



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 17 505 T2** 2005.06.23

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 936 508 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 17 505.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 300 724.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **01.02.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.08.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **26.05.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.06.2005**

(51) Int Cl.7: **G03G 15/08**  
**G01F 23/26**

(30) Unionspriorität:

**23778                      13.02.1998      US**

(73) Patentinhaber:

**Hewlett-Packard Development Co., L.P., Houston,  
Tex., US**

(74) Vertreter:

**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049  
Pullach**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**Allen, Ross R., Belmont, US; Tullis, Barclay J.,  
Palo Alto, US; Gao, Jun, Cupertino, US**

(54) Bezeichnung: **Tonermengemesssystem**

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

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

## Beschreibung

**[0001]** Diese Erfindung bezieht sich auf elektrophotographische Drucker, wie z. B. Laserdrucker und Kopierer und insbesondere auf eine Technik zum Messen der Tonermenge in einem solchen Drucker.

**[0002]** Laserdrucker und Kopiermaschinen verwenden typischerweise elektrophotographische Techniken zum Übertragen von trockenen Tonerteilchen auf eine Drehtrommel oder ein Blatt Papier durch elektrostatische Anziehung. Nachdem der Toner auf das Papier übertragen wurde, wird das Papier dann erwärmt, um den Toner zu schmelzen, so dass der Toner dauerhaft an dem Papier haftet. Es gibt viele gut bekannte Typen solcher Geräte und Einzelheiten des Betriebs derselben müssen hier nicht dargestellt werden.

**[0003]** Normalerweise wird der Trockenteilchentoner durch Austauschen einer Tonerkassette in dem Drucker aufgefüllt. Die Tonerkassette ist typischerweise ein Kunststoffaufnahmeelement, das den trockenen Toner enthält.

**[0004]** [Fig. 1](#) stellt eine von vielen herkömmlichen Tonerkassetten dar, die eine austauschbare Einheit in elektrophotographischen Druckern, wie z. B. Laserdruckern und Kopierern, ist. Die Techniken, die hierin gelehrt werden, können mit jedem bekannten Tonerkassettentyp verwendet werden. Die Tonerkassette **10** umfasst ein Kunststoffgehäuse **10**, das normalerweise lichtundurchlässig ist, aber für die Zwecke dieser Offenbarung durchlässig gezeigt ist.

**[0005]** Pulverförmiger Toner **14** ist in dem Gehäuse **12** enthalten gezeigt. Für einfarbige elektrophotographische Druckgeräte ist der Toner **14** typischerweise ein feines schwarzes harzhaltiges Pulver. Der Toner wird entweder direkt auf geladenes Papier gebracht oder von einer geladenen Oberfläche, wie z. B. einer Trommel, einem Riemen oder einer Rolle auf normales Papier übertragen und dann durch Erwärmen an dem Papier fixiert. Der Toner **14** kann jeder bekannte Toner sein und muss hierin nicht näher beschrieben werden.

**[0006]** Herkömmliche Tonerkassetten, wie z. B. die Kassette **10** umfassen einen Rührstab **16**, der viele Formen aufweisen kann, wie z. B. ein Drehstab oder eine Drehschaukel, die den Toner **14** nahe der Unterseite einer geneigten Wanne **18** langsam bewegt, um ein Verklumpen des Toners zu verhindern und gleichmäßiges Zuführen des Toners in physikalische Elemente des Druckprozesses zu liefern. Eine typische Drehgeschwindigkeit des Rührstabs **16** ist 10 – 30 rpm bei einem 24-Seiten-Pro-Minute-Drucker.

**[0007]** Die Kassette **10** umfasst eine Entwicklerrolle **20**, die eine dünne Schicht aus Toner **14** auf ihrer

Oberfläche anzieht und die Tonerteilchen auf eine Photorezeptortrommel (nicht gezeigt) in dem Drucker überträgt. Die Photorezeptortrommel wird unter Verwendung eines Lasers oder einer anderen Technik selektiv geladen, so dass der Toner **14** nur in ausgewählten Bereichen an der Trommel haftet. Der Toner auf der Trommel wird dann auf ein Blatt Papier übertragen. Das Papier wird dann erwärmt, um den Toner an dem Papier zu fixieren.

**[0008]** Bei anderen bestehenden Tonerkassetten, wie z. B. der Kassette **22** in [Fig. 2](#), ist zusammen mit einem Rührstab **24** eine Primärladerrolle **26** und eine Organischer-Photoleiter-(OPC-) Rolle **28** nahe zu der Laderolle. Die Primärladerrolle **26** lädt die OPC-Rolle **28** und ein Laser belichtet die OPC-Rolle **28** selektiv in einem Muster, das das gewünschte aufgezeichnete Bild erzeugt. Eine Entwicklerrolle **20** liefert in den ausgewählten Bereichen eine dünne Schicht Toner an die OPC-Rolle **28**. Der Toner auf der OPC-Rolle **28** wird dann auf ein Blatt Papier übertragen, um das Bild auf Papier aufzuzeichnen. Das Papier wird dann erwärmt, um den Toner zu fixieren, was den Prozess abschließt. Ein Beispiel dieser Tonerkassette ist die C3909A LaserJet-Kassette für den Hewlett Packard 5SiMX LaserJet-Drucker.

**[0009]** Ein Metalldraht **32** verläuft nahe zu der Entwicklerrolle **20**. Ein Sensor (nicht gezeigt), der zwischen dem Draht **32** und der Entwicklerrolle **20** verbunden ist, erfasst die Kapazität zwischen dem Draht **32** und der Entwicklerrolle **20**. Wenn die Tonermenge bis zu dem Grad verbraucht ist, dass dieselbe den Draht **32** freilegt, erfährt die erfasste Kapazität eine wesentliche Änderung und diese wird verwendet, um eine Anzeige für den Benutzer zu erzeugen, dass der Tonerpegel niedrig ist.

**[0010]** Dieselbe wird gezeigt, um die Tonermenge in einer Kassette kapazitiv zu messen.

**[0011]** Andere Elemente können auch in Tonerkassetten enthalten sein.

**[0012]** Es ist wichtig, dass eine Anzeige der Tonermenge für einen Druckerbenutzer verfügbar ist, entweder für einen lokalen oder einen vernetzten Drucker. Diese Anzeige kann als eine Anzeige auf dem Drucker oder eine Anzeige oder eine Mitteilung präsentiert werden, die für den Benutzer jedes Mal sichtbar ist, wenn der Drucker durch ein Anwendungsprogramm aufgerufen wird. Das Wissen, dass die verbleibende Tonermenge für eine Druckaufgabe nicht ausreichend ist, ist ein wichtiger Wert für einen Benutzer und Wartungspersonal. Einige Lösungen im Stand der Technik, zusätzlich zu derjenigen, die mit Bezugnahme auf [Fig. 2](#) beschrieben ist, umfassen das Versehen einer Tonerkassette mit einem Fenster, durch das der Benutzer oder ein Photosensor die Tonermenge beobachten kann, die Elektroden in die To-

nerkassette umfasst, um eine Schwellenwerttonermenge zu erfassen, oder andere Techniken, die eine Modifikation der Tonerkassette erfordern, wie z. B. Schwimmer, Schaufeln oder andere physikalische Sensoren, die in der Technik bekannt sind, die in Kontakt mit dem Toner arbeiten. Das Modifizieren bestehender Tonerkassetten zum Aufnehmen einer Einrichtung zum Erfassen der Tonermenge erhöht die Kosten jeder Kassette. Außerdem arbeiten alle Verfahren, die derzeit praktiziert werden, nicht über den gesamten Bereich der Tonermenge von voll bis leer und liefern eine schlechte Genauigkeit.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung schafft ein verbessertes System zum Messen von Tonermenge.

**[0014]** Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 vorgesehen.

**[0015]** Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren gemäß Anspruch 9 vorgesehen.

**[0016]** Das bevorzugte Ausführungsbeispiel kann eine ökonomischere und genauere Technik zum Messen der Tonermenge in einer Tonerkassette schaffen.

**[0017]** Die bevorzugte Technik zum Messen von Tonermenge in einer Tonerkassette erfordert keine Modifikation der Tonerkassette und kann mit bestehenden Tonerkassetten verwendet werden. Ein Drucker wird mit zumindest einer Sendelektrode und einer Empfangselektrode versehen, wobei die Tonerkassette zwischen denselben angeordnet ist. Die Sendelektrode und die Empfangselektrode wirken als zwei Platten eines Kondensators, wobei der Toner in der Tonerkassette einen Teil des Dielektrikums zwischen den beiden Kondensatorplatten bildet. Ein oszillierendes elektrisches Signal wird dann an die Sendelektrode angelegt, und ein Signal, das durch die Kapazität beeinträchtigt wird, wird erfasst. Die sich ändernde Tonermenge bewirkt somit eine Änderung bei dem empfangenen Signal. Der Wert des empfangenen Signals stellt die Tonermenge dar, die zwischen den entgegengesetzten Elektroden enthalten ist.

**[0018]** Bei einem Ausführungsbeispiel wird das empfangene Signal gefiltert, um fremdes elektrisches Rauschen zu entfernen, gleichgerichtet oder demoduliert, erneut gefiltert, und in digitale Form umgewandelt. Bei diesem Prozess kann das Signal verstärkungseingestellt werden und ein Gleichstromversatz angelegt werden, um den dynamischen Bereich eines Analog/Digital-Wandlers auszunutzen. Charakteristika, wie z. B. Minima und Maxima des Signals werden extrahiert und die Ergebnisse an eine Nachschlagtabelle angelegt oder in einer analytischen Formel verwendet, um die Messung in eine Darstel-

lung der verbleibenden Tonermenge umzuwandeln. Die Inhalte der Nachschlagtabelle oder die Koeffizienten und die Form einer analytischen Formel werden typischerweise experimentell bestimmt.

**[0019]** Die Ausgabe der Nachschlagtabelle oder der analytischen Formel kann weiter verarbeitet werden und an eine visuelle Anzeige angelegt werden, um dem Benutzer die verbleibende Tonermenge anzuzeigen, oder eine Schätzung der Anzahl von den Seiten zu liefern, die gedruckt werden können. Diese Anzeige kann auf dem Drucker sein oder dem Benutzer entfernt in der Form eines Popup-Fensters, eines Menüelements, eines Druckbefehldialogfelds oder einer anderen Anzeige auf der Anzeige des Benutzers angezeigt werden.

