



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 20 571 T2** 2005.02.24

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 956 964 B1**

(51) Int Cl.⁷: **B41J 2/175**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 20 571.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 303 669.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **11.05.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.11.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **29.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.02.2005**

(30) Unionspriorität:

12878198 **12.05.1998** **JP**

33801098 **27.11.1998** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Seiko Epson Corp., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Kanaya, Munehide, Suwa-shi, Nagano-ken

392-8502, JP; Yonekubo, Shuji, Suwa-shi,

Nagano-ken 392-8502, JP

(74) Vertreter:

**Hössle Kudlek & Partner, Patentanwälte, 70184
Stuttgart**

(54) Bezeichnung: **Drucker, Resttintenüberwachungsverfahren, und Aufzeichnungsträger**

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] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Technik zum Bewirken, daß Tintentröpfchen auf ein Druckmedium ausgestoßen werden, um ein Bild zu drucken. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Technik zum genauen Überwachen der in einem Tintenvorratsbehälter, in dem Tinte gespeichert ist, verbleibenden restlichen Tintenmenge.

[0002] Drucker, die bewirken, daß Tintentröpfchen auf ein Druckmedium ausgestoßen werden, um ein Bild zu drucken, werden weitverbreitet als Ausgabevorrichtung verschiedener von einem Computer oder dergleichen ausgegebener Bilder verwendet. Ein solcher Drucker verwendet die in einem Tintenvorratsbehälter gespeicherte Tinte zum Ausstoßen von Tintentröpfchen und kann daher, nachdem die Tinte in dem Tintenvorratsbehälter aufgebraucht ist, kein Bild drucken.

[0003] Im Dokument US-A-5 068 806 ist ein Verfahren zum Bestimmen der restlichen Tintenmenge durch Zählen der ausgestoßenen Punkte offenbart. Wenn die Anzahl der ausgestoßenen Punkte einen vorgegebenen Wert erreicht, wird die Tintenpatrone als leer angesehen. Die unabhängigen Ansprüche beruhen auf diesem Dokument.

[0004] Es wurden dementsprechend einige Techniken entwickelt, um die restliche Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter zu überwachen. Bei einer solchen Technik ist ein Sensor im Tintenvorratsbehälter installiert, um die restliche Tintenmenge zu überwachen. Diese den Sensor aufweisende Technik ermöglicht das direkte Überwachen der restlichen Tintenmenge. Nach einer anderen bekannten Technik wird die Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen mit einem vorab gemessenen Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens multipliziert, um den Betrag des Tintenverbrauchs zu berechnen, und die restliche Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter anhand des berechneten Betrags des Tintenverbrauchs geschätzt. Weil der Drucker Tintentröpfchen vom Computer gesteuert ausstößt, ist es leicht, die Gesamtzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen mit dem Steuercomputer zu zählen. Diese Technik ermöglicht es, die restliche Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter ohne einen spezifischen Sensor zu überwachen.

[0005] Wenn diese bekannte Technik angewendet wird, um die restliche Tintenmenge zu überwachen, kann eine erhebliche Differenz zwischen der tatsächlich restlichen Tintenmenge und der berechneten restlichen Tintenmenge auftreten. Wie Fachleuten bekannt ist, hängt die Größe eines von einer Düse ausgestoßenen Tintentröpfchens von der Viskosität der Tinte ab. Bei einer vorgeschlagenen Technik wird eine Änderung der Viskosität entsprechend der Tem-

peratur der Tinte berücksichtigt, um die Genauigkeit der Berechnung der restlichen Tintenmenge zu verbessern. Bei dieser vorgeschlagenen Technik kann jedoch keine ausreichende Genauigkeit erhalten werden.

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht dementsprechend darin, den Betrag bzw. die Menge des Tintenverbrauchs genau zu schätzen und dabei die restliche in einem Tintenvorratsbehälter verbleibende Tintenmenge mit hoher Genauigkeit zu überwachen.

[0007] Wenigstens ein Teil der vorstehenden und der anderen verwandten Aufgaben wird durch einen Drucker mit einem Tintenstrahlkopf mit mehreren Düsen, der Tintentröpfchen ausstößt, und einem Tintenvorratsbehälter, der eine vorgegebene Kapazität zum Speichern von Tinte aufweist, gelöst, wobei der Tintenstrahlkopf Tintentröpfchen ausstößt, um auf einem Druckmedium Tintenpunkte zu erzeugen und dadurch ein Bild auf dem Druckmedium zu drucken. Der Drucker weist folgendes auf: eine Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit, die eine Tintenzufuhrbedingung erfaßt, wobei die Tintenzufuhrbedingung auf der Wirkung beruht, die das Ausstoßen eines Tintentröpfchens von einer Düse auf die von den restlichen Düsen in dem Tintenstrahlkopf ausgestoßene Tintenmenge hat, einen Tintenausstoßanzahlzähler, der eine Tintenausstoßanzahl zählt, welche die Anzahl der vom Tintenstrahlkopf ausgestoßenen Tintentröpfchen ist, und eine Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung, die die in dem Tintenvorratsbehälter verbleibende restliche Tintenmenge überwacht, indem sie die von der Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit erfaßte Tintenzufuhrbedingung auf der Grundlage der vom Tintenausstoßanzahlzähler gezählten Tintenausstoßanzahl und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters berücksichtigt.

[0008] Die vorliegende Erfindung sieht auch ein Verfahren zum Überwachen der restlichen Tintenmenge vor, das dem vorstehend erörterten Drucker gemäß der vorliegenden Erfindung entspricht. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Überwachen der restlichen in einem Tintenvorratsbehälter verbleibenden Tintenmenge vor, wobei das Verfahren für einen Drucker mit einem Tintenstrahlkopf mit mehreren Düsen, die Tintentröpfchen ausstoßen, und dem Tintenvorratsbehälter, der eine vorgegebene Kapazität zum Speichern von Tinte aufweist, verwendet wird, wobei der Tintenstrahlkopf Tintentröpfchen ausstößt, um Tintenpunkte auf einem Druckmedium zu erzeugen, und dadurch ein Bild auf dem Druckmedium druckt. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf: (a) Zählen der vom Tintenstrahlkopf ausgestoßenen Tintenausstoßanzahl, (b) Erfassen einer Tintenzufuhrbedingung, wobei die Tintenzufuhrbedingung auf der Wirkung be-

ruht, die das Ausstoßen eines Tintentröpfchens von einer Düse auf die von den restlichen Düsen in dem Tintenstrahlkopf ausgestoßene Tintenmenge hat, und (c) Überwachen der in dem Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge unter Berücksichtigung der in Schritt (b) erfaßten Tintenzufuhrbedingung auf der Grundlage der in Schritt (a) gezählten Tintenausstoßanzahl und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters.

[0009] Der Drucker oder das entsprechende Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung erfaßt die Tintenzufuhrbedingung hinsichtlich der Tintenzufuhr und zählt die von dem Tintenstrahlkopf ausgestoßenen Tintentröpfchen. Die Struktur berücksichtigt die erfaßte Tintenzufuhrbedingung und überwacht die restliche Tintenmenge im Tintenvorratsbehälter auf der Grundlage der Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters. Die von dem Tintenstrahlkopf ausgestoßene Tintenmenge hängt von der Tintenzufuhrbedingung ab. Diese Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung überwacht die restliche Tintenmenge, während die Tintenzufuhrbedingung berücksichtigt wird, wodurch ermöglicht wird, daß die restliche in dem Tintenvorratsbehälter verbleibende Tintenmenge mit hoher Genauigkeit überwacht wird.

[0010] Beim Drucker und beim entsprechenden Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann das in einem spezifizierten Zustand der Tintenzufuhrbedingung gemessene Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens vorab als eine Einheitstintenmenge gespeichert werden. Beim Vorgang des Druckens eines Bilds erfaßt die Prozedur zuerst die Tintenzufuhrbedingung hinsichtlich der Tintenzufuhr und zählt die ausgestoßenen Tintentröpfchen innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums. Die Prozedur multipliziert dann die Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen mit dem gemessenen Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens, während die erfaßte Tintenzufuhrbedingung berücksichtigt wird, und bestimmt die ausgestoßene Tintenmenge innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums. Die Tintenausstoßanzahl kann die Anzahl der tatsächlich vom Tintenstrahlkopf ausgestoßenen Tintentröpfchen oder eine geeignete Variable sein, die leicht gezählt werden kann und in die Anzahl der Tintentröpfchen umwandelbar ist. Die Prozedur addiert anschließend die so bestimmte ausgestoßene Tintenmenge, um einen kumulativen Betrag der ausgestoßenen Tinte zu erhalten, und überwacht die in dem Tintenvorratsbehälter verbleibende restliche Tintenmenge auf der Grundlage des kumulativen Betrags der ausgestoßenen Tinte und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters. Die Anordnung, bei der die Tintenzufuhrbedingung berücksichtigt wird, ermöglicht die genaue Berechnung der ausgestoßenen Tintenmenge und ermöglicht dadurch, daß die in dem Tintenvorratsbehälter verbleibende restliche Tintenmenge mit hoher Genauigkeit über-

wacht wird.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Modifikation speichert der Drucker an Stelle des Gewichts eines einzigen Tintentröpfchens das Volumen eines einzigen Tintentröpfchens als die Einheitstintenmenge. Beim Vorgang des Druckens eines Bilds erfaßt die Prozedur die Tintenzufuhrbedingung und zählt die ausgestoßenen Tintentröpfchen innerhalb des vorgegebenen Zeitraums. Die Prozedur berechnet dann die innerhalb des vorgegebenen Zeitraums ausgestoßene Tintenmenge anhand des gespeicherten Volumens eines einzigen Tintentröpfchens und der Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen unter Berücksichtigung der erfaßten Tintenzufuhrbedingung und addiert die so bestimmte ausgestoßene Tintenmenge, um die in dem Tintenvorratsbehälter verbleibende restliche Tintenmenge zu überwachen. Diese Struktur berechnet die ausgestoßene Tintenmenge unter Berücksichtigung der Tintenzufuhrbedingung. Hierdurch wird ermöglicht, daß die ausgestoßene Tintenmenge genau berechnet wird, und es wird dadurch die Genauigkeit der Überwachung der restlichen Tintenmenge verbessert.

[0012] Die folgende Technik ist bevorzugt anwendbar, um die Wirkung der Tintenzufuhrbedingung beim Vorgang des Berechnens der ausgestoßenen Tintenmenge innerhalb des vorgegebenen Zeitraums zu berücksichtigen. Bei der Technik werden vorab angemessene Korrekturkoeffizienten gespeichert, die einer Vielzahl von Tintenzufuhrbedingungen entsprechen. Die Prozedur multipliziert das Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens, die Anzahl der innerhalb des vorgegebenen Zeitraums ausgestoßenen Tintentröpfchen und den der erfaßten Tintenzufuhrbedingung entsprechenden Korrekturkoeffizienten. Diese Anordnung korrigiert eine Änderung des Gewichts eines einzigen Tintentröpfchens entsprechend der Änderung der Tintenzufuhrbedingung und ermöglicht, daß die innerhalb des vorgegebenen Zeitraums ausgestoßene Tintenmenge mit hoher Genauigkeit berechnet wird.

[0013] Bei einer anderen bevorzugten Anwendung wird das Gewicht eines in jedem Zustand der Tintenzufuhrbedingung ausgestoßenen einzelnen Tintentröpfchens an Stelle des Gewichts eines in dem spezifizierten Zustand der Tintenzufuhrbedingung ausgestoßenen einzelnen Tintentröpfchens gespeichert. Die innerhalb des vorgegebenen Zeitraums ausgestoßene Tintenmenge wird durch Multiplizieren der Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen mit dem Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens entsprechend dem erfaßten Zustand der Tintenzufuhrbedingung berechnet. Diese Anordnung ermöglicht auch, daß die ausgestoßene Tintenmenge mit hoher Genauigkeit berechnet wird, indem eine mögliche Änderung der Größe des Tintentröpfchens entsprechend der Tintenzufuhrbedingung berücksichtigt wird.

[0014] Es ist beim Drucker gemäß der vorliegenden Erfindung bevorzugt, daß die Temperatur der dem Tintenstrahlkopf zugeführten Tinte als die Tintenzufuhrbedingung gemessen wird. Die Messung der Temperatur der Tinte ermöglicht, daß die ausgestoßene Tintenmenge berechnet wird, indem die Tatsache berücksichtigt wird, daß eine Erhöhung der Viskosität der Tinte eine glatte Tintenzufuhr zum Tintenstrahlkopf verhindert. Diese Anordnung verbessert dementsprechend die Genauigkeit der Überwachung der im Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge.

[0015] Es ist auch bevorzugt, daß die Tintenzufuhrbedingung als eine zeitliche Änderung einer Bedingung definiert wird, die mit dem Ausstoß von Tintentröpfchen einhergeht, beispielsweise die restliche Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter oder die kumulative Anzahl der ausgestoßenen Tinte. Die Erfassung dieser Bedingung ermöglicht das Berechnen der ausgestoßenen Tintenmenge unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Größe des Tintentröpfchens durch die restliche Tintenmenge im Tintenvorratsbehälter und die erhöhte Viskosität der Tinte über einen langen Zeitraum beeinflusst wird. Diese Anordnung verbessert dementsprechend die Genauigkeit der Überwachung der im Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge.

[0016] Es ist weiterhin bevorzugt, daß eine von der Zusammensetzung der Tinte abhängige Bedingung als die Tintenzufuhrbedingung erfaßt wird. Die von der Zusammensetzung der Tinte abhängige Bedingung kann eine einfache Bedingung, wie die den Tintentyp repräsentierende Produktanzahl der Tinte, sein oder durch die Typen der Lösungsmittel und Farbstoffe in der Tinte und ihr Mischungsverhältnis gegeben sein. Die Tintenzusammensetzung hängt im allgemeinen vom Tintentyp ab. Die Erfassung der von der Zusammensetzung der Tinte abhängigen Bedingung ermöglicht das Berechnen der ausgestoßenen Tintenmenge unter Berücksichtigung der Tatsache, daß sich die Tintenzufuhrbedingung, wie die Viskosität der Tinte, bei einer Änderung der Zusammensetzung ändert. Diese Anordnung verbessert dementsprechend die Genauigkeit der Überwachung der im Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge.

[0017] Gemäß einer anderen bevorzugten Anwendung der vorliegenden Erfindung kann die dem Tintenstrahlkopf zuzuführende Tintenmenge als die Tintenzufuhrbedingung festgelegt werden. Wie vorstehend beschrieben wurde, wird die Größe der Tintentröpfchen durch die dem Tintenstrahlkopf zugeführte Tinte beeinflusst. Die Struktur des Bestimmens der dem Tintenstrahlkopf zuzuführenden Tintenmenge und des Berechnens der ausgestoßenen Tintenmenge auf der Grundlage des Ergebnisses der Bestimmung ermöglicht das Überwachen der restlichen Tin-

tenmenge in dem Tintenvorratsbehälter mit hoher Genauigkeit.

[0018] In dem Drucker, in dem der Tintenstrahlkopf Tintentröpfchen ausstößt, um ein Bild zu drucken, während die relative Position zu dem Druckmedium geändert wird, ist es bevorzugt, daß die vorgegebene Druckauflösung als die Tintenzufuhrbedingung erfaßt wird. Die Druckauflösung ist hierbei ein Index, der den Abstand zwischen auf dem Druckmedium erzeugten benachbarten Tintenpunkten darstellt, wenn der Tintenstrahlkopf nacheinander Tintentröpfchen ausstößt, während die relative Position zum Druckmedium geändert wird. Ein typischer Index, der die Druckauflösung darstellt, ist dpi, also die Anzahl der je Zoll erzeugten Tintenpunkte. Beispielsweise bedeutet eine Druckauflösung von 720 dpi, daß 720 Tintenpunkte je Zoll erzeugt werden können. Bei einem solchen Drucker kann die Druckauflösung entsprechend der gewünschten Druckqualität und der gewünschten Druckgeschwindigkeit geändert werden. Durch eine höhere Druckauflösung kann die Anzahl der je Zeiteinheit ausgestoßenen Tintentröpfchen erhöht werden. Dies führt zu einer Knappheit der Tintenzufuhr und bewirkt, daß kleinere Tintentröpfchen ausgestoßen werden. Wegen der Beziehung zwischen der Druckauflösung und der Größe der Tintentröpfchen wird durch die Erfassung der Druckauflösung als die Tintenzufuhrbedingung leicht die Genauigkeit der Berechnung der ausgestoßenen Tintenmenge verbessert und ermöglicht, daß die restliche Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter mit hoher Genauigkeit überwacht wird.

