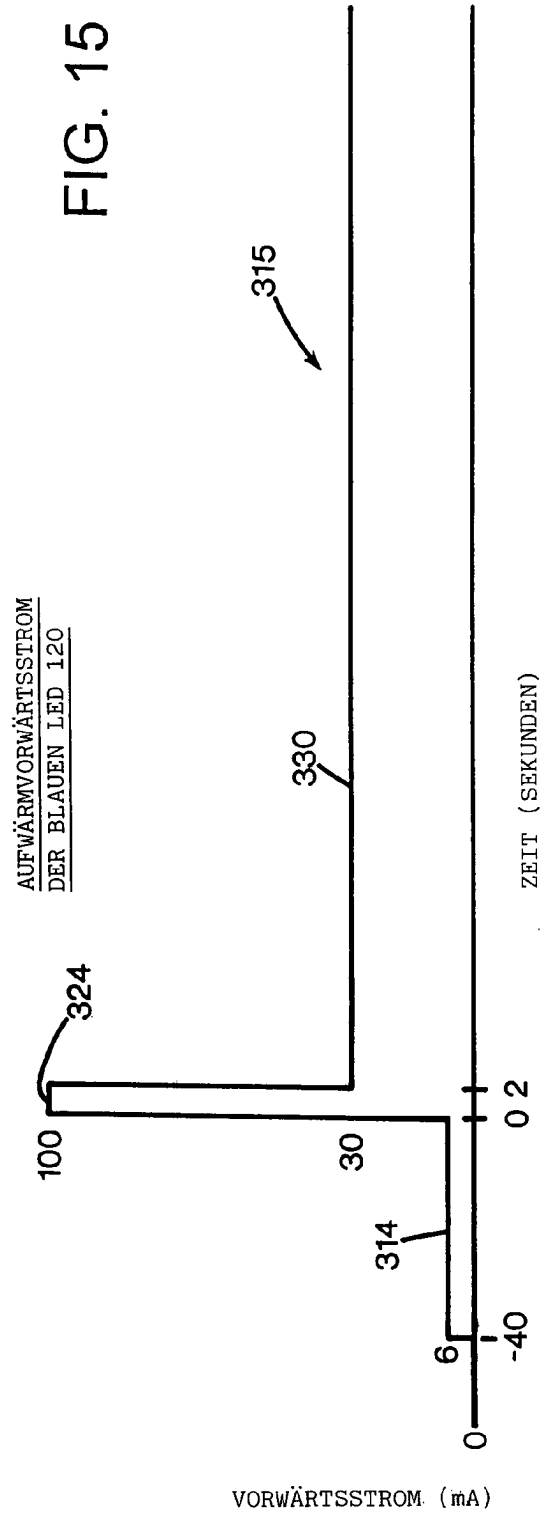




FIG. 16

AUFWÄRMBELEUCHTUNG, GEMESSEN  
DURCH PHOTODETEKTOR 130