**[0020]** Anordnungen von Sendelektroden und Empfangselektroden können in dem Drucker verwendet werden, um nicht nur die Gesamtonermenge sondern auch die Verteilung des Toners innerhalb der Tonerkassette zu erfassen. Die Tonerverteilung ist eine wichtige Information: falls dieselbe nicht einheitlich ist, kann die Tonerverteilung die Druckqualität nachteilig beeinträchtigen und den Austausch oder eine Manipulation der Tonerkassette erfordern, bevor der gesamte Toner vollständig verbraucht ist.

**[0021]** Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist nachfolgend beispielhaft mit Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

**[0022]** [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht einer herkömmlichen Tonerkassette für einen Drucker.

**[0023]** [Fig. 2](#) ist eine Seitenansicht einer weiteren herkömmlichen Tonerkassette.

**[0024]** [Fig. 3](#) stellt Sendelektroden und Empfangselektroden in einem Drucker dar, die zum Messen der Tonerkassette in einer Tonerkassette verwendet werden.

**[0025]** [Fig. 4](#) stellt eine alternative Anordnung von Empfangselektroden dar.

**[0026]** [Fig. 5](#) stellt eine Tonerkassette dar, die in dem Drucker von [Fig. 3](#) eingebaut ist.

**[0027]** [Fig. 6](#) ist eine schematische Darstellung eines Strom/Spannungs-Wandlers, der verwendet wird, um ein Signal auszugeben, das dem Wert eines Kondensators entspricht.

**[0028]** [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) stellen die elektrischen Feldleitungen für unterschiedliche elektrische Konfigurationen der Empfangselektroden dar.

**[0029]** [Fig. 9](#) ist ein Funktionsblockdiagramm eines Ausführungsbeispiels des Systems.

[0030] [Fig. 10](#) ist ein Flussdiagramm, das die Grundschritte darstellt, die durch das Gerät von [Fig. 9](#) ausgeführt werden.

[0031] [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) stellen einen Rührstab in der Tonerkassette dar.

[0032] [Fig. 12](#) stellt die Modulation des empfangenen Signals aufgrund der Drehung des Rührstabs dar.

[0033] [Fig. 13](#) ist ein Diagramm des empfangenen Signals über der Tonermenge.

[0034] [Fig. 14](#) ist ein Funktionsblockdiagramm eines alternativen Ausführungsbeispiels der Vorrichtung.

[0035] [Fig. 3](#) stellt einen Drucker **40** dar, der ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung umfasst. Der Drucker **40** kann ein Laserdrucker, ein Kopierer oder jeder andere Drucker sein, der ein Tonerkassettenaufnahmeelement aufweist.

[0036] Eine herkömmliche Tonerkassette **42** ist in eine Öffnung **44** des Druckers **40** eingefügt gezeigt. Die Tonerkassette **42** kann jede der vorher beschriebenen Tonerkassetten oder jede andere bekannte Tonerkassette sein. Die Form der Tonerkassette **42** ist nur in ihrer Auswirkung auf die Anzahl und Platzierung der Elektroden relevant, die für eine genaue Messung der verbleibenden Tonermenge erforderlich sind.

[0037] Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird die Tonermenge in der Tonerkassette **42** ohne Modifikation der Tonerkassette **42** gemessen.

[0038] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel werden leitfähige Filme oder Drähte während der Herstellung in die Kassette eingefügt, um Elektroden zu liefern.

[0039] Dies kann beispielsweise unaufwendig mit Metallbändern mit haftender Rückseite durchgeführt werden, die an die äußere Oberfläche der Kassette angebracht werden. Diese Bänder könnten auch andere Funktionen erfüllen, falls dieselben mit Benutzeranweisungen, Produktartikelnummer und Herstellerinformationen bedruckt wären.

[0040] Ferner können bestehende Drucker modifiziert werden, um die vorliegende Erfindung mit angemessenen Kosten zu verwenden.

[0041] Der Drucker **40** enthält zumindest eine Sendeelektrode und zumindest eine Empfangselektrode in dem Aufnahmeelement **44**, das so angeordnet ist, dass sich der Toner in der Tonerkassette **42** innerhalb

des elektrischen Feld befindet, das durch die Sendeelektrode und die Empfangselektroden erzeugt wird. Die Platzierung der Sendeelektrode und Empfangselektroden kann umgekehrt werden. Die Größe und die Platzierung der Elektroden wird für ein spezielles Drucker- und Tonerkassettenmodell optimiert. Bei dem bestimmten Ausführungsbeispiel von [Fig. 3](#) sind drei Empfangselektroden **46**, **47** und **48** an der Unteroberfläche des Aufnahmeelements **44** angeordnet. Eine schwenkbare Tür **50** des Druckers **40** trägt eine Sendeelektrode **52**, die mit gestricheltem Umriss gezeigt ist. Die Elektroden **46** – **48** und **52** können jeweils ein dünnes leitfähiges Band sein (wie z. B. ein Kupferband mit einer haftenden Rückseite), das einfach an die Oberfläche eines bestehenden Druckers geklebt wird, wie z. B. des Hewlett Packard 5SiMX LaserJet Druckers.

[0042] Obwohl für diese Erfindung nur eine Empfangselektrode erforderlich ist, ermöglichen es mehrere Elektroden, die Verteilung des Toners in der Kassette **42** zu identifizieren, wie es später beschrieben wird. Die Empfangselektrodenkonfiguration von [Fig. 3](#) ermöglicht es, die Verteilung des Toners entlang der Länge der Tonerkassette **42** zu bestimmen.

[0043] [Fig. 4](#) stellt einen weiteren Drucker **54** dar, der ein zweidimensionales Array von Empfangselektroden **56** aufweist, das verwendet werden kann, um die Verteilung von Toner entlang der Breite und Länge der Kassette **42** zu erfassen.

[0044] Um die Prinzipien der bevorzugten Technik zu erklären, wird angenommen, dass die Empfangselektrodenkonfiguration von [Fig. 3](#) verwendet wird, obwohl die bevorzugte Technik gleichermaßen auf die Konfiguration von Empfangselektroden, die in [Fig. 4](#) gezeigt ist, und auf andere Konfigurationen anwendbar ist.

[0045] [Fig. 5](#) ist eine schematische Ansicht der Tonerkassette **42**, die in den Drucker **54** von [Fig. 4](#) eingefügt ist, mit der schwenkbaren Tür **50** geschlossen. Die Sendeelektrode **52** ist so gezeigt, dass sie sich über der Tonerkassette **42** befindet und die Empfangselektroden **46** – **48** sind so gezeigt, dass sie sich unterhalb der Tonerkassette **42** befinden. Die verschiedenen Elektroden müssen nicht in Kontakt mit der Tonerkassette **42** sein. Herkömmliche elektrostatische Tonerübertragungsmechanismen sind in dem gestrichelten Umriss **59** angeordnet und sie müssen hierin nicht beschrieben werden.

[0046] [Fig. 6](#) stellt einen Signalgenerator und eine Empfängerschaltung **60** dar, die zwischen die Sendeelektrode **52** und die Empfangselektroden **46** – **48** geschaltet ist, um ein Signal an dem Knoten **62** zu erzeugen, das auf die Tonermenge **14** in der Kassette **42** anspricht. Ein Oszillator **64** erzeugt ein Spannungssignal, das an die Sendeelektrode **52** angelegt wird, und erzeugt ein elektrisches Feld durch den To-

ner. Ein Betriebsverstärker **66** wirkt als ein Strom/Spannungs-Wandler, mit seinem nichtinvertierenden Anschluss mit Masse verbunden und seinem invertierenden Anschluss mit einer oder mehreren der Elektroden **46** – **48** verbunden. Der Verschiebungsstrom, der in oder von einer Empfangselektrode **46** – **48** durch das elektrische Feld induziert wird, wird an dem Knoten **62** in eine Ausgangsspannung umgewandelt. Ein Rückkopplungswiderstand R bestimmt den Strom/Spannungs-Gewinn des Verstärkers **66**.

**[0047]** Wie es aus [Fig. 6](#) ersichtlich ist, bilden die Oberflächen, die die Sendeelektrode **52** umfassen, die obere und die untere Oberfläche des Tonerstapels und die Empfangselektroden **46** – **48** drei Kondensatoren  $C_1$ ,  $C_x$ ,  $C_0$  in Reihe und die Kondensatoren  $C_1$  und  $C_x$  variieren abhängig von den Trennungsabständen  $l_1$  und  $l_x$ .

**[0048]** Die Kapazität wird unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet:

$$C = AK\hat{\epsilon}_0/l, \text{ wobei} \quad \text{Gleichung 1}$$

C die Kapazität ist,

$\hat{\epsilon}_0$  die Permittivität des leeren Raums ( $8,85 \times 10^{-12}$  Coul<sup>2</sup>/Newton<sup>2</sup> – m<sup>2</sup>) ist,

K der dielektrische Koeffizient ist (etwa 3 für Toner und 1 für Luft),

A die Plattenfläche ist und

l die dielektrische Dicke ist.

**[0049]** Alle Werte in der Gleichung 1 sind für jede Kapazität in Reihe fest, außer die dielektrischen Dicken  $l_1$  und  $l_x$ , die sich mit der Tonermenge zwischen den Sende- und Empfangselektroden ändern.

**[0050]** Wenn ein elektrophotographischer Drucker seit einiger Zeit keine Seiten gedruckt hat, kann angemerkt werden, dass sich der Toner absetzen kann, wodurch seine Dichte erhöht und sein dielektrischer Koeffizient beeinträchtigt wird. Während dem Drucken wird der Toner in der Tonerkassette gerührt, um die Lieferung zu dem elektrophotographischen Übertragungsprozess sicherzustellen. Dies kann bewirken, dass der Toner vorübergehend ausflockt, was sowohl den effektiven dielektrischen Koeffizienten des Toners als auch die effektive dielektrische Dicke ändert. Die Kenntnis der aktuellen Druckgeschichte des Druckers kann verwendet werden, um die Auswirkungen von Tonerabsetzen und -ausflocken zu schätzen und auszugleichen.