[0019] Bei einem solchen Drucker ist es auch bevorzugt, daß der Aufzeichnungsmodus als die Tintenzufuhrbedingung erfaßt wird. Der Aufzeichnungsmodus stellt hierbei die Anzahl der zum Vervollständigen einer Rasterlinie erforderlichen relativen Bewegungen des Tintenstrahlkopfs in bezug auf das Druckmedium dar. Die Rasterlinie bedeutet eine Linie von Tintenpunkten, die gebildet wird, wenn der Kopf Tintentröpfchen ausstößt, während die relative Position zum Druckmedium geändert wird. Wenn eine hohe Druckqualität erforderlich ist, kann der Drucker eine Rasterlinie durch mehrere Relativbewegungen des Tintenstrahlkopfs zum Druckmedium an Stelle einer einzigen Relativbewegung bilden. Durch Drucken einer Rasterlinie durch mehrere Verschiebungsvorgänge wird die Anzahl der bei jedem Verschiebungsvorgang ausgestoßenen Tintentröpfchen natürlich reduziert. Durch Drucken einer Rasterlinie durch einen Verschiebungsvorgang wird andererseits die Anzahl der innerhalb eines kurzen Zeitraums ausgestoßenen Tintentröpfchen vergrößert. Hierdurch wird bewirkt, daß kleine Tintentröpfchen ausgestoßen werden. Die Struktur des Erfassens des Aufzeichnungsmodus als die Tintenzufuhrbedingung verbessert dementsprechend leicht die Genauigkeit der Berechnung der ausgestoßenen Tintenmenge.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Anwendung der vorliegenden Erfindung kann ein Punktmuster, das eine Anordnung auf dem Druckmedium gebildeter Tintenpunkte ist, als die Tintenzufuhrbedingung erfaßt werden. Diese Anordnung ermöglicht, daß die ausgestoßene Tintenmenge unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Größe der ausgestoßenen Tintentröpfchen durch das Punktmuster beeinflusst wird, berechnet wird. Dies ermöglicht dementsprechend, daß die restliche Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter mit hoher Genauigkeit überwacht wird.

[0021] Es ist bevorzugt, daß die relative Ansteuerfrequenz als das Punktmuster erfaßt wird. Die relative Ansteuerfrequenz ist hier ein Index, der die zeitbasierte Frequenz darstellt, mit der jede Düse Tintentröpfchen ausstößt. Die konkrete Definition wird nachstehend angegeben. Es wird angenommen, daß eine bestimmte Düse Tintentröpfchen ausstößt, um Punkte zu erzeugen, während sie sich auf dem Druckmedium bewegt. Ein bestimmter auf dem Druckmedium erzeugter Punkt ist als ein Zielpunkt spezifiziert. Wenn ein Punkt unmittelbar vor dem Zielpunkt erzeugt worden ist, wenn also Punkte nacheinander erzeugt werden, ist die relative Ansteuerfrequenz des Zielpunkts als 100% definiert. Wenn unmittelbar vor dem Zielpunkt kein Punkt erzeugt worden ist und ein benachbarter Punkt von dem Zielpunkt um das Intervall eines Punkts getrennt ist, ist die relative Ansteuerfrequenz des Zielpunkts als 50% definiert. Ähnlich ist in dem Fall, in dem ein benachbarter Punkt von dem Zielpunkt um das Intervall von zwei Punkten getrennt ist, die relative Ansteuerfrequenz des Zielpunkts als 33% definiert. Wenn ein benachbarter Punkt vom Zielpunkt um das Intervall von drei Punkten getrennt ist, ist die relative Ansteuerfrequenz des Zielpunkts als 25% definiert. Die Größe der von der Düse ausgestoßenen Tintentröpfchen ändert sich bei einer Änderung der relativen Ansteuerfrequenz des vom Tintentröpfchen gebildeten Punkts. Die Erfassung der relativen Ansteuerfrequenz als das Punktmuster ermöglicht dementsprechend die Berechnung der ausgestoßenen Tintenmenge unter Berücksichtigung dieses Faktors und verbessert dadurch die Genauigkeit der Überwachung der im Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge.

[0022] Bei dem Drucker, der den Tintenstrahlkopf aufweist, der gleichzeitig eine Anzahl von Tintenpunkten erzeugen kann, ist es bevorzugt, daß eine Ansteuerauslastung als das Punktmuster erfaßt wird. Die Ansteuerauslastung ist hier ein Index, der das Verhältnis zwischen der Anzahl der gleichzeitig erzeugten Tintenpunkte und der Anzahl der Tintenpunkte, die vom Tintenstrahlkopf gleichzeitig erzeugt werden können, darstellt. Die konkrete Definition wird nachstehend angegeben. Es wird hier angenommen, daß 48 Punkte gleichzeitig auf dem Druckmedium erzeugt werden können. Wenn 12 Punkte gleichzeitig

erzeugt werden, ist die Ansteuerauslastung als 25% definiert. Wenn 24 Punkte gleichzeitig erzeugt werden, ist die Ansteuerauslastung als 50% definiert. Die Größe der von der Düse ausgestoßenen Tintentröpfchen wird durch die Ansteuerauslastung beeinflusst. Die Struktur des Berechnens der ausgestoßenen Tintenmenge durch Erfassen der Ansteuerauslastung und unter Berücksichtigung dieses Faktors ermöglicht dementsprechend, daß die restliche Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter mit hoher Genauigkeit überwacht wird.

[0023] Es ist bei einem solchen Drucker auch bevorzugt, daß die Anzahl der gleichzeitig erzeugten Tintenpunkte so als das Punktmuster festgelegt wird, daß sie größer als ein vorgegebener Wert (erste Aufzeichnungsbedingung) oder nicht größer als der vorgegebene Wert (zweite Aufzeichnungsbedingung) ist. Die Größe der Tintentröpfchen ändert sich auch entsprechend der Differenz der Aufzeichnungsbedingung. Die Struktur des Berechnens der ausgestoßenen Tintenmenge unter Berücksichtigung dieses Faktors ermöglicht dementsprechend, daß die restliche Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter mit hoher Genauigkeit überwacht wird.

[0024] Eine Anzahl der Tintenpunkte, die gleichzeitig erzeugt werden können, kann auf der Grundlage einer spezifischen Beziehung in eine Anzahl von Gruppen unterteilt werden. Es ist in diesem Fall bevorzugt, daß die Ansteuerauslastung für jede Gruppe erfaßt wird.

[0025] Nachstehend wird die Unterteilung einer Anzahl von Gruppen auf der Grundlage der spezifischen Beziehung beschrieben. Bei dem eine Anzahl von Tintenkammern aufweisenden Drucker können beispielsweise aus manchen Herstellungsgründen einige der benachbarten Tintenkammern Tintenvorräte über einen identischen Tintenzufuhrkanal empfangen. Bei einer anwendbaren Technik zum Ausstoßen von Tintentröpfchen wird ein Betätigungselement angesteuert, um eine Schwingungsplatte in Schwingung zu versetzen, welche eine obere Platte der Tintenkommer definiert, wodurch das Ausstoßen von Tintentröpfchen hervorgerufen wird. Aus einigen Herstellungsgründen kann eine lange Schwingungsplatte eine gemeinsame obere Platte der benachbarten Tintenkammern bilden. In diesen Fällen gehören die Tintenkammern mit dem gemeinsamen Tintenzufuhrkanal oder die Tintenkammern mit der gemeinsamen Schwingungsplatte zur selben Gruppe.

[0026] Bei einer verfügbaren Anordnung wird die Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen innerhalb des vorgegebenen Zeitraums für jede Gruppe gezählt und die ausgestoßene Tintenmenge anhand der Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen und des Gewichts eines einzigen Tintentröpfchens unter Berücksichtigung der Ansteuerauslastung jeder

Gruppe berechnet. Durch diese Anordnung wird die Genauigkeit der Berechnung der ausgestoßenen Tintenmenge verbessert und dadurch ermöglicht, daß die restliche Tintenmenge im Tintenvorratsbehälter mit hoher Genauigkeit überwacht wird.

[0027] Gemäß einer bevorzugten Anwendung der vorliegenden Erfindung weist der Mechanismus zum Ausstoßen von Tintentröpfchen einen optischen Sensor auf, der die Intensität des reflektierten Lichts vom Druckmedium mißt. Der optische Sensor kann zum Erfassen einer Anordnung tatsächlich auf dem Druckmedium gebildeter Tintenpunkte verwendet werden. Diese Anordnung ermöglicht das Berechnen der ausgestoßenen Tintenmenge unter Berücksichtigung der Anordnungsdivergenz tatsächlich auf dem Druckmedium gebildeter Tintenpunkte, wodurch die Genauigkeit der Überwachung der restlichen Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter weiter verbessert wird.

[0028] Die folgende Anordnung kann in dem Drucker mit dem Tintenstrahlkopf verwendet werden, der wenigstens zwei verschiedene Typen von Tintentröpfchen mit unterschiedlichen Größen ausstoßen kann. Die Anordnung speichert vorab das Gewicht jedes möglicherweise erzeugten Tintentröpfchentyps. Die Anordnung zählt die innerhalb des vorgegebenen Zeitraums ausgestoßenen Tintentröpfchen und berechnet die ausgestoßene Tintenmenge für jeden Tintentröpfchentyp. Die Prozedur kann die ausgestoßenen Tintenmengen innerhalb des vorgegebenen Zeitraums für die jeweiligen Typen von Tintenpunkten summieren und die insgesamt ausgestoßene Tintenmenge addieren. Bei dem Drucker, der wenigstens zwei verschiedene Tintentröpfchentypen mit unterschiedlichen Größen ausstoßen kann, berechnet diese Anordnung genau die ausgestoßene Tintenmenge und ermöglicht, daß die restliche Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter mit hoher Genauigkeit überwacht wird.

[0029] Eine andere mögliche Prozedur speichert das Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens, beispielsweise nur für den kleinsten Tintenpunkt und relative Faktoren für die anderen Tintenpunkte in bezug auf den kleinsten Tintenpunkt. Diese Prozedur zählt die innerhalb des vorgegebenen Zeitraums ausgestoßenen Tintentröpfchen als die den kleinsten auf dem Druckmedium gebildeten Tintenpunkten entsprechende Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen. Die ausgestoßene Tintenmenge kann anhand der Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen und des Tintengewichts für den kleinsten Tintenpunkt berechnet werden. Bei dem Drucker, der wenigstens zwei verschiedene Typen von Tintenpunkten mit unterschiedlichen Größen erzeugen kann, verbessert diese Anordnung die Genauigkeit der Berechnung der ausgestoßenen Tintenmenge und ermöglicht das Überwachen der restlichen Tintenmenge in dem Tin-

tenvorratsbehälter mit hoher Genauigkeit. Diese Prozedur vereinfacht, verglichen mit der vorstehenden Prozedur, bei der die ausgestoßene Tintenmenge für jeden Tintenpunkttyp getrennt berechnet wird und dann die ausgestoßenen Tintenmengen aufsummiert werden, in vorteilhafter Weise den Berechnungsprozeß.

[0030] Die folgende Anordnung kann verwendet werden, um die restliche Tintenmenge für jede Farbe in dem Drucker zu überwachen, der einen Tintenvorratsbehälter aufweist, in dem eine Anzahl von Tinten mit verschiedenen Farben gespeichert sind, und der bewirkt, daß Tintentröpfchen der verschiedenen Farben ausgestoßen werden, um Tintenpunkte der verschiedenen Farben auf dem Druckmedium zu erzeugen. Die Anordnung zählt die innerhalb des vorgegebenen Zeitraums für jede Farbe ausgestoßenen Tintentröpfchen und berechnet die ausgestoßene Tintenmenge für jede Farbe anhand der Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen für jede Farbe und des Gewichts eines einzigen Tintentröpfchens. Die Anordnung addiert die ausgestoßene Tintenmenge, um einen kumulativen Betrag der ausgestoßenen Tinte für jede Farbe zu erzielen, und überwacht die Restmenge jeder Farbtinte in dem Tintenvorratsbehälter auf der Grundlage des kumulativen Betrags der ausgestoßenen Tinte und einer vorgegebenen Kapazität jeder Farbtinte. Bei dem Drucker, der Tintenpunkte verschiedener Farben mit den verschiedenen Farbtinten erzeugen kann, berechnet diese Anordnung genau die ausgestoßene Tintenmenge für jede Farbtinte und ermöglicht, daß die restliche Menge jeder Farbtinte in dem Tintenvorratsbehälter mit hoher Genauigkeit überwacht wird.

[0031] Gemäß einer anderen bevorzugten Anwendung der vorliegenden Erfindung kann ein Alarmsignal ausgegeben werden, wenn die Differenz zwischen dem kumulativen Betrag der ausgestoßenen Tinte und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters nicht größer als ein vorgegebener Wert wird. Die Alarmanrichtung kann eine Alarmlampe oder ein Summer sein, oder der Alarm kann durch eine auf dem CRT angezeigte Nachricht gegeben sein. Der Vorgang des "Gebens eines Alarms" umfaßt nicht nur, daß der Drucker direkt einen Alarm an den Benutzer gibt, sondern auch, daß der Drucker einen Alarm an eine andere Vorrichtung, beispielsweise einen Computer, der den Drucker steuert, gibt. Der Grad des Alarms kann entsprechend dem Betrag der Differenz geändert werden. Beispielsweise kann die Farbe der Alarmlampe oder der Ton des Summers entsprechend dem Betrag der Differenz geändert werden. Die Struktur des Gebens eines Alarms erleichtert die Überwachung der restlichen Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter. Hier besteht die einzige Anforderung zum Geben eines Alarms darin, daß die Differenz zwischen dem kumulativen Betrag der ausgestoßenen Tinte und der vorgegebenen Ka-

pazität des Tintenvorratsbehälters im wesentlichen nicht größer wird als ein vorgegebener Wert. Wenn beispielsweise das Verhältnis zwischen dem kumulativen Betrag der ausgestoßenen Tinte und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters nicht größer als ein vorgegebenes Niveau wird, kann festgestellt werden, daß die Differenz im wesentlichen nicht größer als der vorgegebene Wert wird.

[0032] Eine andere verfügbare Anordnung informiert den Benutzer über das Verhältnis zwischen dem kumulativen Betrag der ausgestoßenen Tinte und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters in Form einer digitalen oder analogen Anzeige. Beispielsweise kann eine am Drucker angebrachte spezifische Anzeige oder der Bildschirm des Computers zum Steuern des Druckers verwendet werden, um solche Informationen auszugeben. Diese Anordnung erleichtert weiter das Überwachen der restlichen Tintenmenge im Tintenvorratsbehälter.

[0033] Ein anderes geeignetes Verfahren für den Drucker kann verwendet werden, um ein Alarmsignal oder Informationen auszugeben. Ein mögliches Verfahren zeigt, wie viele A4-Druckblätter mit der restlichen Tintenmenge gedruckt werden können. Die Anwendung des geeigneten Verfahrens für den Drucker erleichtert das Überwachen der restlichen Tintenmenge im Tintenvorratsbehälter.

[0034] In dem Drucker, der Kopfwartungsvorgänge ausführt, welche den Tintenstrahlkopf zwingen, Tintentröpfchen auszustoßen, kann zum Aufrechterhalten des Ausstoßzustands von Tintentröpfchen der Typ des Kopfwartungsvorgangs als die Tintenzufuhrbedingung erfaßt werden. Es kann eine Vielzahl von Kopfwartungsvorgängen geben. Beispielsweise kann der Kopfwartungsvorgang ausgeführt werden, um zu verhindern, daß der Ausstoßzustand von Tintentröpfchen verschlechtert wird, oder um den verschlechterten Ausstoßzustand von Tintentröpfchen zu verbessern. Der letztgenannte Fall umfaßt die Operationen zum Verbessern des leicht verschlechterten Ausstoßzustands und des erheblich verschlechterten Ausstoßzustands. Die Größe der zwangsweise ausgestoßenen Tintentröpfchen hängt vom Typ des Kopfwartungsvorgangs ab. Das Erfassen des Typs des Kopfwartungsvorgangs ermöglicht dementsprechend, daß die während des Kopfwartungsvorgangs ausgestoßene Tintenmenge mit hoher Genauigkeit berechnet wird, wodurch die Genauigkeit der Überwachung der restlichen Tintenmenge verbessert wird. Bei einer modifizierten Struktur werden die Erfassung der Tintenzufuhrbedingung und das Zählen der ausgestoßenen Tintentröpfchen während des Kopfwartungsvorgangs ausgeführt und die ausgestoßene Tintenmenge addiert. Diese Anordnung verbessert auch die Genauigkeit der Überwachung der restlichen Tintenmenge.