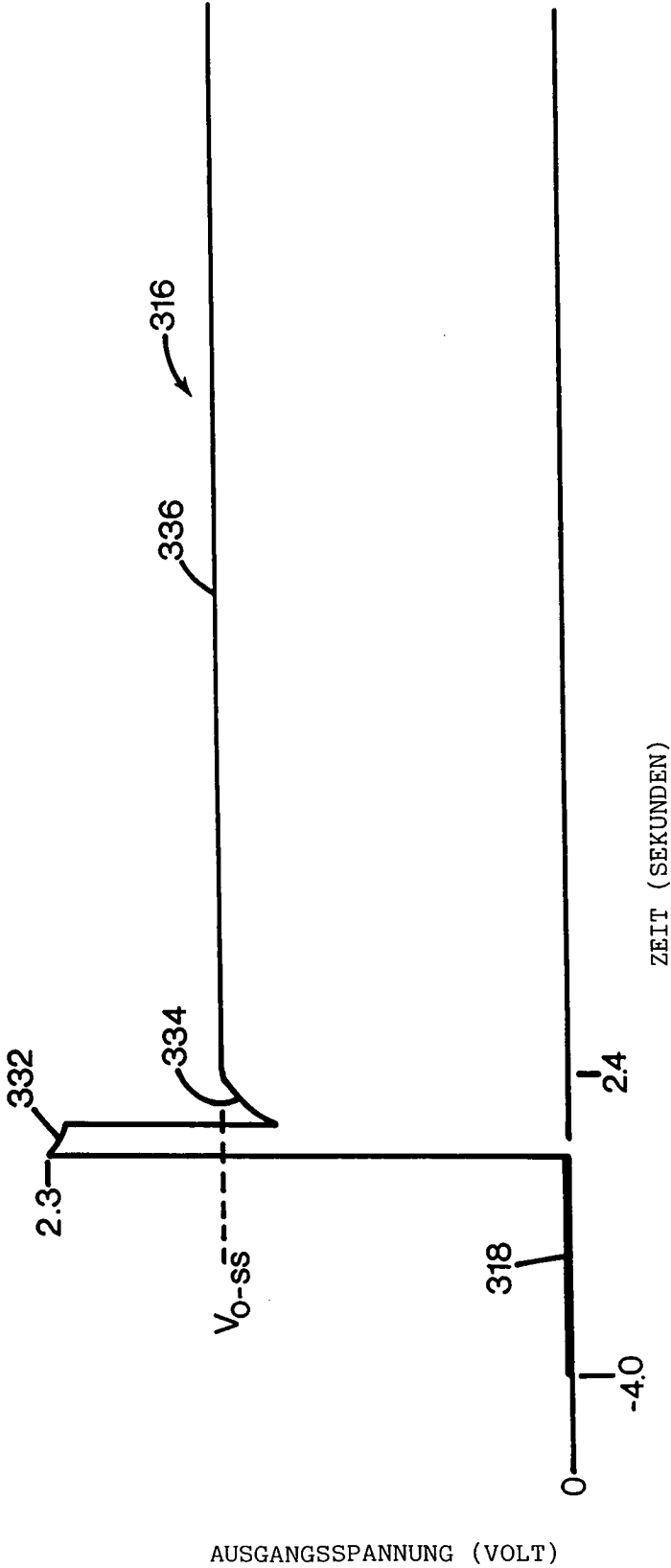


FIG. 17

UNTER-ERWÄRMTE BELEUCHTUNG  