**[0051]** Der dielektrische Verschiebungsstrom, der durch den Strom/Spannungs-Verstärker **66** gemessen wird, hängt von der Nettokapazität C in [Fig. 6](#) ab. Die Nettokapazität kann ausgedrückt werden als

$$C = \frac{C_0C_1 + C_0C_t + C_1C_x}{C_0C_1C_x}.$$

**[0052]** Da der Strom von der Impedanz der Kapazität C abhängt, die als  $j/2\pi fC$  gegeben ist, verringert sich die Nettokapazität wenn die dielektrische Dicke  $l_x$  der Kapazität  $C_x$  gesenkt wird, was bewirkt, dass sich die Impedanz erhöht, was zu einem verringerten Strom führt. Eine sich verringernde Tonermenge in der Kassette **42** verringert die Gesamtkapazität zwischen den Sende- und Empfangselektroden und verringert dadurch den Betrag des Signals an dem Knoten **62** in [Fig. 6](#).

**[0053]** Die Spannung an dem Knoten **62** wird an die Signalverarbeitungsschaltungsanordnung angelegt, die schließlich den Signalpegel mit der Tonermenge korreliert. Diese Menge kann dann über ein Netzwerk an einen Systemadministrator oder unter Verwendung einer Anzeige auf dem Drucker an den Benutzer übertragen werden, oder entfernt von dem Benutzer zugänglich sein, oder durch die Druckersteuerung verwendet werden, um das Drucken zu inaktivieren, wenn die Tonermenge, die verbleibt, als nicht ausreichend geschätzt wird, um einen Druckauftrag abzuschließen.

**[0054]** Andere Schaltungen außer derjenigen, die in [Fig. 6](#) beschrieben ist, können durch einen Fachmann auf diesem Gebiet entwickelt werden, um ein Signal zu erzeugen, das eine Änderung bei dem Verschiebungsstrom oder dem Kapazitätswert erfasst, und die vorliegende Erfindung ist nicht auf das Ausführungsbeispiel von [Fig. 6](#) begrenzt. Beispielsweise können die Empfangselektroden geerdet sein und der Strom zu dem Sender kann anstatt dem Strom zu den Empfangselektroden erfasst werden.

**[0055]** Volle Tonerkassetten **42** enthalten typischerweise in der Größenordnung von 250 – 1.000 Gramm Toner, abhängig von dem Modell. Der Toner, der in elektrophotographischen Druckern verwendet wird, besteht typischerweise aus 50 – 95 Gewichtsprozent eines thermischen Kunststoffharzes, wie z. B. Polystyren, Polyethylen oder Polyester. Dem können Magnetit, Farbstoff und (in Mengen von typischerweise weniger als 10 %) verschiedene Zusatzstoffe hinzugefügt werden, wie z. B. Wachse und Ladungssteuermittel. Der Toner hat einen dielektrischen Koeffizienten nahe 3, der sich wesentlich von Luft (1,0) unterscheidet, und die Tonermenge, die in einer vollen Kassette **42** enthalten ist, ist im Vergleich zu der Masse ihres Speicherbehälters beträchtlich. Somit kann die Menge des dielektrischen Tonermaterials gemessen werden durch Beobachten kapazitiver Effekte bei einem wechselnden elektrischen Feld zwischen den Sende- und Empfangselektroden.

**[0056]** [Fig. 7](#) stellt die Verwendung einer Mehrzahl von Empfangselektroden beim Erfassen der Vertei-



lung von Toner in der Kassette **42** dar. [Fig. 7](#) zeigt die elektrischen Feldleitungen **70** zwischen der Sendeelektrode **52** und den Empfangselektroden **46 – 48**, wobei die Empfangselektrode **46** virtuell geerdet ist (durch die Vorrichtung **66** in [Fig. 6](#)) und die Empfangselektroden **47** und **48** floaten.

**[0057]** Bei dieser elektrischen Konfiguration wird die Messung hauptsächlich die Tonermenge in dem oberen und am weitesten links liegenden Abschnitt der Kassette **42** identifizieren.

**[0058]** [Fig. 8](#) stellt eine weitere elektrische Konfiguration dar, wo die Empfangselektroden **46** und **48** floaten und die Empfangselektrode **47** bei einer virtuellen Masse ist. Diese Konfiguration wird hauptsächlich die Tonermenge in dem Mittelabschnitt der Kassette **42** identifizieren.

**[0059]** Andere physikalische und elektrische Konfigurationen für die Sende- und Empfangselektroden können ebenfalls verwendet werden, um andere Charakteristika der Verteilung von Toner in der Kassette **42** zu identifizieren, und die beschriebene Technik ist nicht auf die hierin offenbarten Konfigurationen beschränkt. Bei einem Ausführungsbeispiel werden die elektrischen Konfigurationen der Empfangselektroden **46 – 48** sequentiell geändert, um verschiedene Ablesungen zu erhalten, um die Tonerverteilung in der Kassette **42** zu identifizieren. Das Messen der Tonerverteilung in der Kassette **92** ist von praktischer Wichtigkeit. Obwohl die Gesamttonermenge in der Kassette **42** beispielsweise unter Verwendung einer Mehrzahl von Empfangselektroden bestimmt werden kann, kann sich diese Tonermenge in einem Volumen in der Kassette **42** angesammelt haben, wo dieselbe nicht zu der Übertragungsrolle geliefert werden kann. Somit ermöglicht das Erfassen der Tonerverteilung in der Kassette **42** die Anzeige einer Situation, die es erfordern kann, dass die Kassette entfernt wird und manuell geschüttelt wird, um den Toner neu zu verteilen, um es demselben zu ermöglichen, zu der Unterseite der Kassette **42** zu fließen. Diese Informationen können wesentlich sinnvoller sein als ein herkömmliches „Toner-Niedrig“-Signal, das nicht zwischen einem Toneraufbrauchen und dem Vorliegen von nicht-lieferbarem Toner unterscheiden kann. Die Konfiguration der Empfangselektroden in [Fig. 7](#) kann verwendet werden, um die Tonerverteilung entlang der Länge der Kassette **42** zu erfassen. Alternativ kann eine Reihe von Empfangselektroden über die Breite der Kassette anstatt über ihre Länge segmentiert werden, oder ein zweidimensionales Array von Empfangselektroden und/oder Sendeelektroden, das in [Fig. 4](#) gezeigt ist, kann enthalten sein, um die Verteilung von Toner irgendwo innerhalb der Kassette **42** zu erfassen.

**[0060]** [Fig. 9](#) stellt die Funktionseinheiten dar, die bei einem Ausführungsbeispiel verwendet werden,

um die Gesamttonermenge in der Kassette **42** und die Tonerverteilung in der Kassette **42** zu erfassen. [Fig. 10](#) ist ein Flussdiagramm, das die Grundschritte identifiziert, die durch den Drucker, der die Vorrichtung enthält, ausgeführt werden. Die Technik ist nicht auf diese Sequenz von Verarbeitungsschritten beschränkt und alternative Prozesssequenzen können für einen Fachmann auf diesem Gebiet offensichtlich sein.

**[0061]** Wie es in [Fig. 9](#) gezeigt ist, ist eine Tonerkassette **42** in den Drucker **40** eingefügt und bildet einen Teil des Dielektrikums zwischen der Sendeelektrode **52** und den Empfangselektroden **46, 47** und **48**. Ein Ausgangssignal des Oszillators **64** wird an die Sendeelektrode **52** angelegt, falls notwendig über einen Pufferverstärker **52**. Das Signal, das durch den Oszillator **64** erzeugt wird, ist bei einem Ausführungsbeispiel bei einer Frequenz von 19,25 KHz. Der Toner in der Kassette **42** wirkt als ein Amplitudenmodulator der 18,25 KHz Trägerfrequenz. Andere Frequenzen können mit gleichem oder besserem Effekt verwendet werden.

**[0062]** Jede der Empfangselektroden **46, 47** und **48** ist mit einem jeweiligen Strom/Spannungs-Wandler **74, 75** und **76** verbunden, der vom Entwurf her herkömmlich sein kann.

**[0063]** Ein Referenz- oder Kalibrierungslastkondensator **78** ist ebenfalls mit einem Ausgang des Oszillators **64** und mit einem Strom/Spannungs-Wandler **80** verbunden. Das resultierende Referenzsignal wird verwendet, um die Signale von den Empfangselektroden durch Überwachen des Ausgangs des Oszillators **64** zu skalieren. Die Ausgänge der Wandler **74 – 76** und **80** sind mit Eingangsanschlüssen eines Multiplexers **82** verbunden, der durch ein Selektorsignal **84** gesteuert wird, um einen der vier Eingänge zu einem Ausgang **86** des Multiplexers **82** zu leiten. Der Multiplexer **82** kann verwendet werden, um die Ausgänge der Wandler **74 – 76** zu kombinieren, um die Elektrodengröße und Messempfindlichkeit effektiv zu erhöhen.

**[0064]** Der Ausgang des Multiplexers **82** wird an ein Bandpassfilter **88** angelegt, das eine Mittenfrequenz bei der Trägerfrequenz des Oszillators **64** aufweist, um Rauschen auszufiltern und Anti-Aliasing für eine Analog/Digital-Signalwandlung zu liefern. Bei der Betrachtung der physikalischen Anordnung der Tonerkassette **42** in [Fig. 9](#) ist der Ausgang des Filters **88** die Trägerfrequenz, die nicht nur durch die Tonermenge in der Kassette **42** sondern auch durch die Drehung aller leitenden Rührstäbe **16** moduliert ist ([Fig. 5](#)), während sich dieselben bei etwa 1/6 – 1/2 Umdrehungen pro Sekunde drehen.

**[0065]** Bei einer typischen Tonerkassette **42** ist der Rührstab **16** einfach ein Metalldraht ähnlich zu dem-

jenigen, der in [Fig. 11A](#) gezeigt ist, wo ein Ende **90** durch einen Motor innerhalb oder außerhalb der Kassette **42** gedreht wird. [Fig. 11B](#) zeigt eine Seitenansicht des Rührstabs **16**.