[0035] Das Verfahren zum Überwachen der restlichen Tintenmenge gemäß der vorliegenden Erfindung kann durch Kombinieren eines Druckers, der im Tintenvorratsbehälter gespeicherte Tinte ausstößt, mit einem Computer, der den Drucker steuert, und durch Veranlassen des Computers, vorgegebene Prozesse, wie das Zählen der ausgestoßenen Tintentröpfchen, auszuführen, erreicht werden. Eine mögliche Anwendung der vorliegenden Erfindung besteht dementsprechend in einem Aufzeichnungsmedium, auf dem ein Programm zum Ausführen der vorgegebenen Prozesse in einer computerlesbaren Weise gespeichert ist. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Aufzeichnungsmedium, auf dem ein Programm zum Überwachen der in einem Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge in einer computerlesbaren Weise aufgezeichnet ist. Das Programm wird für einen Drucker mit einem Tintenstrahlkopf, der Tintentröpfchen ausstößt, und dem Tintenvorratsbehälter, der eine vorgegebene Kapazität zum Speichern von Tinte aufweist, verwendet, wobei der Tintenstrahlkopf Tintentröpfchen ausstößt, um Tintenpunkte auf einem Druckmedium zu erzeugen, und dadurch ein Bild auf dem Druckmedium druckt. Das Programm veranlaßt einen Computer, folgende Funktionen auszuführen: Erfassen einer Tintenzufuhrbedingung, wobei die Tintenzufuhrbedingung auf der Wirkung beruht, die das Ausstoßen eines Tintentröpfchens von einer Düse auf die von den restlichen Düsen im Tintenstrahlkopf ausgestoßene Tintenmenge hat, Ermitteln der von dem Tintenstrahlkopf ausgestoßenen Tintenausstoßanzahl und Überwachen der in dem Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge unter Berücksichtigung der erfaßten Tintenzufuhrbedingung auf der Grundlage der gezählten Tintenausstoßanzahl und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters.

[0036] Der Computer liest das auf einem solchen Aufzeichnungsmedium gespeicherte Programm und führt die erforderlichen Prozesse, einschließlich des Erfassens der Tintenzufuhrbedingung, des Zählens der Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen und des Überwachens der restlichen Tintenmenge, aus. Diese Anordnung ermöglicht es, die im Tintenvorratsbehälter verbleibende restliche Tintenmenge unter Berücksichtigung einer Änderung der Tintenzufuhrbedingung mit hoher Genauigkeit zu überwachen.

[0037] Eine bevorzugte Anwendung des Druckers gemäß der vorliegenden Erfindung korrigiert die Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen entsprechend der Tintenzufuhrbedingung und überwacht die im Tintenvorratsbehälter verbleibende restliche Tintenmenge auf der Grundlage der korrigierten Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters. Die konkrete Anordnung dieser Anwendung wird nachstehend erörtert.

[0038] Die Struktur dieser Anwendung mißt das Gewicht einer Einheitsanzahl unter einer vorgegebenen Bedingung (Bezugsbedingung) ausgestoßener Tintentröpfchen, dividiert die vorgegebene Kapazität des Tintenvorratsbehälters durch das gemessene Tintengewicht, um einen Faktor zu berechnen, und speichert den Faktor als einen vorgegebenen Wert, der der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters entspricht. Insbesondere stellt der Faktor das Verhältnis zwischen dem der Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen entsprechenden Tintengewicht unter der Bezugsbedingung und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters dar. Bei dem Prozeß des Druckens eines Bilds zählt diese Struktur die Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen, während die Korrektur entsprechend der Tintenzufuhrbedingung ausgeführt wird. Die im Tintenvorratsbehälter verbleibende restliche Tintenmenge wird unter Verwendung der korrigierten Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen und des vorab gespeicherten vorgegebenen Werts überwacht. Diese Anordnung ermöglicht das Überwachen der restlichen Tintenmenge mit hoher Genauigkeit unter Berücksichtigung einer Änderung der Tintenzufuhrbedingung.

[0039] Diese und andere Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen anhand der anliegenden Zeichnung besser verständlich werden.

[0040] Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau eines Drucksystems gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0041] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, in dem eine Softwarekonfiguration des Drucksystems schematisch dargestellt ist,

[0042] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, in dem eine andere Softwarekonfiguration des Drucksystems dargestellt ist,

[0043] Fig. 4 zeigt schematisch den Aufbau eines Farbdruckers **20** gemäß dieser Ausführungsform,

[0044] Fig. 5 zeigt das Aussehen einer Tintenpatrone, die in dem Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform verwendet wird,

[0045] Fig. 6A zeigt die Querschnittsstruktur von Düsen im Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform,

[0046] Fig. 6B zeigt das Prinzip der Erzeugung von Punkten im Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform,

[0047] Fig. 7 zeigt eine Anordnung von Düsen im

Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform,

[0048] Fig. 8A zeigt zum Erzeugen von Punkten unterschiedlicher Größen verwendete Ansteuerwellenformen,

[0049] Fig. 8B zeigt einen Prozeß des Ausstoßens eines kleinen Punkts,

[0050] Fig. 8C zeigt einen Prozeß des Ausstoßens eines großen Punkts,

[0051] Fig. 9 zeigt Ansteuerwellenformen der Düse im Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform und ansprechend auf die Ansteuerwellenformen erzeugte Punkte,

[0052] Fig. 10 zeigt den inneren Aufbau einer Steuerschaltung **60** im Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform,

[0053] Fig. 11 zeigt einen Prozeß gemäß dieser Ausführungsform, bei dem jeder der Tintenstrahlköpfe **44** bis **47** Daten von einem Treiberpuffer **67** empfängt und Punkte erzeugt,

[0054] Fig. 12 ist ein Flußdiagramm, in dem eine in dieser Ausführungsform ausgeführte Bildverarbeitungsroutine dargestellt ist,

[0055] Fig. 13 zeigt die Softwarekonfiguration eines Resttintenmengen-Überwachungsmoduls **100** gemäß dieser Ausführungsform,

[0056] Fig. 14 ist ein Flußdiagramm, in dem eine in dieser Ausführungsform ausgeführte Resttintenmengen-Überwachungsroutine dargestellt ist,

[0057] Fig. 15 zeigt eine als Beispiel dienende Anzeige der restlichen Tintenmenge im Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform,

[0058] Fig. 16A zeigt ein Beispiel des in dieser Ausführungsform verwendeten Temperaturkorrekturkoeffizienten,

[0059] Fig. 16B zeigt ein Beispiel des in dieser Ausführungsform verwendeten Resttintenmengen-Korrekturkoeffizienten,

[0060] Fig. 16C zeigt Kennlinien des Tintentröpfchengewichts in Abhängigkeit von der relativen Ansteuerfrequenz, wenn die Ansteuerwellenform nicht entsprechend der Tintentemperatur geändert wird,

[0061] Fig. 16D zeigt Kennlinien des Tintentröpfchengewichts in Abhängigkeit von der relativen Ansteuerfrequenz, wenn die Ansteuerwellenform entsprechend der Tintentemperatur geändert wird,

[0062] Fig. 17 zeigt die Speicherkonfiguration des Resttintenmengen-Überwachungsmoduls **100** gemäß dieser Ausführungsform,

[0063] Fig. 18 zeigt den Aufbau einer zum Bestimmen einer Vielzahl von Korrekturkoeffizienten verwendeten Meßvorrichtung gemäß dieser Ausführungsform,

[0064] Fig. 19 zeigt ein Beispiel eines bei dem Prozeß des Bestimmens der Vielzahl von Korrekturkoeffizienten gemäß dieser Ausführungsform auf einem Blatt eines spezifischen Druckpapiers gedruckten vorgegebenen Bilds,

[0065] Fig. 20A zeigt als Beispiel dienende Einstellungen des Korrekturkoeffizienten entsprechend der Ansteuerfrequenz gemäß dieser Ausführungsform,

[0066] Fig. 20B zeigt als Beispiel dienende Einstellungen des Korrekturkoeffizienten entsprechend der Ansteuerauslastung gemäß dieser Ausführungsform,

[0067] Fig. 21 ist ein Flußdiagramm, in dem eine in dieser Ausführungsform ausgeführte Punktmuster-Korrekturkoeffizienten-Berechnungsroutine dargestellt ist,

[0068] Fig. 22A zeigt ein Beispiel von Punktdaten, die zum Bestimmen des Punktmuster-Korrekturkoeffizienten gelesen wurden,

[0069] Fig. 22B zeigt einen Prozeß zum Berechnen des Punktmuster-Korrekturkoeffizienten,

[0070] Fig. 23A zeigt eine Matrix auf der Ansteuerfrequenz beruhender Korrekturkoeffizienten, die anhand der Punktdaten aus Fig. 22A erhalten wurde,

[0071] Fig. 23B zeigt eine Matrix auf der Ansteuerauslastung beruhender Korrekturkoeffizienten, die anhand der Punktdaten aus Fig. 22A erhalten wurde,

[0072] Fig. 23C zeigt eine Matrix sowohl auf der Ansteuerfrequenz als auch auf der Ansteuerauslastung beruhender Korrekturkoeffizienten,

[0073] Fig. 24 zeigt eine Softwarekonfiguration des Resttintenmengen-Überwachungsmoduls **100** gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0074] Fig. 25 ist ein Flußdiagramm, in dem eine in einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführte Punktmuster-Korrekturkoeffizienten-Berechnungsroutine dargestellt ist,

[0075] Fig. 26 ist ein Flußdiagramm, in dem eine unter Berücksichtigung der während Kopfwartungsvorgängen verbrauchten Tintenmenge ausgeführte

Resttintenmengen-Überwachungsroutine dargestellt ist,

[0076] Fig. 27A zeigt schematisch eine typische Struktur eines Tintenausstoßmechanismus, und

[0077] Fig. 27B zeigt eine Tintengrenzfläche oder einen Meniskus in einer Düse beim typischen Tintenausstoßmechanismus.

A. Aufbau des Systems

[0078] Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau eines Drucksystems gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Wie dargestellt ist, weist das Drucksystem einen Farbscanner **21** und einen Farbdrucker **20** auf, die mit einem Computer **80** verbunden sind. Das Drucksystem arbeitet insgesamt, wenn der Computer **80** ein ausgewähltes Programm lädt und ausführt. Ein zu druckendes Farboriginal wird durch den Farbscanner **21** in Farbbilddaten ORG, die vom Computer **80** erkennbar sind, umgewandelt und in den Computer **80** eingegeben. Der Computer **80** führt eine vorgegebene Bildverarbeitung aus, um die eingegebenen Farbbilddaten ORG in von einem Drucker druckbare Bilddaten umzuwandeln, und er gibt die vom Drucker druckbaren Bilddaten an den Farbdrucker **20** aus. Die vom Computer **80** behandelten Bilddaten betreffen vom Farbscanner **21** aufgenommene Bilder sowie auf dem Computer **80** entsprechend einer Vielzahl von Anwendungsprogrammen **91** erzeugte Bilder und vom Farbscanner **21** aufgenommene und weiterverarbeitete Bilder. Die Umwandlungsergebnisse der Bilddaten werden als vom Drucker druckbare Bilddaten FNL an den Farbdrucker **20** ausgegeben. Der Farbdrucker **20** erzeugt Tintenpunkte der jeweiligen Farben auf einem Druckblatt entsprechend den Bilddaten FNL. Dies führt zur Erzeugung eines Farbbilds entsprechend den vom Computer **80** auf einem Druckblatt ausgegebenen Farbbilddaten.

[0079] Der Computer **80** weist eine CPU **81**, die eine Vielzahl von Operationen ausführt, einen ROM **82**, einen RAM **83**, eine Eingabeschnittstelle **84**, eine Ausgabeschnittstelle **85**, eine CRT-Steuereinrichtung (CRTC) **86**, eine Plattensteuereinrichtung (DDC) **87** und eine serielle Ein-/Ausgabeschnittstelle (SIO) **88** auf. Diese Elemente sind über einen Bus **89** miteinander verbunden, um eine Datenübertragung zu ermöglichen. Die CRTC **86** steuert Signalausgaben an eine Farbanzeige oder CRT **23**. Die DDC **87** steuert die Übertragung von Daten zu einem Diskettenlaufwerk **25**, einer Festplatte **26** und einem CDROM-Laufwerk (nicht dargestellt) und von diesen. Eine Vielzahl in den RAM **83** geladener und von der CPU **81** ausgeführter Programme sowie eine Vielzahl in Form eines Vorrichtungstreibers zugeführter Programme sind im ROM **82** und auf der Festplatte **26** gespeichert. Das Verbinden der SIO **88** über ein Mo-

dem **24** mit einem öffentlichen Telefonnetz PNT ermöglicht es, daß erforderliche Daten und Programme von einem Server SV auf einem externen Netz zur Festplatte **26** heruntergeladen werden.

[0080] Wenn dem Computer **80** Leistung zugeführt wird, wird das im ROM **82** und auf der Festplatte **26** gespeicherte Betriebssystem aktiviert, und die Vielzahl von Anwendungsprogrammen **91** arbeitet vom Betriebssystem gesteuert.

[0081] Ein Tintenstrahldrucker, der vier verschiedene Farbtinten mit den Farben Zyan, Magenta, Gelb und Schwarz auf ein Druckblatt ausstößt, um ein Farbbild zu drucken, wird gemäß dieser Ausführungsform für den Farbdrucker **20** verwendet, wenn gleich auch ein anderer Drucker, der ein Farbbild drucken kann, als Farbdrucker **20** verwendet werden kann. Der Farbdrucker kann sechs Farbtinten verwenden, nämlich zusätzlich zu den vorstehend erwähnten vier Farbtinten helles Zyan und helles Magenta. Ein Tintenausstoßmechanismus des gemäß dieser Ausführungsform verwendeten Tintenstrahldruckers verwendet piezoelektrische Elemente PE, wie nachstehend erörtert wird, wenngleich der Drucker einen Kopf aufweisen kann, der Tinte durch einen anderen verfügbaren Mechanismus ausstößt. Ein solcher verfügbarer Mechanismus führt einer Heizung in einem Tintenkanal Elektrizität zu und verwendet in dem Tintenkanal erzeugte Blasen zum Ausstoßen von Tinte.

[0082] Der Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform ist ein veränderlicher Punktdrucker, der es ermöglicht, daß für jede Farbe drei verschiedene Punktgrößen, nämlich große Punkte, mittlere Punkte und kleine Punkte, erzeugt werden. Der Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform verwendet eine geeignete Tintenausstoßtechnik, um das Erzeugen der drei verschiedenen Punktgrößen mit einer einzigen Tintenausstoßdüse zu ermöglichen. Die Einzelheiten dieser Tintenausstoßtechnik werden später erörtert. Wie anhand der Beschreibung der Tintenausstoßtechnik klar verständlich ist, sind die Punkte nicht auf die drei verschiedenen Größen beschränkt. Die Technik kann auch auf zwei verschiedene Punktgrößen, nämlich große Punkte und kleine Punkte, und weiter auf vier oder mehr verschiedene Punktgrößen angewendet werden.

[0083] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, in dem eine Softwarekonfiguration des Drucksystems schematisch dargestellt ist. In dem Computer **80** arbeiten alle Anwendungsprogramme **91** unter einem Betriebssystem. Ein Videotreiber **90** und ein Druckertreiber **92** sind in das Betriebssystem aufgenommen. Bilddaten der jeweiligen Anwendungsprogramme **91** werden von diesen Treibern über ein Daten-Ein-/Ausgabemodul **97** an den Farbdrucker **20** ausgegeben.

[0084] Wenn das Anwendungsprogramm **91** eine Druckanweisung ausgibt, empfängt der Druckertreiber **92** des Computers **80** die Bilddaten vom Anwendungsprogramm **91** und führt eine vorgegebene Bildverarbeitung aus, um die eingegebenen Bilddaten in die vom Drucker druckbaren Bilddaten umzuwandeln. Wie in Fig. 2 schematisch dargestellt ist, besteht die vom Druckertreiber **92** ausgeführte Bildverarbeitung hauptsächlich aus vier Modulen, nämlich einem Auflösungs-umwandlungsmodul **93**, einem Farbumwandlungsmodul **94**, einem Halbtonmodul **95** und einem Verschachtelungsmodul **96**. Die Einzelheiten der von jedem Modul ausgeführten Bildverarbeitung werden später beschrieben. Die vom Druckertreiber **92** empfangenen Bilddaten werden von diesen Modulen umgewandelt und über das Daten-Ein-/Ausgabemodul **97** als die endgültigen Bilddaten FNL an den Farbdrucker **20** ausgegeben.