GEMESSEN DURCH PHOTODETEKTOR 130

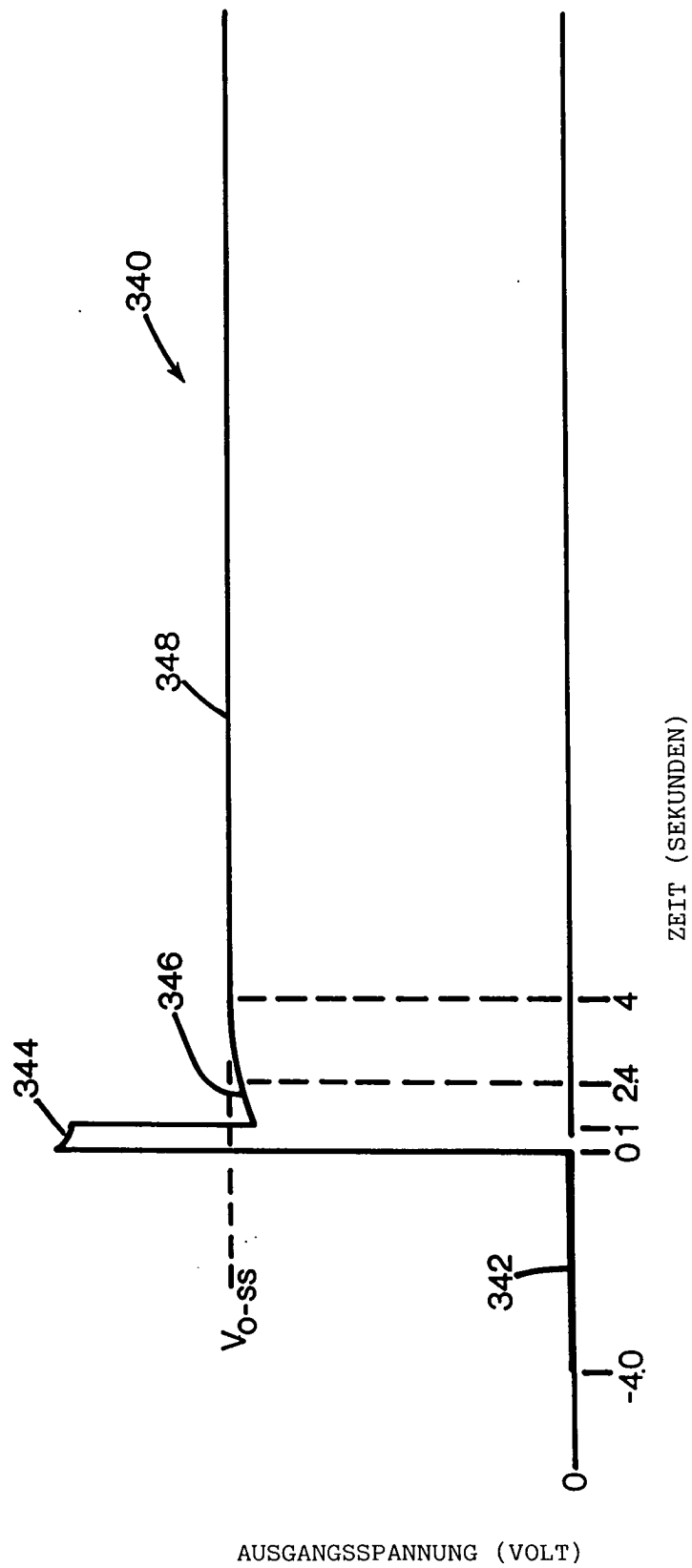
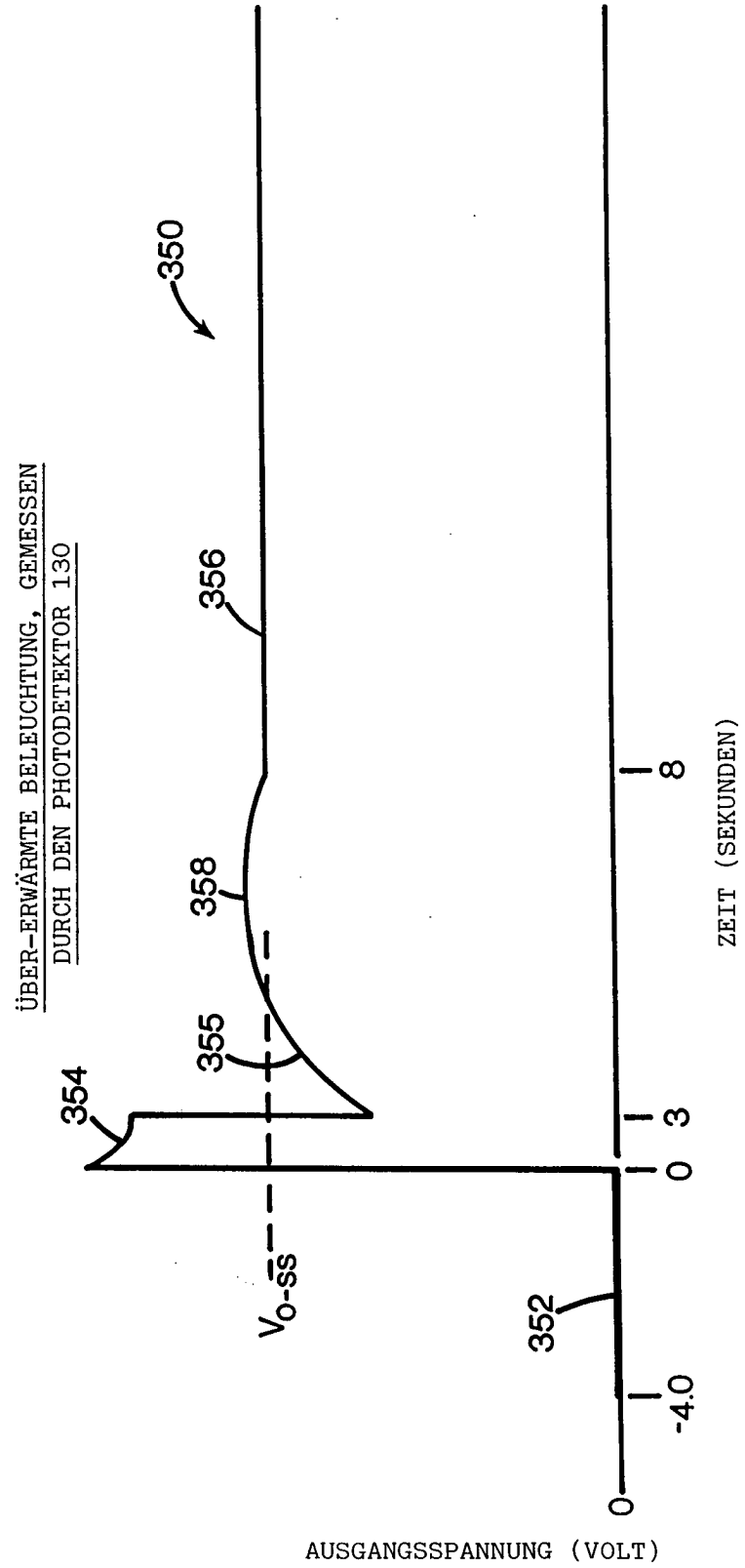