**[0066]** [Fig. 12](#) stellt den Modulationseffekt auf der Amplitude des erfassten Trägersignals dar, wenn sich der Rührstab **16** dreht. Weshalb ein leitfähiger Rührstab das erfasste Signal moduliert, ist durch die folgende vereinfachte Erörterung verständlich. Angenommen, der Rührstab ist eine rechteckige leitfähige Drahtschleife, ist die Kapazität bei einem Maximum, wenn die Ebene des Metallrührstabs **16** ausgerichtet ist mit (d. h. parallel zu) den lokalen elektrischen Feldleitungen zwischen den Sende- und Empfangselektroden, was zu einem maximalen Signalausgang des Filters **88** führt. Dies liegt daran, dass der Metallrührstab **16** leitfähig ist und beim gleichen elektrischen Potential. Wenn daher die Ebene des Stabs parallel zu dem lokalen Feld ist, überbrückt er durch Kurzschluss effektiv das Feld entlang der Höhe des Stabs und erhöht dadurch das Signal. Umgekehrt, wenn die Ebene des Rührstabs **16** über (d. h. senkrecht zu) die Feldleitungen zwischen den Sende- und Empfangselektroden schneidet, ist der Effekt auf das Signal minimiert.

**[0067]** Bei einem Ausführungsbeispiel moduliert die Position des Rührstabs den Träger, so dass nach der Demodulation die Spannungsdifferenz zwischen dem maximalen und minimalen Punkt in dem Diagramm von [Fig. 12](#) in der Größenordnung von 1 Volt ist, wenn eine Kassette voll ist, mit dem maximalen Signal nahe 5 Volt und mit dem minimalen Signal nahe 0 Volt, wenn dieselbe leer ist.

**[0068]** Wenn eine Tonerkassette **42** leitfähige Komponenten enthält, wie z. B. einen Rührstab **16**, dessen Position das empfangene Signal moduliert, ist es notwendig, eine Tonerpegelmessung zu nehmen, wenn diese Komponenten in Bewegung sind, um die Effekte der Modulation desselben zu erfassen. Andernfalls hat die beliebige Position solcher Komponenten, wenn dieselben nicht in Bewegung sind, einen unbekanntem Effekt auf die empfangene Signalamplitude. Daher sollte die Erfassung von Signalen an den Empfangselektroden **46 – 48** auftreten, nachdem der Drucker **40** die Drehung der Papierzuführmotoren einleitet, aber vor der Aktivierung von hohen Spannungen, die bei dem elektrophotographischen Aufzeichnungsprozess verwendet werden, die elektromagnetische Störung erzeugen können, wodurch Rauschen in die Sende- oder Empfangselektrodensignale eingeführt wird. Die Zeit zwischen der Einleitung einer Druckoperation und der elektrischen Aktivierung von Komponenten, die eine elektromagnetische Störung erzeugen, bis zu der Tonerpegelmessung, ist typischerweise in der Größenordnung von 3 Sekunden. Während dieser Zeit drehen sich der Rührstab **16** und andere mechanische Kompo-

nenten der Kassette **42**. Dies ist in den Schritten **1, 2** und **3** von [Fig. 10](#) dargestellt. Somit sollten die Ableisungen der Signale von den Empfangselektroden **46 – 48** innerhalb dieser elektrisch ruhigen Periode genommen werden. Das Signal, das während dieser Periode empfangen wird, ist in [Fig. 9](#) durch das modulierte Signal **92** dargestellt (Schritt **4** in [Fig. 10](#)). In der Praxis werden Abtastwerte von jedem der vier Eingänge in den Multiplexer **82** während dieser Periode gemessen.

**[0069]** Um Tonermengenmessungen durch das bevorzugte Verfahren zu ermöglichen, ist es wünschenswert, nicht nur die Spannungen zu deaktivieren, die normalerweise als Teil des elektrophotographischen Druckprozesses an die Kassette **42** angelegt werden, sondern es auch Komponenten in der Kassette **42** zu ermöglichen, die normalerweise mit externen Quellen und Empfängern verbunden sind, bezüglich Masse elektrisch zu floaten. Dies eliminiert nicht nur Quellen von elektrischem Rauschen sondern auch die Effekte von elektrisch geerdeten Leitern in dem oszillierenden elektrischen Feld, das durch das vorliegende Verfahren für Tonermengenerfassung verwendet wird. Experimente zeigen eine wesentliche Verbesserung der Linearität und einen Anstieg bei erfassten Verschiebungsströmen, wenn leitfähige Komponenten in der Kassette **42** elektrisch isoliert sind und es denselben ermöglicht wird, bezüglich Masse zu floaten.

**[0070]** Das gefilterte Signal wird als nächstes an einen Analog/Digital-Wandler (ADC) **94** mit herkömmlichem Entwurf angelegt.

**[0071]** Dieses digitale Signal wird als nächstes an einem Prozess **96** angelegt (der einen Mikroprozessor umfassen kann), der verschiedene Signalverarbeitungsfunktionen durchführt. Der Prozess **96** demoduliert das digitale Signal zum Entfernen der Trägerfrequenz, filtert die drei Sätze von Signalen und das Referenzsignal zum Entfernen oder Unterdrücken von Störung und Rauschen und macht Gewinn- und Gleichstromversatzeinstellungen. Der Demodulationsprozess kann Quadraturerfassung, Synchronerfassung oder andere Techniken verwenden, die in der Technik bekannt sind. Der Prozess **96** kann durch analoge, digitale oder eine Kombination aus analogen und digitalen Operationen durchgeführt werden, die in der Technik bekannt sind.

**[0072]** Der Prozess **96** erzeugt typischerweise die minimalen und maximalen Werte des modulierten Signals für jedes der vier Signale über das etwa 3-Sekunden-Intervall, während dem die Ablesungen aufgetreten sind.

**[0073]** Der Prozess **96** steuert auch den Multiplexer **82**, so dass jedes der vier Eingangssignale mit einer Nyquist-rate oder mehr abgetastet wird.

**[0074]** Eine Nachschlagtabelle (LUT) **98** bezieht die Tonermenge auf die Signale, die durch den Prozess **96** ausgegeben werden. Die Inhalte der LUT **98** basieren auf empirischen Daten und korrelieren die Tonermenge mit den demodulierten und verarbeiteten Signalen. Beispielsweise kann dieses Signal durch die Werte  $V_1$  und  $V_2$  in [Fig. 12](#) dargestellt werden, die maximalen und minimalen Werte des verarbeiteten Signals, die die Effekte der Rührstabposition reflektieren. Dies ist durch Schritt **5** in [Fig. 10](#) gezeigt. Werte, die in der LUT **98** gespeichert sind, stellen den Wert der Tonermenge als eine Funktion von  $V_1$ ,  $V_2$  oder eine Kombination von  $V_1$  und  $V_2$  dar. Für Werte von  $V_1$ ,  $V_2$  oder eine unabhängige Variable, die nicht genau den einzelnen Werten entsprechen, für die die Tonermenge tabuliert ist, wird eine Interpolationsoperation verwendet, auf eine Weise, die in der Technik gut bekannt ist.

**[0075]** Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kann eine polynomische oder andere Näherung an die Beziehung zwischen verarbeitetem Signal und Tonermenge verwendet werden. Experimentelle Daten für die Hewlett Packard LaserJet-5Si-Kassette zeigen, dass ein Polynom dritter Ordnung eine sinnvolle analytische Näherung liefert, unter Verwendung von  $V_2$  als Eingangsvariable.

**[0076]** Bei einem Ausführungsbeispiel gewichtet der Prozess **96** jedes der Signale von den Empfangselektroden **46**, **47** und **48**, um die Signale von den drei Elektroden zu normieren. Der minimale und der maximale Wert von jeder der drei Empfangselektroden wird dann an die LUT **98** angelegt, als ein Index zum Berechnen der Gesamttonermenge in der Kassette **42**, die von leer bis voll reicht. Für jedes Empfängersignal stellen die minimalen Werte die Tonermenge am besten dar, aber die Werte der Minima und Maxima können verwendet werden, um den dielektrischen Koeffizienten des Toners zu bestimmen und während Messungen die Effekte von Tonerdichtung und Ausflockung auf den dielektrischen Koeffizienten auszugleichen.

**[0077]** Wie es vorher angemerkt wurde, kann es sein, dass der Toner unerwünscht in der Kassette **42** verteilt ist, so dass der Toner an der Unterseite der Wanne **18** ([Fig. 1](#)) in der Kassette **42** sehr niedrig ist, das Gesamttonermengensignal jedoch anzeigt, dass die Kassette **42** nicht beinahe leer ist. Um eine solche Situation zu erfassen, wird die Mehrzahl von Empfangselektroden **46** – **48** verwendet, um die Tonerverteilung zu identifizieren. Ein Verarbeitungsblock **100** zum Erfassen möglicher Fehler und anderer Informationen (Ereignisheuristik) für Diagnosezwecke empfängt Signale von dem Prozess **96**, die den Signalen von jeder der Empfangselektroden **46**, **47** und **48** entsprechen und empfängt andere Informationen, wie z. B. Seitenzählwert, Leistungszyklen, Tonerfachdeckeloffensensorsignale und andere Signale. Der Ver-

arbeitungsblock **100** kann somit eine Anzeige geben, ob der Toner unerwünscht in einem bestimmten Bereich der Kassette **42** verteilt ist, ob die verarbeitete Toneremengensmessung nicht übereinstimmt mit dem gedruckten Seitenzählwert nachdem die Tonerkassette **42** eingefügt wurde, oder dass sich die Toneremenge nicht einfüßig verringert. Falls beispielsweise das verarbeitete Signal von der Empfangselektrode **48** eine niedrige Toneremenge anzeigt, aber verarbeitete Signale von den Elektroden **46** und **47** etwas höhere Toneremengen anzeigen, kann durch den Verarbeitungsblock **100** eine Warnung ausgegeben werden, dass die Kassette **42** entfernt und geschüttelt werden muss, um den Toner neu zu verteilen.

**[0078]** Andere Merkmale, wie z. B. Ignorieren der Toneremengenablesungen oder das Erwarten eines Kassettenaustausch, wenn erfasst wird, dass der Druckerdeckel offen ist, können ebenfalls durch den Verarbeitungsblock **100** durchgeführt werden. Der Ausgang des Verarbeitungsblocks **100** kann auch Bedingungsflags setzen, die für den Druckerprozessor verfügbar sind, um zu warnen, dass die Toneremessung vorübergehend unzuverlässig sein kann, und die Vorhersage der Toneremenge vorübergehend auf dem Seitenzählwert, der Druckdichte und anderen herkömmlichen Messungen basieren sollte.