[0085] Das Drucksystem gemäß dieser Ausführungsform schätzt genau den ausgestoßenen Tintenbetrag und überwacht dadurch die Restmenge der Tinte mit hoher Genauigkeit. Diese Funktion wird durch ein Resttintenmengen-Überwachungsmodul ausgeführt, das typischerweise in den Farbdrucker aufgenommen ist. Das Resttintenmengen-Überwachungsmodul sendet Informationen zum und vom Verschachtelungsmodul **96** im Computer **80**, um die restliche Tintenmenge zu überwachen. Es wird zur Vereinfachung der Erklärung angenommen, daß ein Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** in den Druckertreiber **92** aufgenommen ist. Das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** kann jedoch auch in den Farbdrucker **20** aufgenommen sein, wie in Fig. 3 dargestellt ist. Der Drucker **20** gemäß dieser Ausführungsform bewirkt nur das Erzeugen von Punkten entsprechend den Bilddaten FNL, es können vom Farbdrucker **20** jedoch auch Teile der anderen Funktionen, wie die Bildverarbeitung und die Überwachung der ausgestoßenen Tintenmenge, ausgeführt werden.

[0086] Fig. 4 zeigt schematisch den Aufbau des Farbdruckers **20** gemäß dieser Ausführungsform. Wie dargestellt ist, weist der Farbdrucker **20** einen Mechanismus zum derartigen Ansteuern eines an einem Schlitten **40** angebrachten Tintenstrahlkopfs **41**, daß er Tinte ausstößt und Punkte erzeugt, einen Mechanismus zum Aktivieren eines Schlittenmotors **30**, um zu bewirken, daß sich der Schlitten **40** entlang einer Achse einer Andruckwalze **36** hin- und herbewegt, einen Mechanismus zum Aktivieren eines Blattvorschubmotors **35** zum Vorschieben eines Druckblatts P und eine Steuerschaltung **60** auf. Der Mechanismus zum Hin- und Herbewegen des Schlittens **40** entlang der Achse der Andruckwalze **36** weist einen Gleitschaft **33**, der parallel zur Achse der Andruckwalze **36** aufgespannt ist, um den Schlitten **40** gleitend zu unterstützen, einen endlosen Antriebsriemen **31**, der zwischen dem Schlittenmotor **30** und ei-

ner Riemenscheibe **32** aufgespannt ist, und einen Positionsdetektorsensor **34**, der sich am Ausgangspunkt des Schlittens **40** befindet, auf. Der Mechanismus zum Verschieben des Druckblatts P umfaßt die Andruckwalze **36**, den Blattvorschubmotor **35**, welcher die Andruckwalze **36** dreht, eine Blattvorschub-Hilfswalze (nicht dargestellt) und einen Getriebezug (nicht dargestellt), der die Drehung des Blattvorschubmotors **35** auf die Andruckwalze **36** und die Blattvorschub-Hilfswalze überträgt. Die Steuerschaltung **60** steuert den Betrieb des Blattvorschubmotors **35**, des Schlittenmotors **30** und des Tintenstrahlkopfs **41** in geeigneter Weise, und sie steuert weiter die Anzeige eines im Drucker **20** enthaltenen Resttintenmengen-Anzeigefelds **58**, während Signale zu einem Steuerfeld **59** des Druckers **20** gesendet und von diesem empfangen werden. Das dem Farbdrucker **20** zugeführte Druckblatt P wird zwischen der Andruckwalze **36** und der Blattvorschub-Hilfswalze angeordnet und entsprechend dem Drehwinkel der Andruckwalze **36** um einen vorgegebenen Betrag vorgeschoben.

[0087] Eine schwarze Tintenpatrone **42**, in der schwarze Tinte (K) gespeichert ist, und eine Farbtintenpatrone **43**, in der Tinte mit den Farben Zyan (C), Magenta (M) und Gelb (Y) gespeichert sind, Kontaktschalter **71** und **72** (siehe Fig. 10), die das Anbringen der Tintenpatronen **42** und **43** am Schlitten **40** und das Abnehmen von diesen erfassen, und ein Temperatursensor **37**, der die Temperatur des Tintenstrahlkopfs **41** mißt, sind an dem Schlitten **40** angebracht. Wie in Fig. 5 dargestellt ist, weisen beide Tintenpatronen **42** und **43** einen Vorsprung **55** auf. Wenn eine der Tintenpatronen **42** und **43** an dem Schlitten **40** angebracht wird, wird der entsprechende Kontaktschalter des Schlittens **40** durch den Vorsprung **55** gedrückt, so daß der Kontakt geschlossen wird. Das Abnehmen der Tintenpatrone **42** oder **43** vom Schlitten **40** bewirkt andererseits, daß der entsprechende Kontakt geöffnet wird und daß der Benutzer über das Austauschen der Tintenpatrone informiert wird. Die Tintenpatronen **42** und **43** weisen ein Identifikationsetikett **56** auf, wie in Fig. 5 dargestellt ist. Verschiedene Informationsbestandteile, wie der Produkttyp, die Produktionsnummer und die Tintenkapazität der Tintenpatrone, sind durch einen Strichcode auf dem Identifikationsetikett **56** angegeben.

[0088] Der an dem Schlitten **40** angebrachte Tintenstrahlkopf **41** weist den entsprechenden Tinten K, C, M und Y entsprechende Tintenstrahlköpfe **44**, **45**, **46** und **47** auf. Zufuhrkanäle (nicht dargestellt) für die jeweiligen Tinten sind im unteren Teil des Schlittens **40** aufrecht ausgebildet. Wenn die Tintenpatronen **42** und **43** an dem Schlitten **40** angebracht sind, werden in den Tintenpatronen **42** und **43** gespeicherte Tinten über die Zufuhrkanäle den Tintenstrahlköpfen **44** bis **47** zugeführt. Die jedem Tintenstrahlkopf zugeführte Tinte wird nach dem nachstehend erörterten Verfah-

ren vom Tintenstrahlkopf **41** ausgestoßen und erzeugt auf dem Druckblatt Punkte.

[0089] Fig. 6A zeigt den inneren Aufbau des Tintenstrahlkopfs **41**. Achtundvierzig Düsen Nz sind entsprechend jeder Farbe in jedem der Tintenstrahlköpfe **44** bis **47** ausgebildet. Jede Düse weist einen Tintenkanal **50** und ein daran angeordnetes piezoelektrisches Element PE auf. Wie Fachleuten bekannt ist, verformt das piezoelektrische Element PE seine Kristallstruktur durch Anlegen einer Spannung und bewirkt eine sehr schnelle Umwandlung von elektrischer Energie in mechanische Energie. Gemäß dieser Ausführungsform wird, wenn eine vorgegebene Spannung zwischen die Elektroden an beiden Enden des piezoelektrischen Elements PE für einen vorgegebenen Zeitraum angelegt wird, das piezoelektrische Element PE für den vorgegebenen Zeitraum ausgedehnt, wodurch eine Seitenwand des Tintenkanals **50** verformt wird. Das Volumen des Tintenkanals **50** wird dadurch entsprechend der Ausdehnung des piezoelektrischen Elements PE verkleinert. Eine der Verkleinerung entsprechende bestimmte Tintenmenge wird als ein Tintenteilchen Ip mit hoher Geschwindigkeit aus der Düse Nz ausgestoßen. Das Tintenteilchen Ip wird von dem an der Andruckwalze **36** eingesetzten Druckblatt P aufgesogen und erzeugt auf dem Druckblatt P einen Punkt.

[0090] Fig. 7 zeigt eine Anordnung von Tintenstrahldüsen Nz an den Tintenstrahlköpfen **44** bis **47**. Vier Sätze von Düsenanordnungen, von denen die jeweiligen Farbtinten ausgestoßen werden, sind in den unteren Flächen der jeweiligen Tintenstrahlköpfe **44** bis **47** ausgebildet. Jeder Satz von Düsenanordnungen weist achtundvierzig Düsen Nz auf, die in einem vorgegebenen Düsenabstand k zickzackförmig angeordnet sind. Die achtundvierzig Düsen Nz, die in jeder Düsenanordnung vorhanden sind, können ausgerichtet statt zickzackförmig angeordnet sein. Die in Fig. 7 dargestellte Zickzackanordnung weist jedoch den Vorteil auf, daß die Düsenanordnung so ausgelegt werden kann, daß sie einen kleinen Düsenabstand k aufweist.

[0091] Wie in Fig. 7 dargestellt ist, ist die Position der Tintenstrahlköpfe **44** bis **47** der jeweiligen Farbe in Bewegungsrichtung des Schlittens **40** verschoben. Weil die in jedem Tintenstrahlkopf enthaltenen Düsen zickzackförmig angeordnet sind, sind die Düsen auch in Bewegungsrichtung des Schlittens **40** in ihrer Position verschoben. Die Steuerschaltung **60** des Farbdruckers **20** steuert die jeweiligen Tintenstrahlköpfe **44** bis **47** zu geeigneten Kopfansteuerzeiten an, wobei sie eine Positionsdivergenz der Düsen im Laufe der Bewegung des Schlittens **40** und des Ansteuerns der Düsen berücksichtigt.

[0092] Der Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform weist Düsen Nz mit einem festen Durch-

messer auf, wie in **Fig. 7** dargestellt ist. Mit den einen festen Durchmesser aufweisenden Düsen Nz können drei verschiedene Punktypen mit unterschiedlichen Größen gebildet werden. Nachstehend wird das Prinzip dieser Punkterzeugungstechnik beschrieben. Die **Fig. 8A** bis **8C** zeigen die Beziehung zwischen der Ansteuerwellenform der Düse Nz und der Größe des von der Düse Nz ausgestoßenen Tintenteilchens Ip. Die Ansteuerwellenform, die durch die unterbrochene Linie in **Fig. 8A** dargestellt ist, wird zum Erzeugen von Punkten mit einer Standardgröße verwendet. Durch Anlegen einer Spannung, die niedriger ist als eine Referenzspannung, an das piezoelektrische Element PE mit einer Unterteilung d2 wird das piezoelektrische Element PE im Gegensatz zu dem zuvor anhand der Zeichnung aus **Fig. 6** erörterten Fall in Richtung der Vergrößerung des Querschnitts des Tintenkanals **50** verformt. Weil es eine Grenze für die Tintenzufuhrgeschwindigkeit zur Düse gibt, ist die zugeführte Tintenmenge in bezug auf die Ausdehnung des Tintenkanals **50** ungenügend. Wie in einem Zustand A aus **Fig. 8C** dargestellt ist, ist eine Tintengrenzfläche Me demgemäß leicht konkav nach innen zur Düse Nz gekrümmt. Wenn die durch die durchgezogene Linie in **Fig. 8A** dargestellte Ansteuerwellenform verwendet wird, um die Spannung in einer Unterteilung d1 abrupt zu verringern, ist andererseits die zugeführte Tintenmenge weiter unzureichend, und die Tintengrenzfläche Me ist, verglichen mit dem Zustand A, in erheblicherem Maße konkav nach innen zur Düse Nz gekrümmt, wie in einem in **Fig. 8B** dargestellten Zustand "a" dargestellt ist.

[0093] Durch nachfolgendes Anlegen einer Hochspannung an das piezoelektrische Element PE in einer in **Fig. 8A** dargestellten Unterteilung d3 wird die Querschnittsfläche des Tintenkanals **50** verkleinert und die Tinte in dem Tintenkanal **50** komprimiert, wodurch bewirkt wird, daß ein Tintentröpfchen aus der Tintendüse ausgestoßen wird. Die Größe des Tintentröpfchens hängt vom Ungenügendheitsgrad der zugeführten Tintenmenge ab. Wie in den Zuständen B und C aus **Fig. 8C** dargestellt ist, wird ein großes Tintentröpfchen ausgestoßen, wenn die Tintengrenzfläche Me nur leicht konkav nach innen gekrümmt ist (Zustand A). Wie in den Zuständen "b" und "c" aus **Fig. 8B** dargestellt ist, wird andererseits ein kleines Tintentröpfchen ausgestoßen, wenn die Tintengrenzfläche Me erheblich konkav nach innen gekrümmt ist (Zustand "a"). Die Größe des zu erzeugenden Punkts kann demgemäß durch Ändern der Änderungsrate beim Prozeß des Verringerens der Ansteuerspannung variiert werden (siehe die Unterteilungen d1 und d2).

[0094] Der Farbdrucker **20** gibt nacheinander zwei verschiedene Ansteuerwellenformen W1 und W2 aus, wie in **Fig. 9** dargestellt ist. Entsprechend der Differenz der Änderungsrate beim Prozeß des Verringerens der Ansteuerspannung entsprechen die Ansteuerwellenformen W1 und W2 jeweils einem klei-

neren Tintentröpfchen Ips und einem größeren Tintentröpfchen Ipm. Es wird beispielsweise angenommen, daß der Farbdrucker **20** die Ansteuerwellenform W1 und die Ansteuerwellenform W2 in dieser Folge ausgibt, während der Schlitten **40** in Hauptverschiebungsrichtung bewegt wird. Das ansprechend auf die Ansteuerwellenform W1 ausgestoßene kleinere Tintentröpfchen Ips hat eine verhältnismäßig geringe Fluggeschwindigkeit, während das ansprechend auf die Ansteuerwellenform W2 ausgestoßene größere Tintentröpfchen Ipm eine verhältnismäßig hohe Fluggeschwindigkeit aufweist. Das kleinere Tintentröpfchen Ips benötigt demgemäß eine längere Zeit, um das Druckblatt zu treffen. Insbesondere hat das kleinere Tintentröpfchen Ips, verglichen mit dem größeren Tintentröpfchen Ipm, eine längere Bewegungsstrecke in Hauptverschiebungsrichtung von der Position, an der das Tintentröpfchen von der Düse ausgestoßen wird, bis zu der Position, wo das Tintentröpfchen das Druckblatt trifft. Das Regeln der Zeitsteuerungen der Ansteuerwellenformen W1 und W2 ermöglicht, daß das kleinere Tintentröpfchen Ips und das größere Tintentröpfchen auf ein identisches Pixel ausgestoßen werden, wie in **Fig. 9** dargestellt ist.

[0095] Der Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform führt dem piezoelektrischen Element PE nur die Ansteuerwellenform W1 zu, um kleine Punkte zu erzeugen, führt nur die Ansteuerwellenform W2 dem piezoelektrischen Element PE zu, um mittlere Punkte zu erzeugen, und führt beide Ansteuerwellenformen W1 und W2 zu, um zu bewirken, daß zwei verschiedene Größen von Tintentröpfchen, nämlich das kleinere Tintentröpfchen und das größere Tintentröpfchen, auf ein identisches Pixel ausgestoßen werden und dadurch größere Punkte erzeugen. Das Erweitern der Typen der Ansteuerwellenformen ermöglicht, daß mehr Punkte verschiedener Größen erzeugt werden.

[0096] **Fig. 10** zeigt den inneren Aufbau der Steuerschaltung **60** im Farbdrucker **20**. Die Steuerschaltung **60** umfaßt eine CPU **61**, einen ROM **62**, einen RAM **63**, eine PC-Schnittstelle **64**, die Daten zum Computer **80** überträgt und von diesem empfängt, eine Peripheriegeräte-Ein-/Ausgabeeinheit (PIO) **65**, die Daten zu einem Peripheriegerät überträgt und von diesem empfängt, einen Zeitgeber **66** und einen Treiberpuffer **67**. Der Blattvorschubmotor **35**, der Schlittenmotor **30**, das Resttintenmengen-Anzeigefeld **58** und die Kontaktschalter **71** und **72** übertragen Daten über die PIO **65** zur Steuerschaltung **60** und von dieser. Der Treiberpuffer **67** bewirkt das Zuführen von Punkt-Ein-/Ausschaltssignalen zu den Tintenstrahlköpfen **44** bis **47**. Diese Elemente sind über einen Bus **68** miteinander verbunden, um die Übertragung von Daten zu ermöglichen. Die Steuerschaltung **60** weist weiterhin einen Oszillator **70**, der Ansteuerwellenformen bei ausgewählten Frequenzen ausgibt,

und einen Verteiler **69** auf, der die Ausgaben vom Oszillator **70** zu ausgewählten Zeitpunkten auf die Tintenstrahlköpfe **44** bis **47** verteilt.

[0097] Die wie in **Fig. 10** dargestellt aufgebaute Steuerschaltung **60** empfängt die vom Computer **80** ausgegebenen Bilddaten FNL und speichert die Punkt-Ein-/Ausschaltssignale im RAM **63** zwischen. Die CPU **61** gibt Punktdaten zu vorgegebenen Zeitpunkten, synchron mit dem Betrieb des Blattvorschubmotors **35** und des Schlittenmotors **30**, an den Treiberpuffer **67** aus.