FIG. 18



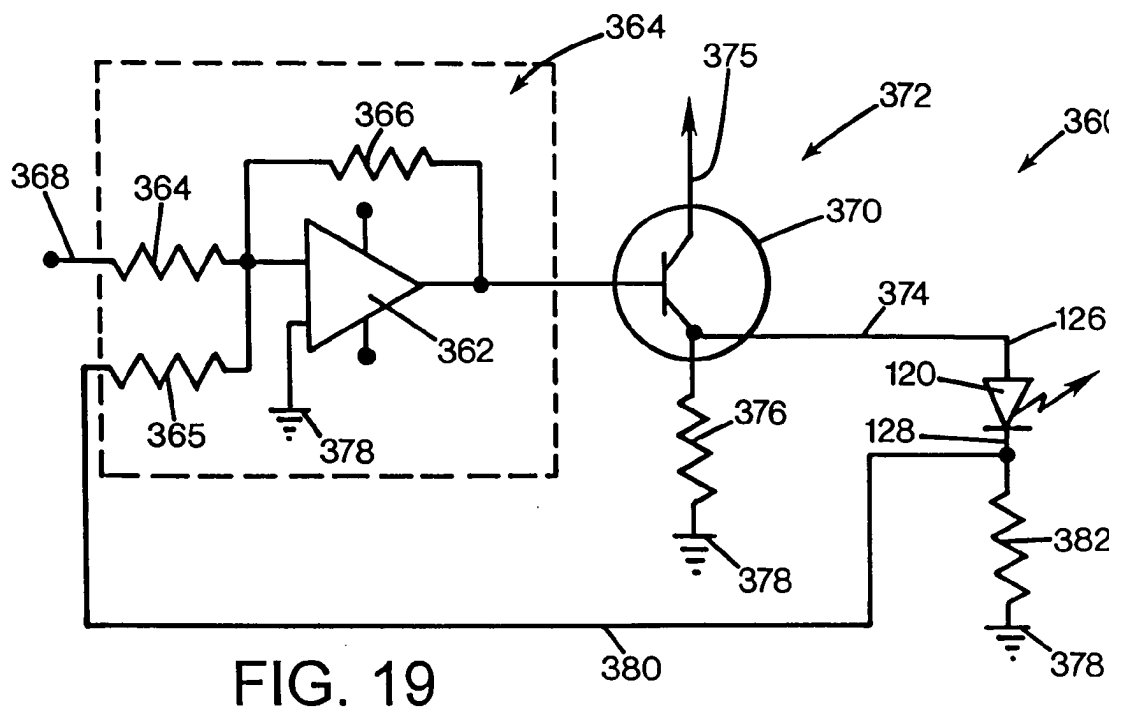


FIG. 19

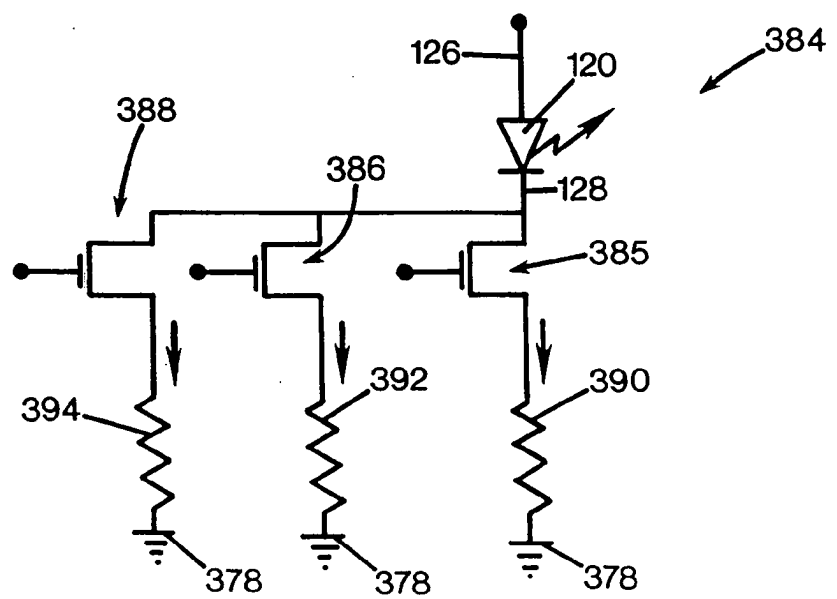


FIG. 20