**[0079]** Messungen von den Empfangselektroden **46** – **48** können bei einigen Ausführungsbeispielen dieser Erfindung deaktiviert werden, nachdem Komponenten in der Tonerkassette **42** elektrisch mit Energie versorgt sind, da dies hohe Pegel von elektrischem Rauschen bewirken kann, die die Berechnung von Toneremenge unzuverlässig machen.

**[0080]** [Fig. 14](#) stellt ein weiteres mögliches Blockdiagramm einer Messschaltung **104** zum Messen der unterschiedlichen Kapazitäten zwischen paarweisen Kombinationen von mehreren oberen und unteren Elektroden und zum Umwandeln dieser Messungen in ein Tonermengensignal dar. Obwohl die Schaltung obere untere Paarung von Kapazitätselektroden zeigt, könnte dieselbe ohne weiteres erweitert werden, um auch Kapazitätsmessungen zwischen getrennten oberen Elektroden oder zwischen getrennten unteren Elektroden zu umfassen.

**[0081]** Die Kapazitätselektroden **106** – **109** werden paarweise durch einen Selektor oder Multiplexer **112** ausgewählt und dadurch in eine herkömmliche Brückenschaltung **114** geschaltet, die durch eine oszillierende Spannungsquelle getrieben wird. Jedes Ungleichgewicht bei der Impedanz zwischen einer Seite der Brücke, die bekannte Referenzimpedanzen enthält und der anderen Seite der Brücke, die das ausgewählte Elektrodenpaar enthält, bewirkt einen Differenzbrückenstrom **116**, der durch eine Umwandlungsschaltung (Gleichrichtung und Filterung **118**) gemessen wird, und dann an eine Steuerung und ei-



nen Prozessor **120** ausgegeben wird. Die Steuerung und der Prozessor **120** können unter Verwendung des Signals **122** den Elektrodenmultiplexer **112** steuern, um Kapazitätsmessungen über die Kombination von nutzbaren Elektrodenpaaren zu erreichen. Diese Messungen können dann verarbeitet werden, um ein Ausgangstonermengensignal **124** zu erzeugen.

**[0082]** Ein einfacher Algorithmus zum Kombinieren der verschiedenen Kapazitätsmessungen umfasst das Addieren der gemessenen Werte. Kompliziertere Transformationen können für jede spezifische Tonerkassette entwickelt werden, um Gewichtungsfaktoren für einzelne Messungen aufzunehmen, die die genaueste Ablesung der Tonermenge liefern.

**[0083]** Die oben beschriebenen Schaltungen sind nur einige der möglichen Implementierungen und ein Fachmann auf dem Gebiet der Kapazitätsmessung und Mengenerfassung kann ohne weiteres andere Messtechniken anwenden. Zwei andere Beispiele umfassen die automatische Auswahl von Referenzimpedanzen zum Halten des Brückenstroms nahe einem Nullwert oder durch direktes Messen von Elektroden-Elektroden-Kapazitäten, wie z. B. Platzieren der Kapazität, die bestimmt werden soll, in einen Spannungsteiler oder eine Oszillatorschaltung.

**[0084]** Bei einem Ausführungsbeispiel kann die Modulation des empfangenen Signals in [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) verwendet werden, um den dielektrischen Koeffizienten des Toners zu identifizieren durch Messen der Differenz zwischen dem minimalen und maximalen Wert. Eine solche Entsprechung zwischen dem minimalen und maximalen Wert und dem dielektrischen Koeffizienten würde empirisch erhalten. Der Prozess **96** in [Fig. 9](#) würde den dielektrischen Koeffizienten verifizieren, zum Validieren der Genauigkeit der Toneremengemessungen.

**[0085]** Das Grundprinzip der bevorzugten Technik wurde für einen dielektrischen trockenen Toner in einem elektrophotographischen Drucker beschrieben. Der Schutzbereich der Erfindung ist nicht auf Toneremengemessung in Trockenelektrophotographie beschränkt. Fachleute auf diesem Gebiet können die hierin beschriebenen Prinzipien auf das Messen von Toneremenge in Flüssigelektrophotographiedruckern und zum Messen der Menge von Flüssigtinte in den Tintenkasstetten von Tintenstrahldruckern anwenden.

**[0086]** Da es wünschenswert ist, eine induzierte Ladungsbewegung zu/von der/den Empfangselektrode(n) zu maximieren, können Schutzspannungselektroden eingebaut werden, um andere geerdete Oberflächen in dem Tonerkassettenfach abzuschirmen. Dies kann dazu beitragen, Interferenzfelder zu reduzieren. Die Verwendung und Implementierung von Schutzelektroden ist in der Technik bekannt und wird hierin nicht näher erörtert.

**[0087]** Vorteile des beschriebenen Ausführungsbeispiels von Toneremessstechniken umfassen:

- hat keinen Einfluss auf die Herstellungskosten der Tonerkassette;
- erfordert keine Modifikationen an der Tonerkassette, eine Mengemessung durchzuführen;
- erfordert keinen physikalischen Kontakt mit dem Toner;
- arbeitet in der Nähe der Tonerkassette ohne elektrischen Kontakt;
- liefert proportionale Erfassung der Toneremenge in einer verschlossenen Kassette mit einer Genauigkeit, die besser ist als diejenige, die durch aktuelle Verfahren erreicht werden kann;
- liefert Erfassung der Tonerverteilung in einer verschlossenen Kassette;
- arbeitet mit magnetischen und nichtmagnetischen Tonern (Einzel- und Doppelkomponentoner);
- arbeitet mit allen Tonerfarben (z. B. Schwarz, Cyan, Magenta, Gelb) für die Verwendung in Einfarben- und Farblaserdruckern und Kopierern;
- arbeitet mit Trockenpulver- und Flüssigtonern, einschließlich denjenigen für elektrophotographische und Tintenstrahldrucker;
- liefert unaufwendige Sensor-/Detektorhardware, die in die Druckmaschine eingebaut ist;
- arbeitet so, dass die Toneremengemessung den Durchsatz des Druckers nicht beeinträchtigt;
- arbeitet so, dass die Toneremengemessung durchgeführt werden kann, während der Drucker Seiten druckt;
- liefert eine Anzeige der Menge und Verteilung des Toners in einer Tonerkassette, die durch den Prozessor des Druckers verwendet werden kann, um einen Druckauftrag zu beenden oder auszusetzen, wenn die Toneremenge oder Verteilung die Qualität der gedruckten Ausgabe beeinträchtigen kann;
- ermöglicht es dem Benutzer, die verbleibende Toneremenge zu überwachen, um es dem Benutzer zu ermöglichen, die Kassette zum geeigneten Zeitpunkt auszutauschen;
- liefert dem Benutzer eine Anzeige, dass die Tonerkassette von dem Drucker/Kopierer entfernt werden sollte und auf solche Weise manipuliert werden sollte, dass der Toner ordnungsgemäß innerhalb der Kassette neu verteilt wird.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung, die folgende Merkmale umfaßt: eine Aufnahmeeinrichtung (**44**) für eine frische Tonerkassette (**42**);  
 zumindest eine Sendeelektrode (**52**);  
 eine Mehrzahl von Empfangselektroden (**46-48**);  
 wobei die zumindest eine Sendeelektrode und die Empfangselektroden in der oder um die Aufnahmeeinrichtung positioniert sind, so daß Toner (**14**) in der Tonerkassette, wenn die Tonerkassette in die Auf-

nahmeeinrichtung plaziert wird, in der Nähe der zumindest einen Sendeelektrode und der Empfangselektroden ist; einen Signalgenerator (64), der elektrisch mit der Sendeelektrode (52) verbunden ist; eine Erfassungsschaltung (74-76, 82, 88, 94, 96) die elektrisch verbunden ist, um Verschiebungsströme zu erfassen, die durch zumindest eine Sendeelektrode in den Empfangselektroden induziert werden; und einen Wandler (98, 100) zum Wandeln eines Signals, das den Verschiebungsströmen entspricht, zu einer Anzeige der frischen Tonermenge in der Tonerkassette; wobei die Ströme durch die Empfangselektroden selektiv erfaßt werden, um eine Verteilung von frischem Toner (14) in der Tonerkassette (42) zu bestimmen.

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Tonerkassette (42) und die Aufnahmeeinrichtung (44) in einem Drucker (40) positioniert sind.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, bei der der Drucker (40) ein elektrophotographischer Kopierer ist.

4. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, die die Tonerkassette (42) umfaßt, wobei die Tonerkassette einen Mischer (16) enthält, der sich drehen kann, wenn die Tonerkassette innerhalb der Aufnahmeeinrichtung (44) ist, wobei der Mischer bewirkt, daß das Signal, das dem Verschiebungsstrom entspricht, bei einer Drehfrequenz des Mixers moduliert wird.

5. Vorrichtung gemäß Anspruch 4, bei der die Modulation des Signals aufgrund der Rotation des Mixers (16) bewirkt, daß das Signal, das dem Verschiebungsstrom entspricht, einen Minimalwert und einen Maximalwert aufweist.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, bei der eine Differenz bei dem Minimalwert und dem Maximalwert durch den Wandler (98) verarbeitet wird, um einen dielektrischen Koeffizienten des Toners in der Tonerkassette (42) zu bestimmen.

7. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Wandler (98, 100) einen Fehlerdetektor (100) umfaßt, zum Empfangen des Signals, dessen Verschiebungsstrom entspricht, und zum Empfangen anderer Signale, und zum Bestimmen, ob das Signal, das dem Verschiebungsstrom entspricht, mit den anderen Signalen übereinstimmt, um zu identifizieren, ob eine anormale Situation aufgetreten ist.

8. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, die folgende Merkmale umfaßt: einen Multiplexer (82), der Eingänge umfaßt, die mit jeder der Empfangselektroden verbunden sind; und eine Multiplexersteuerung (96), die wirksam ist, um

einen der Eingänge einzeln oder in Kombination, für weitere Verarbeitung auszuwählen.