[0098] Nachstehend wird ein Mechanismus zum Erzeugen von Punkten ansprechend auf die von der CPU **61** an den Treiberpuffer **67** ausgegebenen Punkt-Ein-/Ausschaltssignale beschrieben. **Fig. 11** zeigt die Verbindung einer Düsenanordnung in den Tintenstrahlköpfen **44** bis **47**. Die Düsenanordnung in jedem der Tintenstrahlköpfe **44** bis **47** ist in einer Schaltung angeordnet, wobei der Treiberpuffer als die Quelle und der Verteiler **69** als die Senke wirkt. Bei den piezoelektrischen Elementen PE, die den in der Düsenanordnung enthaltenen Düsen entsprechen, ist jeweils ein Elektrodentyp mit dem Ausgangsanschluß des Treiberpuffers **67** verbunden und sind die anderen Elektroden gemeinsam mit dem Ausgangsanschluß des Verteilers **69** verbunden. Die Ansteuerwellenformen des Oszillators **70** werden vom Verteiler **69** ausgegeben, wie in **Fig. 11** dargestellt ist. Wenn die CPU **61** die Punkt-Ein-/Ausschaltssignale der jeweiligen Düsen an den Treiberpuffer **67** ausgibt, werden nur die das Einschaltssignal empfangenden piezoelektrischen Elemente PE ansprechend auf die ausgegebenen Ansteuerwellenformen angesteuert. Die Tintenteilchen Ip werden demgemäß von den den piezoelektrischen Elementen PE entsprechenden Düsen ausgestoßen, die das Einschaltssignal vom Treiberpuffer **67** empfangen haben.

[0099] Der Farbdrucker **20** mit der vorstehend erörterten Hardwarekonfiguration steuert den Schlittenmotor **30** so an, daß die Tintenstrahlköpfe **44** bis **47** für die jeweiligen Farben in Hauptverschiebungsrichtung in bezug auf das Druckblatt P bewegt werden, und er steuert den Blattvorschubmotor **35** an, um das Druckblatt P in der Unterverschiebungsrichtung zu bewegen. Von der Steuerschaltung **60** gesteuert, wird der Tintenstrahlkopf **41** zu angemessenen Zeitpunkten angesteuert, während die Hauptverschiebung und die Unterverschiebung des Schlittens **40** wiederholt werden. Der Farbdrucker **20** druckt dementsprechend ein Farbbild auf das Druckblatt P.

B. Kurzbeschreibung der Bildverarbeitung

[0100] Wie vorstehend beschrieben wurde, besteht die Funktion des Farbdruckers **20** darin, die Bilddaten FNL zu empfangen und ein den Bilddaten FNL entsprechendes Farbbild zu drucken. Der Computer **80**

bewirkt, daß ein Farbbild der vorgegebenen Bildverarbeitung unterzogen wird, und erzeugt dadurch die Bilddaten FNL. **Fig. 12** ist ein Flußdiagramm, in dem eine Skizze einer von der CPU **81** im Druckertreiber **92** des Computers **80** ausgeführten Bildverarbeitungsroutine dargestellt ist. Die Bildverarbeitung wird grob anhand des Flußdiagramms aus **Fig. 12** beschrieben.

[0101] Wenn das Programm die Bildverarbeitungsroutine aus **Fig. 12** einleitet, gibt die CPU **81** zuerst in Schritt S100 Bilddaten ein. Die Bilddaten, die von dem Anwendungsprogramm **91** zugeführt werden, wie anhand **Fig. 2** beschrieben wurde, sind 256-Ton-Daten, die einen Wert im Bereich von 0 bis 255 für jede der Farben R, G und B entsprechend jedem in dem Bild enthaltenen Pixel annehmen können. Die Auflösung der Bilddaten hängt von der Auflösung der ursprünglichen Bilddaten ORG und dergleichen ab.

[0102] Die CPU **81** wandelt die Auflösung der eingegebenen Bilddaten in Schritt S102 in eine Druckauflösung des Farbdruckers **20** um. In dem Fall, in dem die Auflösung der eingegebenen Bilddaten kleiner als die Druckauflösung ist, wird eine lineare Interpolation ausgeführt, um zwischen den angrenzenden Teilen der ursprünglichen Bilddaten ORG eine neue Dateneinheit zu erzeugen und die Auflösungs-umwandlung auszuführen. Wenn die Auflösung der eingegebenen Bilddaten höher als die Druckauflösung ist, wird die Auflösungs-umwandlung dagegen durch Überspringen einiger Dateneinheiten bei einer vorgegebenen Rate implementiert.

[0103] Die CPU **81** führt anschließend in Schritt S104 eine Farbumwandlung aus. Die Farbumwandlung wandelt die aus den Tonwerten R, G und B bestehenden Bilddaten in Daten im Farbdrucker **20**, beispielsweise Daten, die aus den Tonwerten C, M, Y und K bestehen, um. Eine Farbumwandlungstabelle LUT (siehe **Fig. 2**) wird für die Farbumwandlung verwendet. Die Farbumwandlungstabelle LUT speichert Kombinationen von C, M, Y und K, die den Farbdrucker **20** veranlassen, die durch die jeweiligen Kombinationen von R, G und B definierten Farben auszu- drücken. Eine Anzahl bekannter Techniken kann bei dem Farbumwandlungsprozeß mit der Farbumwandlungstabelle verwendet werden. Beispielsweise kann die Interpolationstechnik beim Farbumwandlungs- prozeß verwendet werden.

[0104] Nach dem Abschluß der Farbumwandlung leitet die CPU **81** in Schritt S106 einen Mehrwertprozeß ein. Gemäß dieser Ausführungsform liefert die Farbumwandlung die aus den vier Farben C, M, Y und K bestehenden 256-Ton-Bilddaten. Im Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform gibt es andererseits nur vier mögliche Zustände, nämlich "Erzeugen keiner Punkte", "Erzeugen eines kleinen

Punkts", "Erzeugen eines mittleren Punkts" und "Erzeugen eines großen Punkts". Es ist dementsprechend erforderlich, das Bild mit 256 Tönen in das Bild mit 4 vom Farbdrucker **20** ausdrückbaren Tönen umzuwandeln. Insbesondere ändert sich die Wahrscheinlichkeit der Erzeugung der jeweiligen Punkte, nämlich des großen Punkts, des mittleren Punkts und des kleinen Punkts, auf dem Druckmedium entsprechend den Tonwerten des Originalbilds, so daß die 256 Töne des Originalbilds in die 4 vom Farbdrucker **20** ausdrückbaren Tonwerte umgewandelt werden. Dieser Prozeß wird als Tonanzahl-Umwandlungsprozeß bezeichnet. Wenn insbesondere die Anzahl der Töne nach der Umwandlung zwei ist, wird der Prozeß als binärer Prozeß bezeichnet. Die Umwandlung in eine größere Anzahl von Tönen wird als Mehrwertprozeß bezeichnet.

[0105] Nach dem Mehrwertprozeß leitet die CPU **81** in Schritt S108 einen Verschachtelungsprozeß ein. Der Verschachtelungsprozeß ordnet die vom Mehrwertprozeß umgewandelten Bilddaten neu an, um die Erzeugung und Nichterzeugung der jeweiligen Punkte in einer zum Farbdrucker **20** zu übertragenden Sequenz zu spezifizieren. Wie vorstehend erwähnt wurde, steuert der Farbdrucker **20** den Tintenstrahlkopf **41** an und erzeugt Punktlinien oder Rasterlinien auf dem Druckblatt P, während die Hauptverschiebungen und Unterverschiebungen des Schlittens **40** wiederholt werden. Wie in **Fig. 6** dargestellt ist, weist jeder der Tintenstrahlköpfe **44** bis **47** eine Anzahl von Düsen N_z auf, so daß bei einer Hauptverschiebung eine Anzahl von Rasterlinien gebildet wird. Diese Rasterlinien befinden sich an den Intervallen des Düsenabstands k . Um an den Intervallen der Pixel angeordnete Rasterlinien zu erzeugen, erzeugt die erforderliche Steuerprozedur zuerst eine Anzahl von Rasterlinien, die sich an den Intervallen des Düsenabstands k befinden, und bewegt die Kopfposition leicht, um neue Rasterlinien zwischen den existierenden Rasterlinien zu erzeugen.

[0106] Die mögliche Steuerprozedur zum Verbessern der Druckqualität bildet jede Rasterlinie durch eine Anzahl von Hauptverschiebungen. Um die Druckzeit zu verkürzen, erzeugt die verfügbare Steuerprozedur Punkte sowohl in Vorwärtsrichtung als auch in Rückwärtsrichtung der Hauptverschiebungen. Die Folge der eigentlichen Punkterzeugung durch den Farbdrucker **20** unterscheidet sich dementsprechend von der Folge der Pixel auf den Druckdaten. Der Verschachtelungsprozeß ordnet die Bilddaten dementsprechend neu an.

[0107] Nach Abschluß des Verschachtelungsprozesses werden die Bilddaten als die vom Drucker druckbaren Bilddaten FNL in Schritt S110 an den Farbdrucker **20** ausgegeben.

C. Verfahren zum Überwachen der restlichen Tintenmenge

[0108] Der Farbdrucker **20** stößt Tintentröpfchen entsprechend den vom Computer **80** ausgegebenen Bilddaten FNL aus und druckt dadurch ein gewünschtes Bild auf dem Druckmedium. Die in den Tintenpatronen **42** und **43** gespeicherten Tinten werden zum Bilden der Tintentröpfchen verwendet. Falls die in der Tintenpatrone gespeicherte Tinte aufgebraucht ist, wird ein weiteres Drucken unmöglich. Dementsprechend ist ein Austauschen der Tintenpatrone erforderlich, um einen neuen Tintenvorrat bereitzustellen. Das frühe Austauschen der Tintenpatrone verhindert die Unterbrechung des Druckens infolge des Ausgehens der Tinte im Laufe des Druckens eines Bilds, es wird dadurch jedoch die restliche Tinte in der Tintenpatrone verschwendet. Das Drucksystem gemäß dieser Ausführungsform kann die restliche Tintenmenge genau überwachen, und es verhindert dadurch wirksam das Ausgehen der Tinte im Laufe des Druckens eines Bilds, während die Verschwendung der in der Tintenpatrone verbleibenden Tinte minimiert wird.

[0109] Das Drucksystem gemäß dieser Ausführungsform kann die restliche Tintenmenge mit hoher Genauigkeit überwachen, weil die ausgestoßene Tintenmenge geschätzt wird, indem das von den Erfindern dieser Anmeldung entdeckte Phänomen berücksichtigt wird, nämlich das Phänomen, daß sich das Gewicht eines Tintentröpfchens oder das Volumen eines Tintentröpfchens entsprechend den Bedingungen in bezug auf die Tintenzufuhr unter einer Vielzahl von Bedingungen in bezug auf das Ausstoßen von Tintentröpfchen ändert. Vor der Beschreibung des bei dem Drucksystem gemäß dieser Ausführungsform verwendeten Verfahrens zum Überwachen der restlichen Tintenmenge wird nachstehend kurz das von den Erfindern dieser Anmeldung entdeckte Phänomen beschrieben, nämlich das Phänomen, daß sich das Gewicht eines Tintentröpfchens oder das Volumen eines Tintentröpfchens entsprechend den Bedingungen in bezug auf die Tintenzufuhr ändert.

[0110] **Fig. 27A** zeigt schematisch einen typischen Mechanismus zum Ausstoßen eines Tintentröpfchens in dem Drucksystem, wodurch Tintentröpfchen auf einem Druckmedium erzeugt werden und dadurch ein Bild gedruckt wird. Wie dargestellt ist, umfaßt der Grundaufbau des Tintentröpfchen-Ausstoßmechanismus eine Tintenkammer A, in der ein Vorrat von einem Tintenvorratsbehälter zugeführter Tinte vorübergehend gespeichert wird, eine Düse B, von der ein Tintentröpfchen ausgestoßen wird, einen Tintenkanal C, der die Tintenkammer A mit der Düse B verbindet, einen Tintenzufuhrkanal D, der Tinte in dem Tintenvorratsbehälter der Tintenkammer A zuführt, und ein Betätigungselement E, das den Druck

in der Tintenkammer A erhöht. Jedes Mittel, das den Druck in der Tintenkammer A erhöht, kann an Stelle des Betätigungselements E verwendet werden. Ein verfügbares Mittel erwärmt Tinte mit einer Heizung, um Blasen in der Tinte zu erzeugen und dadurch den Druck in der Tintenkammer zu erhöhen. In dem Beispiel aus **Fig. 27A** sind die Widerstände im Tintenkanal C und im Tintenzufuhrkanal D schematisch durch Öffnungslöcher Co und Do ausgedrückt.

[0111] Bei dem in **Fig. 27A** dargestellten Tintentröpfchen-Ausstoßmechanismus bewirkt das Ansteuern des Betätigungselements E zum Erhöhen des Drucks in der Tintenkammer A und zum Bewirken einer Druckdifferenz vor und hinter dem Öffnungsloch Co, daß Tinte durch das Öffnungsloch Co hindurchtritt und als ein Tintentröpfchen von der Düse B ausgestoßen wird. Nachdem das Tintentröpfchen von der Düse B ausgestoßen wird, wird ein der ausgestoßenen Tintenmenge entsprechender neuer Tintenvorrat zugeführt, um die Tintenkammer A aufzufüllen und das nächste Ausstoßen eines Tintentröpfchens vorzubereiten. Wenn die zugeführte Tinte eine niedrige Temperatur aufweist, verhindert die hohe Viskosität der Tinte einen glatten Tintenfluß durch den Tintenzufuhrkanal D und kann eine unzureichende Tintenzufuhr zur Tintenkammer A bewirken. Das Spritzen von Tinte in dem Zustand, in dem die Tintenkammer A nicht mit Tinte gefüllt ist, bewirkt, daß ein kleines Tintentröpfchen von der Düse B ausgestoßen wird.

[0112] Der Faktor, der die Viskosität der der Tintenkammer A zugeführten Tinte beeinflusst, ist nicht auf die Temperatur der zugeführten Tinte beschränkt. Beispielsweise weisen verschiedene Tintentypen unterschiedliche Tintenzusammensetzungen und damit unterschiedliche Viskositäten auf. Über einen langen Zeitraum verdampfen die flüchtigen Komponenten in der Tinte allmählich, wodurch die Viskosität der Tinte erhöht wird.

[0113] Die Größe des Tintentröpfchens kann mit einer Änderung der in dem Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge variieren, wie nachstehend kurz erörtert wird.

[0114] Die Düse B ist so eingestellt, daß die Grenzfläche Me der Tinte in dem Zustand, in dem keine Tinte ausgestoßen wird, leicht konkav nach innen gekrümmt ist, wie in **Fig. 27B** dargestellt ist. Hierdurch wird verhindert, daß Tinte unnötig aus der Düse herausleckt. Es kann eine Vielzahl von Verfahren angewendet werden, um die Grenzfläche Me der Tinte in die Düse B hinein zu richten bzw. auszubilden. Bei einem typischen Verfahren wird Urethanschaum innerhalb des Tintenvorratsbehälters angeordnet. Der Urethanschaum weist zahlreiche Poren auf. Tinte wird von diesen Poren aufgesogen und durch die zwischen den Poren, der Tinte und der Luft wirkende

Oberflächenspannung in dem Urethanschaum gehalten. Die Düse ist so ausgelegt, daß durch Regeln bzw. Regulieren der relevanten Parameter, wie der Größe und der Dichte der Poren, bewirkt wird, daß die auf die Tinte wirkende Oberflächenspannung etwas größer ist als die an der Grenzfläche Me der Düse auftretende Oberflächenspannung. Wenn die Tintentröpfchen nicht ausgestoßen werden, kann die Tintengrenzfläche Me in dem Zustand gehalten werden, in dem sie leicht konkav in die Düse hinein gekrümmt ist.

[0115] Bei dem wie vorstehend erörtert ausgelegten Tintenvorratsbehälter vergrößert eine kleinere restliche Tintenmenge die Kontaktfläche der Tinte mit der Luft und erhöht die Oberflächenspannung der Tinte gegenüber dem Urethanschaum, wodurch bewirkt wird, daß die Tintengrenzfläche Me erheblich konkav in die Düse B hinein gekrümmt wird. In dem Zustand, in dem die Tintengrenzfläche Me erheblich konkav in die Düse B hinein gekrümmt ist, wird nur ein kleines Tintentröpfchen ausgestoßen. Die Größe des Tintentröpfchens kann demgemäß mit einer Änderung der restlichen Tintenmenge in dem Tintenvorratsbehälter geändert werden.