9. Ein Verfahren, das durch einen Drucker (40) durchgeführt wird, wobei der Drucker eine Aufnahmeeinrichtung (44) aufweist, in die eine frische Tonerkassette (42) plaziert wird, wobei das Verfahren folgende Merkmale umfaßt:

Anlegen eines Signals (64) zwischen zumindest eine Sendeelektrode (52) und eine Mehrzahl von Empfangselektroden (46-48), wobei zumindest ein Teil der Tonerkassette nahe der zumindest einen Sendeelektrode und den Empfangselektroden ist; Erfassen von Verschiebungsströmen, die durch die zumindest eine Sendeelektrode in die Empfangselektroden induziert werden, wobei Toner in der Tonerkassette einen Teil eines Dielektrikums in dem elektrischen Feld bildet, das durch die zumindest eine Sendeelektrode und die Empfangselektroden erstellt wird;

Wandeln eines Signals, das den Verschiebungsströmen entspricht, zu einer Anzeige der frischen Tonermenge in der Tonerkassette; wobei die Mehrzahl von Empfangselektroden eine Anzeige einer Verteilung von frischem Toner in der Tonerkassette liefern.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

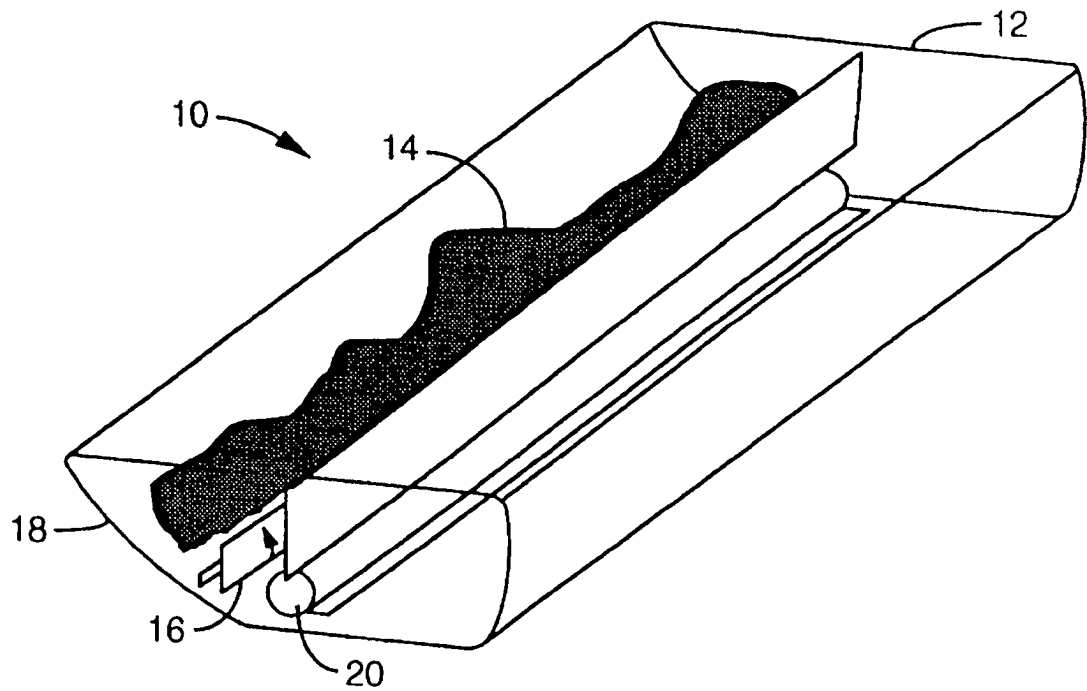


FIG. 1 (STAND DER TECHNIK)

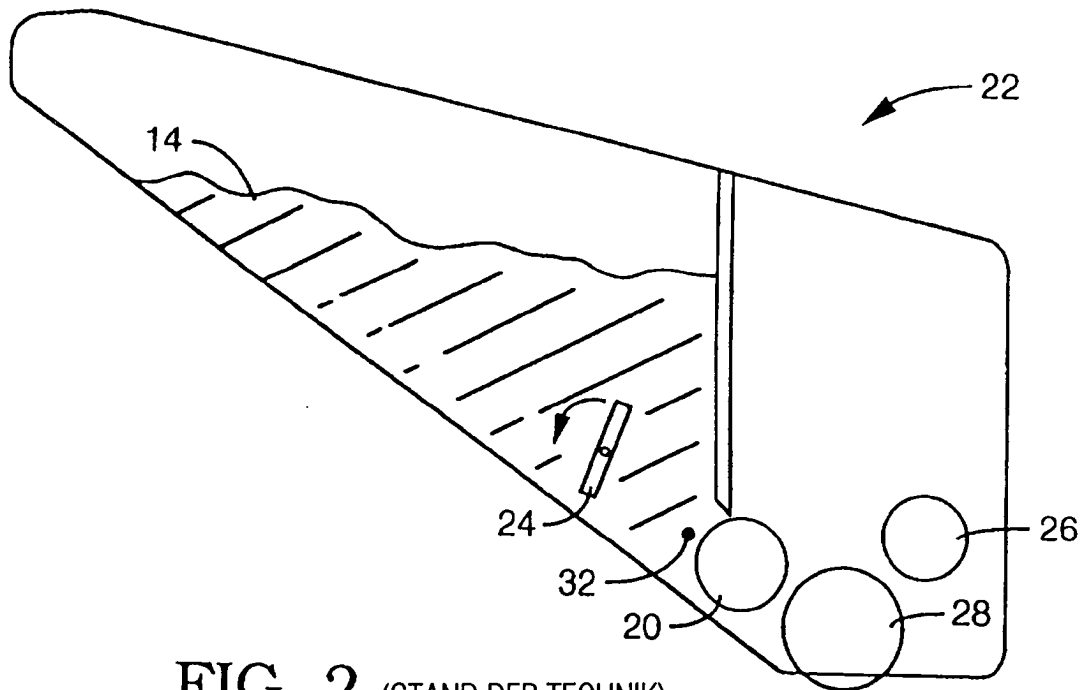


FIG. 2 (STAND DER TECHNIK)

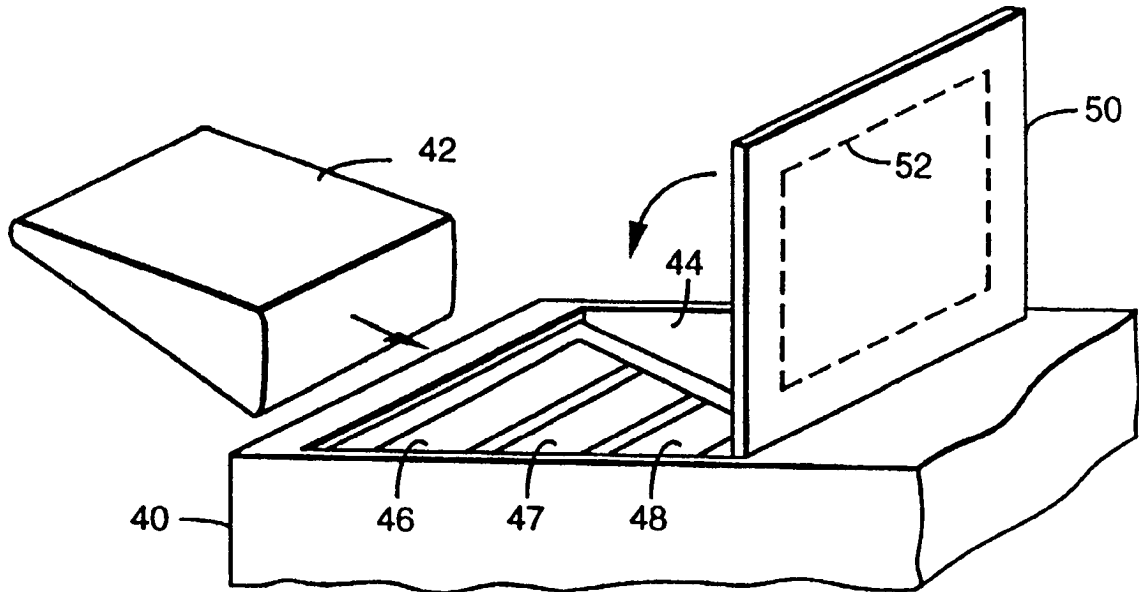


FIG. 3

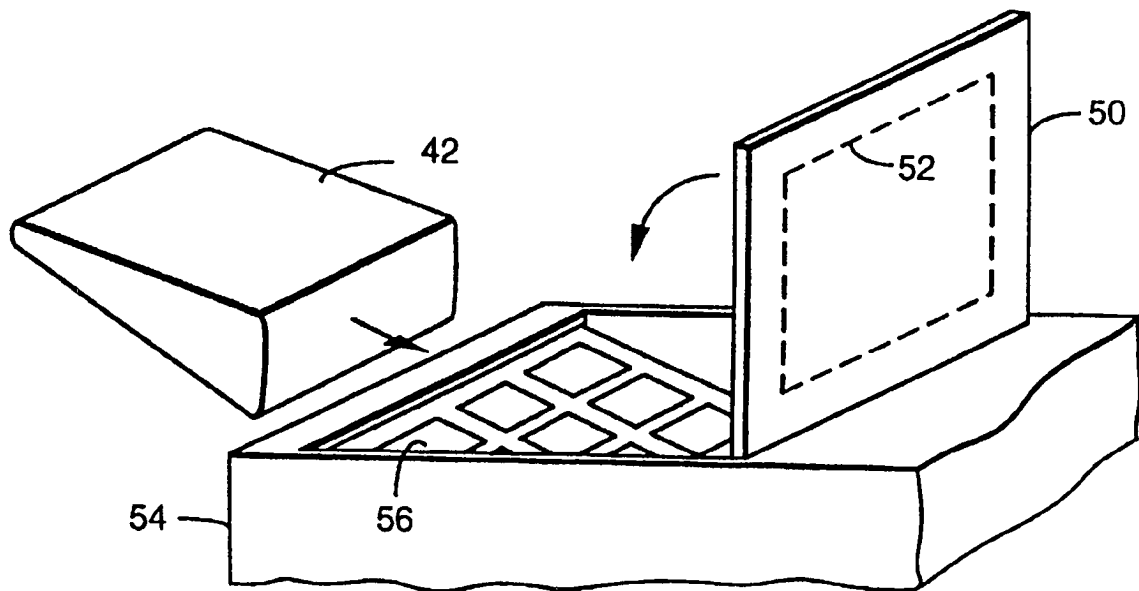


FIG. 4



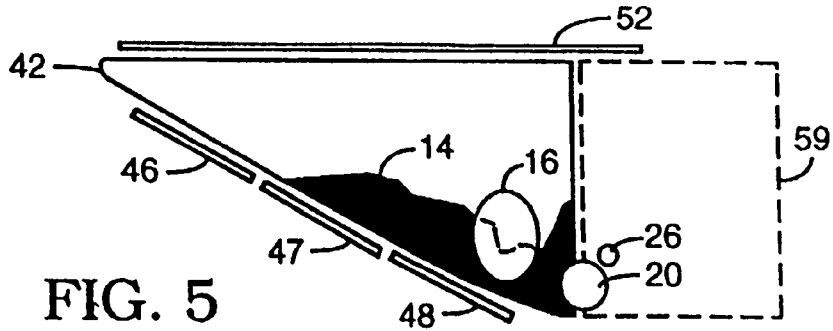


FIG. 5

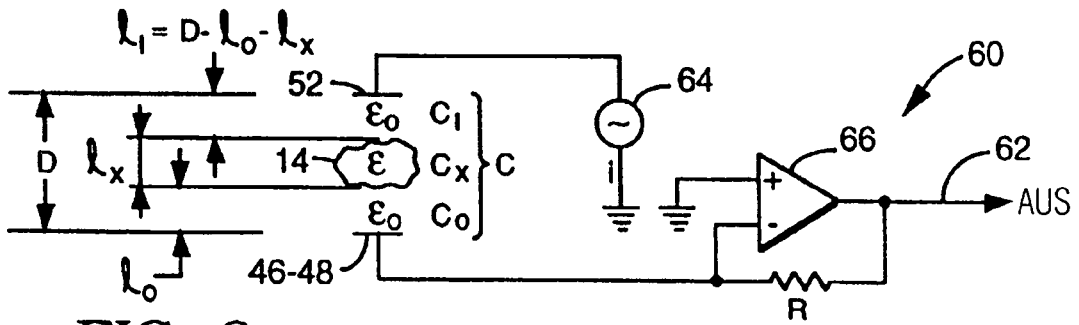


FIG. 6

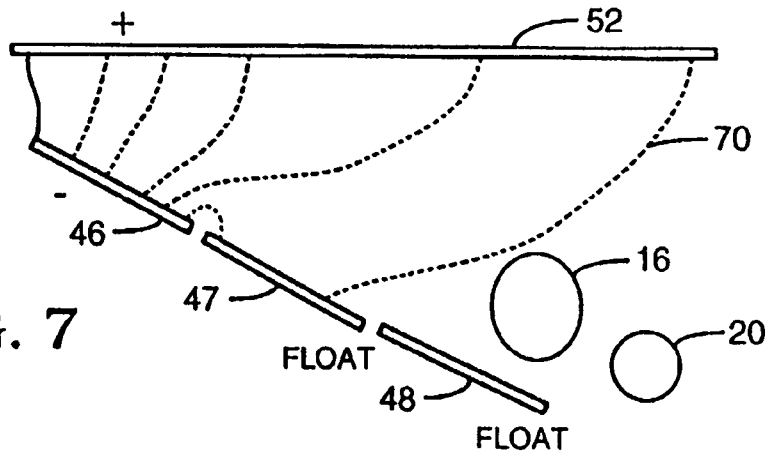


FIG. 7

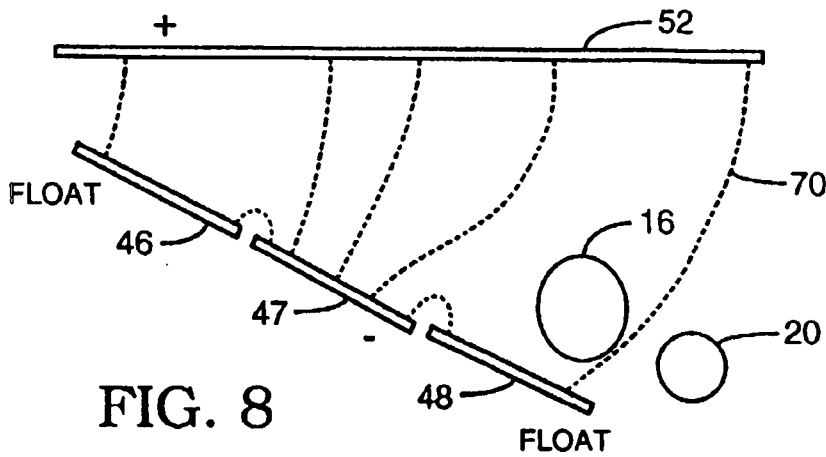
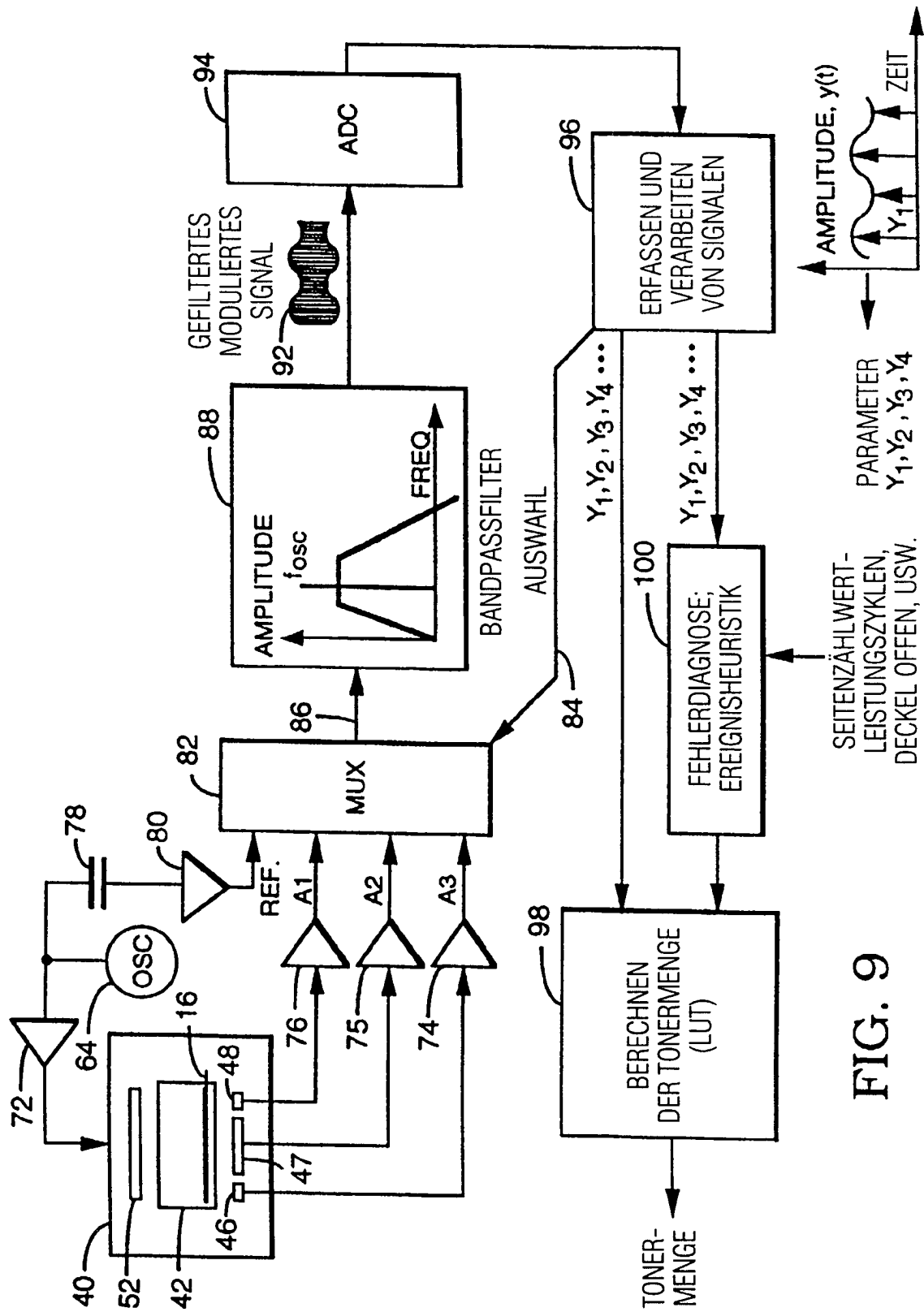