[0116] Die Größe des Tintentröpfchens kann auch entsprechend der Differenz eines Punktmusters variiert werden, das eine Anordnung von auf dem Druckmedium gebildeten Tintenpunkten ist. Es gibt eine Vielzahl von Gründen für dieses Phänomen. Beispielsweise ist es zum Erhöhen der Dichte von Tintenpunkten auf dem Druckmedium unter der Bedingung eines festen Zeitraums für die Punkterzeugung erforderlich, die Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen je Zeiteinheit, also die Ausstoßfrequenz von Tintentröpfchen, zu erhöhen. Eine übermäßig hohe Ausstoßfrequenz von Tintentröpfchen bewirkt jedoch eine ungenügende Tintenzufuhr zur Tintenkammer A durch den Tintenzufuhrkanal D (siehe **Fig. 27A**), und es wird dadurch die Größe der aus der Düse ausgestoßenen Tintentröpfchen verringert.

[0117] Wenn bei dem Drucker mit einer großen Anzahl ausgerichteter Tintenammern Tintentröpfchen aus einer ausgewählten Tintenkammer ausgestoßen werden, wird ein einer benachbarten Tintenkammer zugeführter Tintenvorrat unzureichend. Hierdurch kann ein als Übersprechen bezeichnetes Phänomen hervorgerufen werden, wobei die von den benachbarten Tintenammern ausgestoßenen Tintentröpfchen unterschiedliche Größen aufweisen.

[0118] Wie vorstehend erörtert wurde, wird das Gewicht des ausgestoßenen Tintentröpfchens in einer Vielzahl von Weisen durch die Tintenzufuhrbedingungen beim Prozeß des Ausstoßens von Tintentröpfchen beeinflusst. Bei dem Verfahren zum Überwachen der restlichen Tintenmenge, das beim Drucker gemäß dieser Ausführungsform verwendet wird, wird

die Beziehung zwischen dem Gewicht des ausgestoßenen Tintentröpfchens und den Tintenzufuhrbedingungen berücksichtigt und das Ausstoßgewicht von Tinte mit hoher Genauigkeit geschätzt. Hierdurch wird ermöglicht, daß die restliche Tintenmenge im Tintenvorratsbehälter genau überwacht wird. Nachstehend werden die Einzelheiten des Verfahrens zum Überwachen der restlichen Tintenmenge beschrieben, das beim Drucker gemäß dieser Ausführungsform verwendet wird.

(1) Softwarekonfiguration

[0119] Wie vorstehend anhand **Fig. 2** erörtert wurde, überträgt das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** Informationen zum und vom Verschachtelungsmodul **96** und überwacht die restliche Tintenmenge. Im Interesse der Klarheit der Erklärung wird beim Drucker gemäß dieser Ausführungsform angenommen, daß das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** im Druckertreiber **92** enthalten ist. Gemäß einer möglichen Modifikation kann das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** in den Farbdrucker **20** aufgenommen werden und die restliche Tintenmenge überwachen, während Informationen zum und vom Druckertreiber **92** im Computer **80** übertragen werden.

[0120] **Fig. 13** ist ein Blockdiagramm, in dem die Verbindung der jeweiligen Module einschließlich des Resttintenmengen-Überwachungsmoduls **100** dargestellt ist. Wie in **Fig. 13** dargestellt ist, überträgt das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** Daten zum und vom Verschachtelungsmodul **96** und zum und vom Daten-Ein-/Ausgabemodul **97**, führt die Erfassung der Tintenzufuhrbedingungen aus und zählt die Tintentröpfchen und gibt die Ergebnisse der Überwachung der restlichen Tintenmenge über das Daten-Ein-/Ausgabemodul **97** aus.

[0121] Das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** weist hauptsächlich vier Module, nämlich ein Zufuhrbedingungs-Erfassungsmodul **101**, ein Tintentröpfchenanzahl-Zählmodul **102**, ein Modul **103** zum Berechnen der ausgestoßenen Tintenmenge und ein Modul **104** zum Addieren und Überwachen der ausgestoßenen Tintenmenge auf.

[0122] Das Zufuhrbedingungs-Erfassungsmodul **101** erfaßt die Tintenzufuhrbedingungen in bezug auf die Tintenzufuhr, beispielsweise die Tintentemperatur, die restliche Tintenmenge in der Tintenpatrone und das Punktmuster, das eine Anordnung auf dem Druckmedium gebildeter Tintenpunkte ist. Der Drucker gemäß dieser Ausführungsform erfaßt die Tintenzufuhrbedingungen und berücksichtigt die erfaßten Tintenzufuhrbedingungen für die Berechnung des Gewichts der ausgestoßenen Tinte, wodurch die Genauigkeit der Berechnung des Gewichts der ausgestoßenen Tinte verbessert wird.

[0123] Das Tintentröpfchenanzahl-Zählmodul **102** zählt die Tintentröpfchen in bezug auf jede innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums von jedem der Tintenstrahlköpfe **44** bis **47** ausgestoßene Farbe. Die Punktdaten des im Druckertreiber **92** (siehe **Fig. 2**) enthaltenen Verschachtelungsmoduls **96** werden zum Zählen der Tintentröpfchen verwendet. Der vorgegebene Zeitraum, in dem die Anzahl der Tintentröpfchen gezählt wird, kann entsprechend den Anforderungen beliebig festgelegt werden. Beim Drucker gemäß dieser Ausführungsform entspricht der vorgegebene Zeitraum dem Zeitraum eines Hauptverschiebungsvorgangs des Schlittens **40**.

[0124] Das Modul **103** zum Berechnen der ausgestoßenen Tintenmenge multipliziert die von dem Tintentröpfchenanzahl-Zählmodul **102** gezählte Anzahl der Tintentröpfchen mit dem Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens (nachstehend als das Tintentröpfchengewicht bezeichnet), um das Gewicht der ausgestoßenen Tinte zu berechnen. Dieses Modul **103** berechnet dementsprechend das Gewicht der innerhalb des vorgegebenen Zeitraums (d. h. des Zeitraums eines Hauptverschiebungsvorgangs im Drucker gemäß dieser Ausführungsform) ausgestoßenen Tinte für jede Farbe. Beim Drucker gemäß dieser Ausführungsform werden die vom Zufuhrbedingungs-Erfassungsmodul **101** erfaßten Tintenzufuhrbedingungen für die Berechnung des Gewichts der ausgestoßenen Tinte berücksichtigt, wodurch die Genauigkeit der Berechnung des Gewichts der ausgestoßenen Tinte verbessert wird. Das beobachtete Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens wird vorab als eine Konstante in den Speicher des Moduls **103** zum Berechnen der ausgestoßenen Tintenmenge geschrieben.

[0125] Das Modul **104** zum Addieren und Überwachen der ausgestoßenen Tintenmenge addiert das vom Modul **103** zum Berechnen der ausgestoßenen Tintenmenge berechnete Gewicht der ausgestoßenen Tinte, um ein kumulatives Gewicht der ausgestoßenen Tinte zu erhalten, vergleicht das kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte mit einer vorgegebenen Kapazität der Tintenpatrone und zeigt die restliche Tintenmenge in einer leicht verständlichen Form an. Wenn die restliche Tintenmenge auf oder unter ein vorgegebenes Niveau verringert wird, wird ein Alarmsignal ausgegeben, um das Austauschen der Tintenpatrone anzufordern. Die Anzeige und das Alarmsignal werden über das Daten-Ein-/Ausgabemodul **97** ausgegeben. Die vorgegebene Kapazität der Tintenpatrone wird vorab als eine Konstante in den Speicher im Modul **104** zum Addieren und Überwachen der ausgestoßenen Tintenmenge eingeschrieben. Entsprechend einer möglichen Modifikation kann die Kapazität der Tintenpatrone auf dem Kathodenstrahlbildschirm des Computers **104** spezifiziert werden. Bei einer anderen möglichen Modifikation wird das an der Tintenpatrone angebrachte Iden-

tifikationsetikett **56** gelesen (siehe **Fig. 5**) oder werden innerhalb der Tintenpatrone elektrisch aufgezeichnete Daten gelesen, um den Typ der Tintenpatrone zu identifizieren und aus mehreren vorgegebenen Werten automatisch einen angemessenen Wert auszuwählen, der dem Identifikationsergebnis entspricht. Wenn die Tintenpatrone ausgetauscht wird und sich der Kontakt in einem der Kontaktschalter **71** oder **72** öffnet (siehe **Fig. 10**), erfaßt das Modul **104** zum Addieren und Überwachen der ausgestoßenen Tintenmenge den offenen Kontakt über das Daten-Ein-/Ausgabemodul **97**, setzt das kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte zurück und leitet das Addieren des Gewichts der ausgestoßenen Tinte neu ein.

(2) Einzelheiten des Resttintenmengen-Überwachungsprozesses

[0126] **Fig. 14** ist ein Flußdiagramm, in dem eine vom Drucker gemäß dieser Ausführungsform ausgeführte Resttintenmengen-Überwachungsroutine dargestellt ist. Wie zuvor anhand **Fig. 13** erörtert wurde, ist das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** Teil des Druckertreibers **92**. Gleichzeitig mit der Aktivierung des Druckertreibers **92** durch eines der verschiedenen Anwendungsprogramme **91** wird die Resttintenmengen-Überwachungsroutine aus **Fig. 14** aktiviert, so daß sie bereitsteht. Jedesmal dann, wenn die Bildverarbeitungsroutine die Unterbrechung der Resttintenmengen-Überwachungsroutine ermöglicht, wird der Resttintenmengen-Überwachungsprozeß wie nachstehend erörtert ausgeführt. Gemäß dieser Ausführungsform ist das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** in den Druckertreiber **92** aufgenommen und führt die CPU **81** im Computer **80** die Verarbeitung aus **Fig. 14** aus. Wenn das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100**, wie vorstehend erwähnt, in den Farbdrucker **20** aufgenommen ist, führt die Steuer-CPU **61** im Farbdrucker **20** die Verarbeitung aus **Fig. 14** aus. Nachstehend werden die Einzelheiten des Resttintenmengen-Überwachungsprozesses anhand des Flußdiagramms aus **Fig. 14** beschrieben.

(a) Lesen des kumulativen Betrags der ausgestoßenen Tintenmenge und Anzeigen der restlichen Tintenmenge (Schritt S200)

[0127] Wenn das Programm die Resttintenmengen-Überwachungsroutine einleitet, liest die CPU **81** zuerst in Schritt S200 das im RAM **83** gespeicherte kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte. Jedesmal dann, wenn das Programm die Resttintenmengen-Überwachungsroutine verläßt, wird das kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte für den nächsten Zyklus dieser Routine in den nichtflüchtigen Speicher geschrieben. Unmittelbar nach der Aktivierung der Routine liest die CPU **81** dementsprechend diesen kumulativen Wert. Der Farbdrucker **20** gemäß

dieser Ausführungsform verwendet die vier Farbtinten C (Zyan), M (Magenta), Y (Gelb) und K (Schwarz), so daß das kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte in bezug auf jede Farbtinte gespeichert wird.

[0128] Nach dem Lesen des kumulativen Gewichts der ausgestoßenen Tinte vergleicht die CPU **81** den eingegebenen Wert mit der vorgegebenen Kapazität der Tintenpatrone, berechnet die restliche Tintenmenge in der Tintenpatrone und zeigt die berechnete restliche Tintenmenge auf dem Resttintenmengen-Anzeigefeld **58** im Farbdrucker **20** an. **Fig. 15** zeigt ein Verfahren zum Anzeigen der restlichen Tintenmenge auf dem Resttintenmengen-Anzeigefeld **58**. Bei dem Drucker gemäß dieser Ausführungsform wird die restliche Tintenmenge als das Verhältnis zur vorgegebenen Kapazität der Tintenpatrone angezeigt. Die entsprechende LED (lichtemittierende Diode) zeigt grünes Licht, um die restliche Tintenmenge anzuzeigen. Wenn die durch Subtrahieren des kumulativen Gewichts der ausgestoßenen Tinte von der vorgegebenen Kapazität der Tintenpatrone erhaltene Differenz nicht größer wird als ein vorgegebenes Niveau, ändert sich die Farbe der entsprechenden LED (A in **Fig. 15**) von Grün zu hell, um das Austauschen der Tintenpatrone zu fordern.

(b) Erfassen der Tintenzufuhrbedingungen (Schritt S202)

[0129] Nach dem Lesen des kumulativen Gewichts der ausgestoßenen Tinte erfaßt die CPU **81** in Schritt S202 die Tintenzufuhrbedingungen. Der Drucker gemäß dieser Ausführungsform erfaßt die Tintentemperatur, den Tintentyp, die restliche Tintenmenge in der Tintenpatrone und das Punktmuster von Tintenpunkten als die Tintenzufuhrbedingungen, die sich auf die Zufuhr von Tinte zur Tintenkammer beziehen. Die CPU **81** erfaßt all diese Bedingungen mit Ausnahme des Punktmusters in Schritt S202. Die Temperatur der Tinte wird mit dem am Tintenstrahlkopf **41** angebrachten Temperatursensor **37** gemessen. Der Benutzer wählt den Tintentyp aus auf dem CRT des Computers **80** angezeigten Optionen aus. Die restliche Tintenmenge in der Tintenpatrone wird durch Subtrahieren des kumulativen Gewichts der ausgestoßenen Tinte von der vorgegebenen Kapazität der Tintenpatrone berechnet.

[0130] Der Drucker gemäß dieser Ausführungsform erfaßt die Tintenzufuhrbedingungen jedesmal, wenn der Druckertreiber **92** aktiviert wird, nur einmal. Weil im allgemeinen davon ausgegangen wird, daß sich die Tintenzufuhrbedingungen nur leicht ändern, wird die Erfassung der Tintenzufuhrbedingungen nur beim Aktivieren des Druckertreibers **92** ausgeführt, um die Steuerprozedur zu vereinfachen. Eine mögliche Modifikation bewirkt eine Unterbrechung in festen Zeitintervallen, um die Veränderlichkeit der Tintenzufuhr-

bedingungen zu erfassen, oder erfaßt die Tintenzufuhrbedingungen für jede Druckseite. Diese modifizierte Struktur erfaßt die Änderung der Tintenzufuhrbedingung beispielsweise selbst dann, wenn sich die Temperatur der Tinte im Laufe des Druckens über einen langen Zeitraum ändert, und verbessert dadurch weiter die Berechnungsgenauigkeit der verbrauchten Tintenmenge.

(c) Zählen der Tintentröpfchen innerhalb des vorgegebenen Zeitraums (Schritt S204)

[0131] Nach der Erfassung der Tintenzufuhrbedingungen zählt die CPU **81** die Anzahl der innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums ausgestoßenen Tintentröpfchen für jede Farbtinte in Schritt S204. Der Drucker gemäß dieser Ausführungsform zählt die ausgestoßenen Tintentröpfchen, während der Schlitten **40** einen Hauptverschiebungsvorgang abschließt. Der Farbdrucker **20** erzeugt Tintentröpfchen mit drei verschiedenen Größen, nämlich große, mittlere und kleine Tintentröpfchen, und die CPU **81** zählt die Tintentröpfchen für jede Größe des Tintenpunkts.

[0132] Die Punktdaten in dem vorstehend erörterten Verschachtelungsmodul **96** (siehe die **Fig. 2** und **12**) werden verwendet, um die Anzahl der Tintentröpfchen zu zählen. Wie vorstehend beschrieben wurde, wandelt das Halbtonmodul **95** die Bilddaten in die Ausdrucksform um, welche die Erzeugung oder Nichterzeugung der drei verschiedenen Punkttypen mit den verschiedenen Größen groß, mittel und klein darstellt. Das folgende Verschachtelungsmodul **96** ordnet die umgewandelten Bilddaten in der Folge der vom Tintenstrahlkopf jeder Farbe tatsächlich erzeugten Punkte neu und erweitert die neu angeordneten Daten als Punktdaten im RAM **83**. Beim Prozeß des Zählens der Anzahl der Tintentröpfchen liest und zählt die CPU **81** die Punktdaten, die vom Verschachtelungsmodul **96** im RAM **83** erweitert worden sind. In dem Fall, in dem das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** in den Farbdrucker **20** aufgenommen ist, kann die CPU **61** im Farbdrucker **20** die vom Daten-Ein-/Ausgabemodul **97** des Computers **80** (siehe **Fig. 2**) als die Bilddaten FNL ausgegebenen Punktdaten zählen.

(d) Berechnen der ausgestoßenen Tintenmenge (Schritt S206)

[0133] Nach dem Zählen der Tintentröpfchen innerhalb des vorgegebenen Zeitraums multipliziert die CPU **81** den Zählwert mit dem Tintentröpfchengewicht (also dem Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens), um in Schritt S206 das Gewicht der ausgestoßenen Tinte zu berechnen. Das Gewicht des ausgestoßenen Tintentröpfchens hängt von den Tintenzufuhrbedingungen ab, die sich auf die Tintenzufuhr beziehen. Die Verarbeitung aus Schritt S206 bewirkt demgemäß, daß sich die vorab in Schritt S202 erfaß-

ten Tintenzufuhrbedingungen in der Berechnung widerspiegeln, wodurch die Genauigkeit der Berechnung des Gewichts der ausgestoßenen Tinte verbessert wird.

[0134] Die Struktur gemäß dieser Ausführungsform speichert vorab das Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens und multipliziert die Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen mit dem gespeicherten Gewicht, um das Gewicht der ausgestoßenen Tinte zu berechnen. Eine modifizierte Struktur kann vorab das Volumen eines einzigen Tintentröpfchens speichern und die Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen mit dem gespeicherten Volumen multiplizieren, um das Volumen der ausgestoßenen Tinte zu berechnen.

[0135] Gemäß einer konkreten Prozedur berechnet der Drucker gemäß dieser Ausführungsform das Gewicht der ausgestoßenen Tinte durch Multiplizieren eines Korrekturkoeffizienten, der von den Tintenzufuhrbedingungen abhängt, wie durch die nachstehend angegebene Gleichung dargestellt ist:

$$(\text{Gewicht der ausgestoßenen Tinte}) = (\text{Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen}) \times (\text{Gewicht des Tintentröpfchens}) \times (\text{Korrekturkoeffizient})$$

[0136] Der (Korrekturkoeffizient) ist hierbei als $K_t \times K_z \times K_d$ angegeben, wobei K_t einen Korrekturkoeffizienten darstellt, der sich auf die Tintentemperatur bezieht (nachstehend als der Temperaturkorrekturkoeffizient bezeichnet), K_z einen Korrekturkoeffizienten dargestellt, der sich auf die restliche Tintenmenge bezieht (nachstehend als der Korrekturkoeffizient für die restliche Tintenmenge bezeichnet) und K_d einen Korrekturkoeffizienten dargestellt, der sich auf das Punktmuster auf dem Druckmedium gebildeter Tintentröpfchen bezieht (nachstehend als der Punktmuster-Korrekturkoeffizient bezeichnet). Diese Korrekturkoeffizienten hängen vom Tintentyp ab. Wenn der Tintentyp im Druckertreiber **92** spezifiziert wird, werden die dem spezifizierten Tintentyp entsprechenden Korrekturkoeffizienten automatisch ausgewählt. Das in einem vorgegebenen Zustand (d. h. dem Bezugszustand) für jeden großen, mittleren und kleinen Punkttyp gemessene Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens wird vorab im Speicher gespeichert. Die Einzelheiten des Verfahrens zum Festlegen der verschiedenen Korrekturkoeffizienten werden nachstehend erörtert.

[0137] Beim Drucker gemäß dieser Ausführungsform werden der Temperaturkorrekturkoeffizient K_t und der Korrekturkoeffizient K_z für die restliche Tintenmenge als Kartendaten, die sich auf die Tintentemperatur bzw. die restliche Tintenmenge beziehen, im RAM **83** gespeichert. Jedesmal dann, wenn die Veränderlichkeit der Tintenzufuhrbedingungen in Schritt S202 erfaßt wird, werden die Korrekturkoeffizienten entsprechend den erfaßten Tintenzufuhrbe-

dingungen aktualisiert. Die **Fig. 16A** und **16B** zeigen den Temperaturkorrekturkoeffizienten K_t bzw. den Korrekturkoeffizienten K_z für die restliche Tintenmenge, die als Kartendaten im **RAM 83** gespeichert sind. Weil sich das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens bei einer Änderung der Tintentemperatur oder der restlichen Tintenmenge ändert, wird das Gewicht des Tintentröpfchens mit den Korrekturkoeffizienten korrigiert, wie in den **Fig. 16A** und **16B** dargestellt ist. Die Erhöhung der Tintentemperatur verringert die Viskosität der Tinte, und es wird daher erwartet, daß dadurch das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens erhöht wird. Wie in **Fig. 16A** dargestellt ist, ist der Temperaturkorrekturkoeffizient K_t gemäß dieser Ausführungsform jedoch so festgelegt, daß das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens bei einer Erhöhung der Temperatur der Tinte abnimmt. Der Grund für diese Einstellung wird später erörtert.

[0138] Der Punktmuster-Korrekturkoeffizient K_d wird durch die folgende Prozedur ausgewählt. Die CPU **81** bestimmt auf der Grundlage der vom Verschachtelungsmodul **96** im **RAM 83** erweiterten Punktdaten, ob das Punktmuster ein "durchgehendes Druckmuster" oder ein "Zeichen-Druckmuster" ist. Das "durchgehende Druckmuster" ist eine Anordnung von Punkten, die hauptsächlich beim Prozeß des Druckens eines natürlichen Bilds erscheint und gebildet wird, wenn Tintentröpfchen gleichzeitig von im wesentlichen allen Düsen ausgestoßen werden. Das "Zeichen-Druckmuster" ist eine Anordnung von Punkten, die beim Prozeß des Druckens eines Textbilds erscheint und gebildet wird, wenn Tintentröpfchen nicht gleichzeitig von allen Düsen ausgestoßen werden. Die CPU **81** analysiert die einem Hauptverschiebungsvorgang entsprechenden, im **RAM 83** erweiterten Punktdaten, bestimmt, ob das Punktmuster das "durchgehende Druckmuster" oder das "Zeichen-Druckmuster" ist, und wählt den entsprechenden Korrekturkoeffizienten aus.

[0139] Eine mögliche Modifikation kann an Stelle der zwei Punktmuster eine größere Anzahl von Punktmustern bereitstellen und das Gewicht der ausgestoßenen Tinte unter Verwendung des entsprechenden Punktmuster-Korrekturkoeffizienten berechnen. Eine andere Modifikation kann das Punktmuster im **RAM 83** sehr genau analysieren und den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten auf der Grundlage des Analyseergebnisses berechnen, um die Genauigkeit der Berechnung des Gewichts der ausgestoßenen Tinte weiter zu verbessern. Dieses modifizierte Verfahren zum Berechnen des Korrekturkoeffizienten wird nachstehend erörtert.

(e) Addieren der ausgestoßenen Tintenmenge und Anzeigen der restlichen Tintenmenge (Schritte S208 bis S212)

[0140] Nach dem Berechnen des Gewichts der aus-

gestoßenen Tinte innerhalb des vorgegebenen Zeitraums addiert die CPU **81** in Schritt S208 das zuvor erhaltene Ergebnis der Berechnung des Gewichts der ausgestoßenen Tinte, um ein kumulatives Gewicht der ausgestoßenen Tinte zu erhalten. Insbesondere berechnet die CPU **81** das Gewicht der ausgestoßenen Tinte für jeden Hauptverschiebungsvorgang und addiert die Berechnungsergebnisse, um das Gesamtgewicht der ausgestoßenen Tinte für jede Farbe zu bestimmen. Die CPU **81** aktualisiert die Anzeige der restlichen Tintenmenge auf der Grundlage des so erhaltenen kumulativen Gewichts der ausgestoßenen Tinte und bringt die Alarmlampe entsprechend den Anforderungen zum Leuchten (siehe **Fig. 15**).

[0141] Nach der vorstehenden Verarbeitung wird in Schritt S210 festgestellt, ob das Drucken abgeschlossen wurde. Falls das Drucken noch nicht abgeschlossen wurde, kehrt das Programm zu Schritt S204 zurück und wiederholt die nachfolgende Verarbeitungsreihe. Falls das Drucken abgeschlossen wurde, speichert die CPU **81** andererseits das kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte im nichtflüchtigen Speicher für den nächsten Zyklus dieser Routine in Schritt S212. Diese Anordnung gewährleistet das Addieren des Gewichts der ausgestoßenen Tinte und ermöglicht das Überwachen der restlichen Tintenmenge in der Tintenpatrone selbst nach dem Trennen der Energiezufuhr zum Drucker.

[0142] Wenngleich das Tintengewicht als der die ausgestoßene Tintenmenge darstellende Wert in der vorstehenden Beschreibung verwendet wird, kann stattdessen auch das Volumen der Tinte verwendet werden.

[0143] Gemäß dieser Ausführungsform wird der Temperaturkorrekturkoeffizient K_t so festgelegt, daß das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens bei einer Erhöhung der Tintentemperatur verringert wird (siehe **Fig. 16A**). Nachstehend wird der Grund für diese Einstellung beschrieben.

[0144] **Fig. 16C** zeigt Änderungen des Gewichts eines einzelnen Tintentröpfchens in Bezug auf verschiedene Tintentemperaturen. Die auf der Abszisse von **Fig. 16C** aufgetragene relative Ansteuerfrequenz ist ein Index, der eine Veränderlichkeit von Punktmustern darstellt. Durch die höhere relative Ansteuerfrequenz wird die Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen je Zeiteinheit vergrößert. Die Einzelheiten der relativen Ansteuerfrequenz wurden vorstehend erörtert. Die Tintentemperatur von 25°C ist eine Standard-Verwendungstemperatur des Farbdruckers, so daß der Farbdruker **20** so ausgelegt ist, daß er unabhängig vom Punktmuster bei der Tintentemperatur von 25°C ein feststehendes Gewicht für ein einzelnes Tintentröpfchen aufweist. Eine Verringerung der Tintentemperatur erhöht die Viskosität

der Tinte und verhindert den glatten Tintenfluß, wodurch das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens verringert wird. Eine höhere relative Ansteuerfrequenz erhöht die Wahrscheinlichkeit einer ungenügenden Tintenzufuhr und verringert demgemäß das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens. Das Gewicht eines unter der Bedingung einer niedrigen Tintentemperatur (bei der Tintentemperatur von 10°C in **Fig. 16C**) ausgestoßenen einzelnen Tintentröpfchens ist geringer als dasjenige bei der Tintentemperatur von 25°C im Bereich einer geringen relativen Ansteuerfrequenz und verringert sich weiter bei einer Erhöhung der relativen Ansteuerfrequenz.

[0145] Eine Erhöhung der Tintentemperatur verringert dagegen die Viskosität der Tinte und erleichtert den Tintenfluß, wodurch das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens erhöht wird. Das Gewicht eines bei der Tintentemperatur von 40°C ausgestoßenen einzelnen Tintentröpfchens ist größer als dasjenige bei der Tintentemperatur von 25°C im Bereich einer geringen relativen Ansteuerfrequenz und nimmt bei einer Erhöhung der relativen Ansteuerfrequenz weiter zu. Dies wird dem folgenden Mechanismus zugeschrieben. Im Laufe des Ausstoßens eines Tintentröpfchens nimmt der Druck in der Tintenkommer vorübergehend zu. Nach dem Ausstoßen eines Tintentröpfchens nimmt der Druck in der Tintenkommer ab, wodurch bewirkt wird, daß ein neuer Tintenvorrat in die Tintenkommer fließt. Der Druck in der Tintenkommer wiederholt beim Prozeß des Ausstoßens von Tintentröpfchen demgemäß die Erhöhungen und Verringerungen. Die Änderung des Drucks bewirkt eine geringfügige Schwingung der Tintengrenzfläche in der Düse und einen geringfügigen Tintenfluß in den Tintenzufuhrkanal und aus diesem heraus. Bei dem Aufbau, bei dem eine Seitenwand der Tintenkommer aus einer schwingenden Platte besteht und die Auslenkung der schwingenden Platte den Druck in der Tintenkommer vergrößert, tritt eine mit dem Ausstoßen von Tintentröpfchen verbundene geringfügige Schwingung der schwingenden Platte auf. Die Viskosität der Tinte bewirkt das Abschwächen solcher Schwingungen und des Flusses. Bei der Standard-Tintentemperatur verschwinden diese geringfügigen Schwingungen demgemäß sofort. Bei einer Tintentemperatur von 40°C bewirkt die geringe Viskosität der Tinte jedoch eine verzögerte Dämpfung der Schwingung, die dementsprechend bis zum Zeitpunkt des Ausstoßens des nächsten Tintentröpfchens bestehen bleibt. Wenn der Zeitpunkt des Ausstoßens eines nächsten Tintentröpfchens mit der Phase der restlichen Schwingung übereinstimmt, wird ein großes Tintentröpfchen von der Düse ausgestoßen. Wenn gemäß dieser Ausführungsform die relative Ansteuerfrequenz 100% beträgt, stimmt der Zeitpunkt des Ausstoßens des nächsten Tintentröpfchens genau mit der Phase der restlichen Schwingung überein und bewirkt, daß ein großes Tintentröpfchen von der Düse ausgestoßen wird.

[0146] Die in **Fig. 16C** dargestellte Kennlinie des Gewichts eines einzelnen Tintentröpfchens kann ein unvollständiges durchgehendes Drucken bewirken. Beim tatsächlichen Betrieb des Farbdruckers **20** wird die auf das piezoelektrische Element PE angewendete Ansteuerwellenform entsprechend der Tintentemperatur geändert, um das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens zu korrigieren. Das unvollständige durchgehende Drucken bedeutet, daß ein durchgehender Bereich nicht vollständig ausgefüllt wird. Das unvollständige durchgehende Drucken führt zu einer Bandbildung und bewirkt gelegentlich, daß die Grundfarbe des Druckblatts bestehen bleibt und weiße Streifen sichtbar werden. Beim durchgehenden Drucken werden Tintentröpfchen auf der ganzen Oberfläche des Druckblatts erzeugt, und die relative Ansteuerfrequenz von 100% wird dementsprechend als die Druckbedingung ausgewählt. Das übermäßig geringe Gewicht eines einzelnen ausgestoßenen Tintentröpfchens verringert die Größe der sich ergebenden Tintenpunkte und bewirkt, daß die Grundfarbe des Druckblatts bestehen bleibt und weiße Streifen sichtbar werden. Das übermäßig hohe Gewicht eines einzelnen ausgestoßenen Tintentröpfchens erhöht andererseits die Größe der sich ergebenden Tintenpunkte und kann bewirken, daß sich Tintenpunkte unerwünscht überlappen und einen Abschnitt mit einer dunkleren Farbe bilden, was zu einer Bandbildung führt. Die an das piezoelektrische Element PE angelegte Ansteuerwellenform wird demgemäß korrigiert, um das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens auf die relative Ansteuerfrequenz von 100% festzulegen und dadurch die Qualität des durchgehenden Druckens zu stabilisieren.

[0147] Aus dem vorstehend erwähnten Grund bewirkt das Ändern der Ansteuerwellenform entsprechend der Tintentemperatur, daß das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens in dem Farbdrucker **20** die in **Fig. 16D** dargestellte Kennlinie aufweist. Zum Stabilisieren des Gewichts eines einzelnen Tintentröpfchens bei der relativen Ansteuerfrequenz von 100% bewirkt die an das piezoelektrische Element PE bei der Tintentemperatur von 10°C angelegte Ansteuerwellenform, daß verhältnismäßig große Tintentröpfchen ausgestoßen werden, während die Ansteuerwellenform bei der Tintentemperatur von 40°C bewirkt, daß verhältnismäßig kleine Tintentröpfchen ausgestoßen werden. Die Kennlinienkurve bei der Tintentemperatur von 10°C wird dementsprechend von dem Zustand aus **Fig. 16C** zum Zustand aus **Fig. 16D** nach oben verschoben, während die Kennlinienkurve bei der Tintentemperatur von 40°C von dem Zustand aus **Fig. 16C** zu dem Zustand aus **Fig. 16D** parallel nach unten verschoben wird. Der Temperaturkorrekturkoeffizient K_t gemäß dieser Ausführungsform nimmt demgemäß bei einer Erhöhung der Tintentemperatur ab, wie in **Fig. 16A** dargestellt ist.

D. Speicherkonfiguration

[0148] Die Speicherkonfiguration des Resttintenmengen-Überwachungsmoduls **100** wird kurz anhand der Zeichnung aus **Fig. 17** beschrieben. Wenn eines der verschiedenen Anwendungsprogramme **91** eine Druckanweisung ausgibt, wird das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** aktiviert, um eine Vielzahl von Bereichen im RAM **83** oder auf der Festplatte **26** zu spezifizieren. Die nachstehend erklärten Daten werden, von der CPU **81** gesteuert, in den jeweiligen Bereichen gespeichert.