FIG. 8



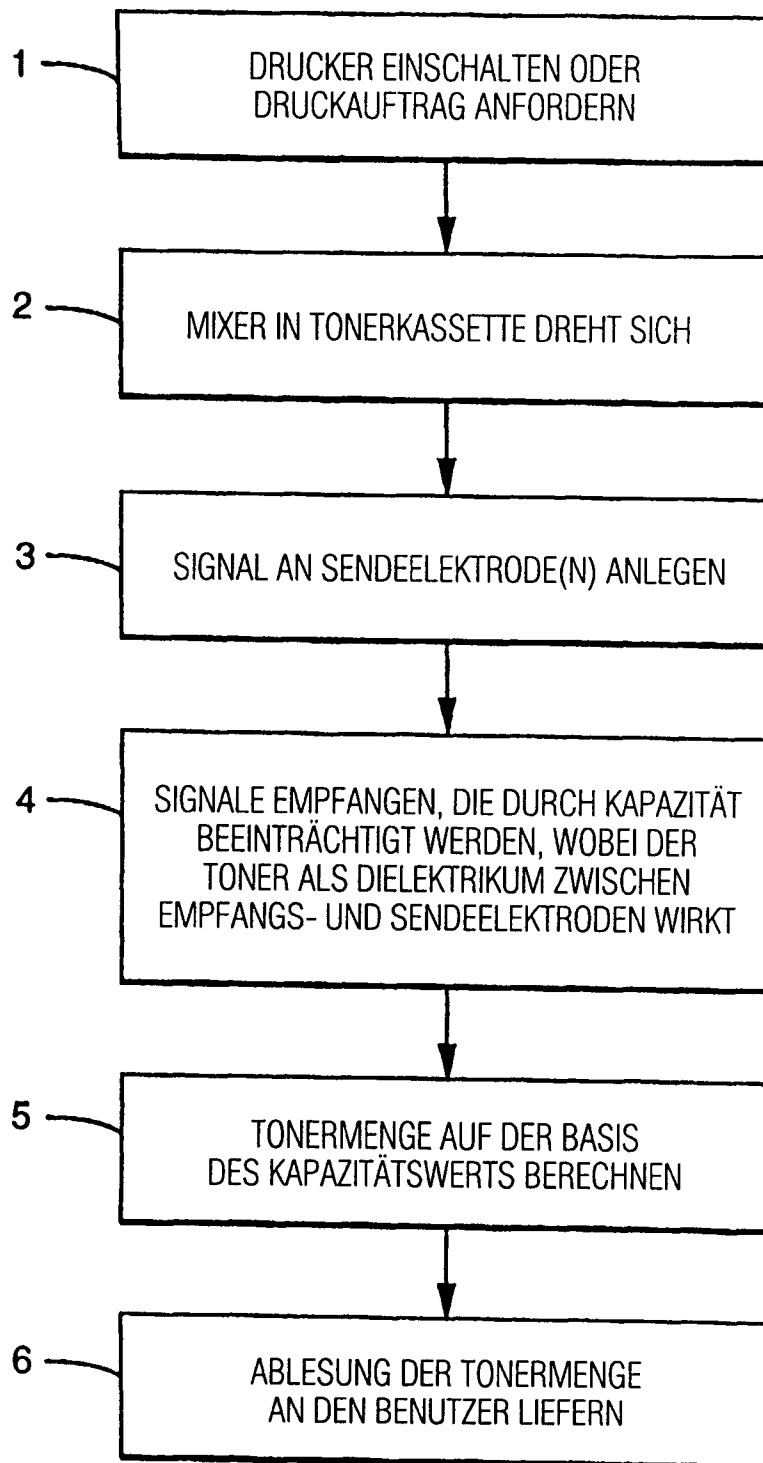


FIG. 10

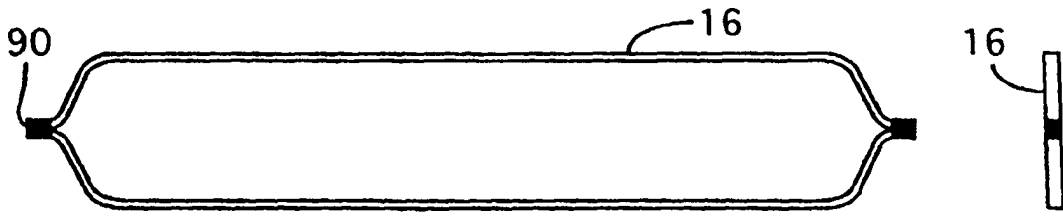


FIG. 11A

FIG. 11B

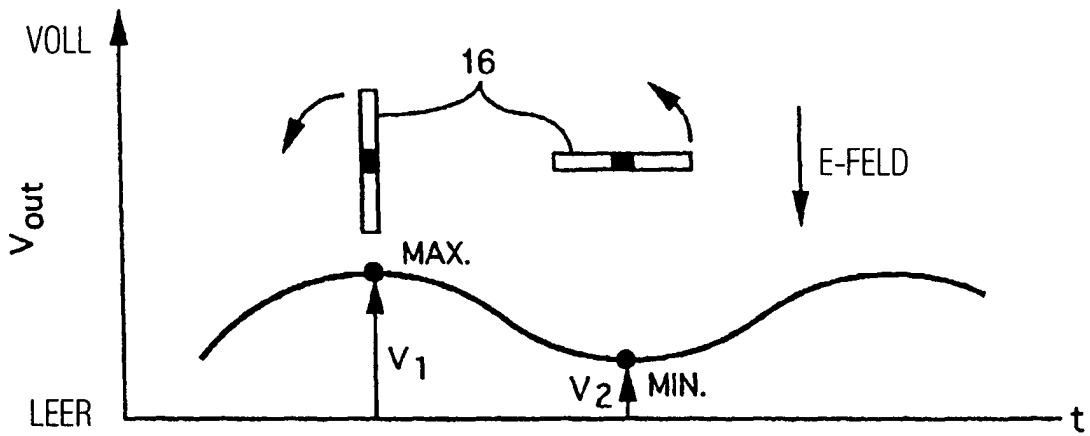


FIG. 12

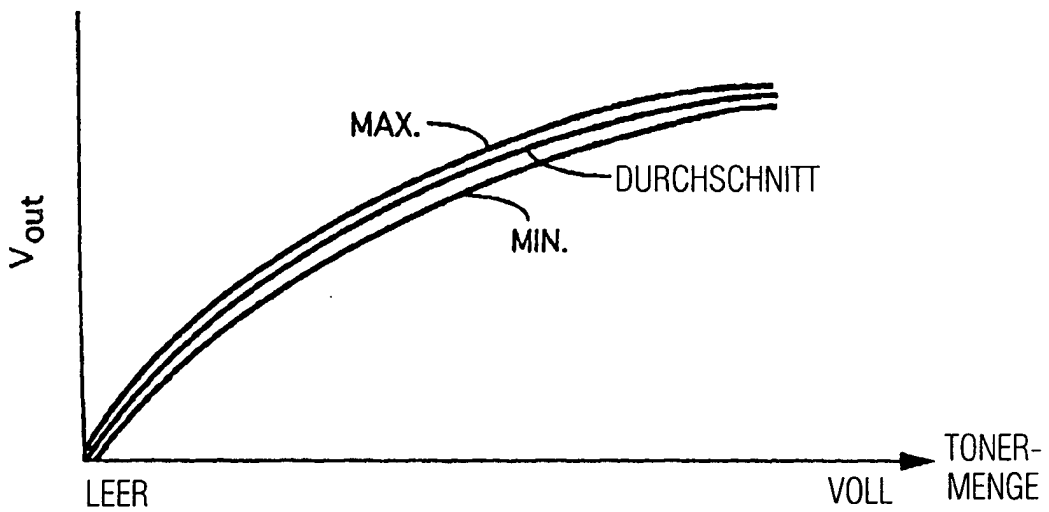


FIG. 13



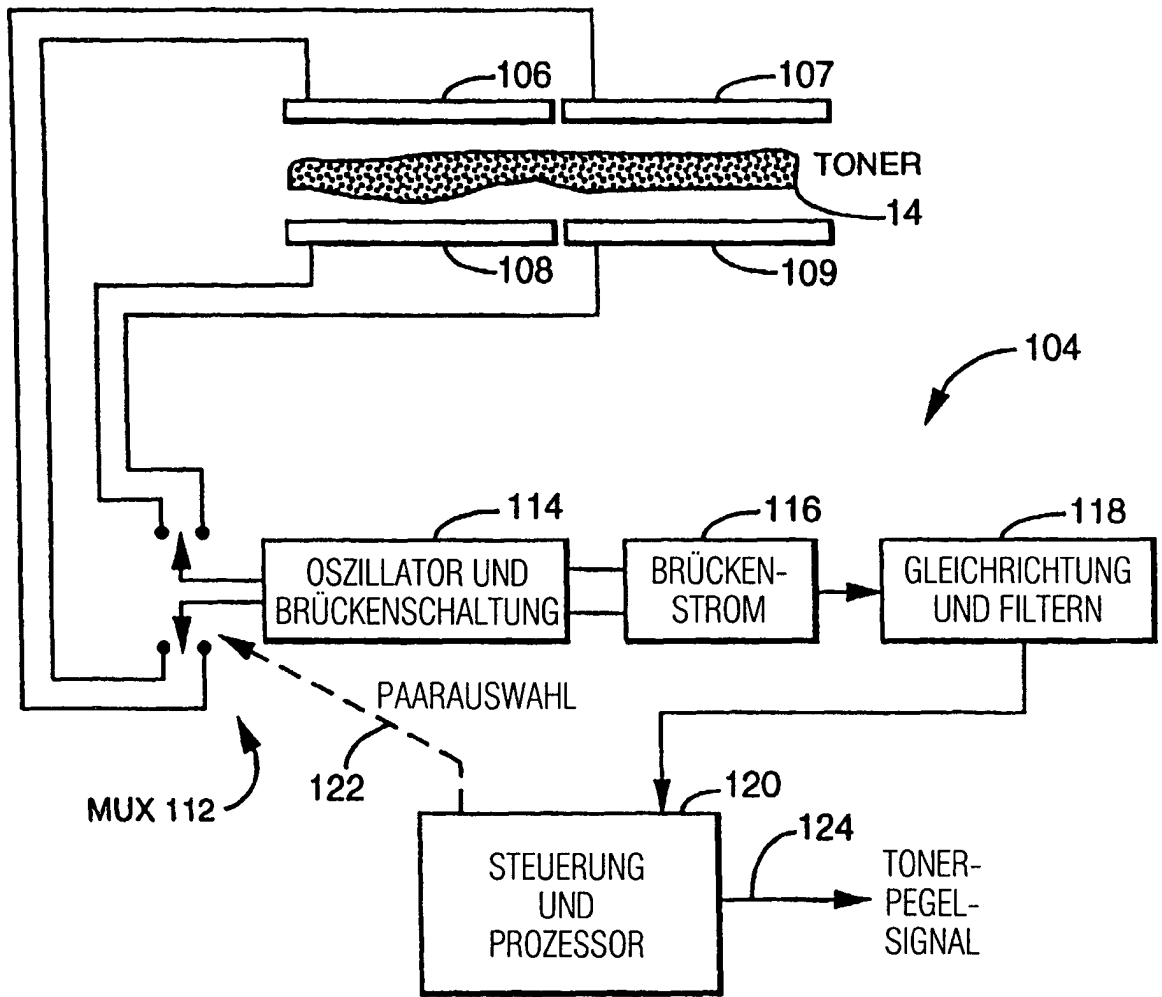


FIG. 14