[0149] Der Arbeitsspeicher **150** wird zum Zwischenspeichern der Daten verwendet, die die CPU **81** benötigt, um eine Vielzahl von Verarbeitungsoperationen auszuführen. Die CPU **81** kann Daten direkt aus dem Arbeitsspeicher **150** lesen und in diesen schreiben. Eine Tintenkapazitäts-Speichereinheit **160** ist ein Bereich, in dem eine vorgegebene Kapazität einer neuen Tintenpatrone gespeichert ist. Die Tintenkapazitäts-Speichereinheit **160** speichert Tintenkapazitäten Cwo, Mwo, Ywo und Kwo für die jeweiligen Farbtinten C, M, Y und K. Eine Tintenverbrauchs-Speichereinheit **161** ist ein Bereich, in dem das kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte gespeichert ist. Die Tintenverbrauchs-Speichereinheit **161** speichert Beträge des Tintenverbrauchs Cza, Mza, Yza und Kza für die jeweiligen Farbtinten C, M, Y und K.

[0150] Eine Tintentröpfchengewichts-Speichereinheit **162** ist ein Bereich, in dem das Gewicht eines einzelnen unter der Bezugsbedingung ausgestoßenen Tintentröpfchens (das Tintentröpfchengewicht) gespeichert ist. Eine Tintentröpfchenanzahl-Zähleinheit **165** ist ein Bereich, in dem die gezählte Anzahl der Tintentröpfchen gespeichert ist. Weil der Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform drei verschiedene Punkttypen mit unterschiedlichen Größen, nämlich groß, mittel und klein, für jede Farbtinte erzeugt, werden die Gewichte eines einzelnen Tintentröpfchens und die gezählten Anzahlen von Tintentröpfchen entsprechend den jeweiligen Größen der jeweiligen Farbtinten in der Tintentröpfchengewichts-Speichereinheit **162** bzw. der Tintentröpfchenanzahl-Zähleinheit **165** gespeichert. Bestimmte Symbole mit den folgenden Bedeutungen sind in der Tintentröpfchengewichts-Speichereinheit **162** und der Tintentröpfchenanzahl-Zähleinheit **165** in **Fig. 17** dargestellt. Die ersten Großbuchstaben C, M, Y und K stellen die jeweiligen Farbtinten C, M, Y und K dar. Die zweiten Kleinbuchstaben w bzw. n stellen das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens bzw. die Anzahl der Tintentröpfchen dar. Die letzten Kleinbuchstaben s, m bzw. l stellen den kleinen Punkt, den mittleren Punkt bzw. den großen Punkt dar. Beispielsweise werden die Gewichte eines einzelnen Tintentröpfchens in bezug auf die großen, mittleren und kleinen Punkte der Farbtinte C durch Cwl, Cwm und

Cws ausgedrückt. Eine Versorgungsbedingungs-Speichereinheit **163** speichert eine Vielzahl zum Erfassen der Versorgungsbedingungen verwendeter Daten. Eine Korrekturkoeffizienten-Speichereinheit **164** speichert eine Vielzahl von Korrekturkoeffizienten. Die CPU **81** liest die erforderlichen Daten aus diesen Speichereinheiten in den Arbeitsspeicher **150** und führt die Vielzahl der vorstehend erörterten Prozesse aus. Wenngleich diese Bereiche gemäß dieser Ausführungsform im RAM **83** oder der Festplatte **26** spezifiziert sind, kann für jeden Bereich ein spezielles Speicherelement, wie ein RAM, bereitgestellt werden.

E. Festlegen einer Vielzahl von Korrekturkoeffizienten

[0151] Der Drucker gemäß dieser Ausführungsform speichert eine Vielzahl von Korrekturkoeffizienten, um eine Änderung des Gewichts eines einzelnen Tintentröpfchens entsprechend der Differenz der Tintenzufuhrbedingungen, wie der Tintentemperatur, der restlichen Tintenmenge, des Tintentyps und des Punktmusters auf dem Druckmedium, zu korrigieren. Die Korrekturkoeffizienten werden auf der Grundlage der beobachteten Gewichte der ausgestoßenen Tinte festgelegt. Das Verschachtelungsmodul **96** kann die im RAM **83** erweiterten Punktdaten analysieren, um genau den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten Kd zu berechnen. Nachstehend werden die Technik zum Festlegen der Korrekturkoeffizienten auf der Grundlage der Messung und die Technik zum Berechnen der Korrekturkoeffizienten auf der Grundlage der Analyse beschrieben.

(1) Technik zum Festlegen der Korrekturkoeffizienten auf der Grundlage der Messung

[0152] **Fig. 18** zeigt schematisch den Aufbau einer Vorrichtung zum Messen der ausgestoßenen Tintenmenge. Die Meßvorrichtung umfaßt einen Kopf **200**, von dem Tintentröpfchen ausgestoßen werden, eine Steuereinheit **201**, die Ansteuersignale an den Kopf **200** ausgibt und den Kopf **200** steuert, Tintenpatronen **202** bis **204**, von denen Tintenvorräte dem Kopf **200** zugeführt werden, ein Blatt eines spezifischen Druckpapiers **209** und ein optisches Lesegerät **210**, das die Tintendichte eines gedruckten Bilds mißt, oder elektronische Waagen **205** bis **207**, die eine Verringerung des Gewichts der jeweiligen Tintenpatronen **202** bis **204** mit hoher Genauigkeit messen. Die Tintentemperaturen in den drei Tintenpatronen **202**, **203** und **204** werden bei 10°C, 25°C bzw. 40°C gehalten. Die Temperatur der dem Kopf **200** zugeführten Tinte wird durch Betätigen eines Umschaltventils **208** geändert. Die Steuereinheit **201** steuert den Kopf **200** entsprechend einem vorgegebenen Muster an und druckt ein vorgegebenes Bild auf das spezifische Druckpapier **209**. Bei dieser Meßvorrichtung kann der Kopf **200** nicht den Hauptverschiebungsvorgang

und den Unterverschiebungsvorgang ausführen. Das spezifische Druckpapier **209** ist auf einen beweglichen Tisch (nicht dargestellt) gelegt, und das vorgegebene Bild wird durch Bewegen dieses beweglichen Tisches in Hauptverschiebungsrichtung und in Unterverschiebungsrichtung auf dem spezifischen Druckpapier **209** gedruckt. Die Steuereinheit **201** steuert auch diesen beweglichen Tisch.

[0153] Ein Beispiel des vom Kopf **200** gedruckten vorgegebenen Bilds ist in **Fig. 19** dargestellt. Bei dem dargestellten Beispiel werden die jeweiligen Bilder mit zwei zuvor ausgewählten Typen von Punktmustern, nämlich einem durchgehenden Druckmuster und einem Zeichen-Druckmuster bei Tintentemperaturen von 10°C, 25°C und 40°C gedruckt. In dem Beispiel aus **Fig. 19** gibt es dementsprechend sechs Kombinationen der durch die Tintentemperatur und das Punktmuster definierten Tintenzufuhrbedingungen, und es werden entsprechend den sechs Kombinationen der Tintenzufuhrbedingungen sechs Bilder auf einem Blatt Papier gedruckt. Die Prozedur ändert die anderen Tintenzufuhrbedingungen, wie die restliche Tintenmenge in der Tintenpatrone, und den Tintentyp, druckt die Bilder bei den in **Fig. 19** dargestellten jeweiligen Kombinationen der Tintenzufuhrbedingungen und mißt das Tintentröpfchengewicht bei jeder Kombination der Tintenzufuhrbedingungen.

[0154] Jedesmal dann, wenn das Drucken unter einer bestimmten Bedingung (genauer gesagt, einer bestimmten Kombination der Tintenzufuhrbedingungen) abgeschlossen ist, mißt die Prozedur eine Verringerung des Gewichts der Tintenpatrone, von der ein Tintenvorrat zugeführt wurde, und dividiert die beobachtete Gewichtsverringerung durch die Anzahl der Tintentröpfchen, um das Tintentröpfchengewicht, also das Gewicht eines einzelnen Tintentröpfchens, unter der bestimmten Bedingung zu bestimmen. Die Anzahl der ausgestoßenen Tintentröpfchen wird für jedes vorgegebene Bild bestimmt und vorab gemessen. Die Prozedur ändert die verschiedenen Bedingungen in bezug auf die Tintenzufuhr, wie die Tintentemperatur, den Tintentyp, die restliche Tintenmenge in der Tintenpatrone und das auf dem Druckblatt gebildete Punktmuster und mißt das Tintentröpfchengewicht bei jeder Kombination der Tintenzufuhrbedingungen. Nach der Messung des Tintentröpfchengewichts bei jeder Kombination der Tintenzufuhrbedingungen wählt die Prozedur eine der Kombinationen der Tintenzufuhrbedingungen als eine Bezugsbedingung (genauer gesagt eine Bezugskombination der Tintenzufuhrbedingungen) aus und speichert diese und berechnet das Verhältnis zwischen dem Tintentröpfchengewicht für jede der anderen Bedingungen und dem Tintentröpfchengewicht bei der Bezugsbedingung, um den Korrekturkoeffizienten bei jeder Bedingung zu bestimmen (genauer gesagt für jede Kombination der Tintenzufuhrbedingungen).

[0155] Entsprechend einer anderen verfügbaren Prozedur wird das optische Lesegerät **210** verwendet, um die Tintendichte eines vorgegebenen auf dem spezifischen Druckpapier **209** gedruckten Bilds zu messen und jeden Korrekturkoeffizienten zu bestimmen. Wie in dem Beispiel aus **Fig. 19** dargestellt ist, weist das vom Kopf **200** gedruckte Bild eine feststehende Fläche auf, und die Tintendichte jedes Bilds ist proportional zum Gewicht der ausgestoßenen Tinte. Die Prozedur mißt dementsprechend die Tintendichte und bestimmt das Verhältnis zwischen den Gewichten der ausgestoßenen Tinte auf der Grundlage des Verhältnisses zwischen den Tintendichten. Die Verwendung des spezifischen Druckpapiers ist aus dem folgenden Grund für die Messung der Tintendichten bevorzugt. Das optische Lesegerät **210** projiziert einen Lichtstrahl von einer Bezugslichtquelle auf ein Druckbild und mißt die Intensität des vom Druckbild reflektierten Lichts. Eine höhere Tintendichte des Bilds erhöht die Farbdichte auf dem Druckpapier und verringert den Reflexionsgrad des Druckbilds. Das optische Lesegerät **210** mißt demgemäß die Intensität des reflektierten Lichts und erhält den Reflexionsgrad, um die Tintendichte zu bestimmen. Die Tinte weist im allgemeinen außer dem Farbstoff eine Anzahl von Lösungsmitteln, wie Alkohol, auf. Eine größere ausgestoßene Tintenmenge macht die Oberfläche des Druckpapiers infolge der Wirkung der Lösungsmittel unerwünscht flaumig und ändert den Reflexionsgrad. Dies kann zu einem Fehler bei der Bestimmung der Tintendichte führen. Die Verwendung eines spezifischen Druckpapiers mit einer geringeren Änderung der Oberflächenbedingung infolge der Wirkung der Lösungsmittel ist bevorzugt, um einen solchen Fehler zu vermeiden.

[0156] Derselbe Korrekturkoeffizient, der in der vorstehend erwähnten Weise bestimmt worden ist, kann gleichmäßig auf alle Drucker angewendet werden. Bei einer alternativen Anordnung wird für jeden Tintenstrahlkopf bei seiner Herstellung eine Vielzahl von Korrekturkoeffizienten bestimmt, werden die Korrekturkoeffizienten auf den Tintenstrahlkopf gedruckt und beim Prozeß des Anbringens des Tintenstrahlkopfs am Farbdrucker in einem nichtflüchtigen Speicher im Farbdrucker gespeichert oder die Korrekturkoeffizienten in einem im Tintenstrahlkopf bereitgestellten nichtflüchtigen Speicher gespeichert. Bei dieser Anordnung wird derselbe Korrekturkoeffizient nicht gleichmäßig für alle Tintenstrahlköpfe verwendet, sondern wird der für jeden Tintenstrahlkopf geeignete Korrekturkoeffizient festgelegt, wodurch die Genauigkeit der Überwachung der restlichen Tintenmenge weiter verbessert wird.

(2) Technik zum Berechnen der Korrekturkoeffizienten auf der Grundlage der Analyse

[0157] Die CPU **81** kann die vom Verschachtelungsmodul **96** im RAM **83** erweiterten Punktdaten analy-

sieren und den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d mit hoher Genauigkeit berechnen, wie nachstehend erörtert wird.

[0158] Daten, wie sie in den **Fig. 20A** und **20B** dargestellt sind, werden vorab zum Berechnen des Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d auf der Grundlage der Analyse erhalten. **Fig. 20A** zeigt die Korrekturkoeffizienten bei den jeweiligen Kombinationen der Tintentemperaturen von 10°C, 25°C und 40°C und der relativen Ansteuerfrequenzen der Düse von 100%, 50% und höchstens 33%. Die relative Ansteuerfrequenz ist ein Index, der die zeitbasierte Frequenz des Ausstoßens von Tintentröpfchen darstellt. Die konkrete Definition der relativen Ansteuerfrequenz wurde vorstehend erörtert. Die in **Fig. 20A** dargestellten Interpolationsgleichungen werden zum Korrigieren der Korrekturkoeffizienten bei anderen Tintentemperaturen als 10°C, 25°C und 40°C verwendet.

[0159] **Fig. 20B** zeigt die einer Vielzahl von Ansteuerauslastungen der Düse entsprechenden Korrekturkoeffizienten. Die Ansteuerauslastung ist ein Index, der den Anteil der von einer in Unterverschiebungsrichtung ausgerichteten Düsenzeile gleichzeitig ausgestoßenen Tintentröpfchen darstellt (siehe **Fig. 7**). Die konkrete Definition der Ansteuerauslastung wird nachstehend erörtert. In dem Beispiel aus **Fig. 20B** sind die Korrekturkoeffizienten entsprechend acht verschiedenen Bedingungen, nämlich den Ansteuerauslastungen von 100% bis 13%, festgelegt. Die in den **Fig. 20A** und **20B** dargestellten Daten wurden experimentell anhand der in **Fig. 18** dargestellten Meßvorrichtung erhalten.

[0160] **Fig. 21** ist ein Flußdiagramm, in dem eine Routine zum Berechnen des Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d anhand der Daten aus den **Fig. 20A** und **20B** dargestellt ist. Wenn das Programm die Punktmuster-Korrekturkoeffizienten-Berechnungsroutine einleitet, liest die CPU **81** zuerst in Schritt S300 die vom Verschachtelungsmodul **96** erweiterten Punktdaten im RAM **83**. Die Punktdaten spezifizieren, welcher der drei verschiedenen Punkttypen, groß, mittel und klein, für jedes in einem Bild enthaltene Pixel verwendet werden sollte. Wenngleich die Verarbeitung in dem Flußdiagramm aus **Fig. 21** nicht speziell die verschiedenen Punkttypen groß, mittel und klein unterscheidet, sondern einfach auf der Erzeugung oder Nichterzeugung von Punkten beruht, führt eine bevorzugte Modifikation die Verarbeitung aus, während die Punktgröße unterschieden wird.

[0161] Nach dem Lesen der Punktdaten bestimmt die CPU **81** in Schritt S302, ob ein Punkt in einem Zielpixel zu erzeugen ist. Wenn kein Punkt in dem Zielpixel zu erzeugen ist, wird in Schritt S304 ein Wert "0" für einen Korrekturkoeffizienten K_{db} ersetzt. Wenn ein Punkt in dem Zielpixel zu erzeugen ist, be-

stimmt die CPU **81** andererseits in Schritt S306, ob in einem Pixel unmittelbar vor dem Zielpixel ein Punkt zu erzeugen ist. Wenn ein Punkt in dem Pixel unmittelbar vor dem Zielpixel zu erzeugen ist, wird bestimmt, daß die Ansteuerfrequenz des Zielpixels 100% beträgt. Dementsprechend wird entsprechend den Daten aus **Fig. 20A** in Schritt S308 ein Wert "1,00" für den Korrekturkoeffizienten K_{db} festgelegt. Hierbei wird angenommen, daß die Tintentemperatur 10°C beträgt. Wenn in dem Pixel unmittelbar vor dem Zielpixel kein Punkt zu erzeugen ist, bestimmt die CPU **81** andererseits in Schritt S310, ob ein Punkt in einem Pixel zwei Pixel vor dem Zielpixel zu erzeugen ist. Wenn ein Punkt in dem Pixel zwei Pixel vor dem Zielpixel zu erzeugen ist, wird bestimmt, daß die Ansteuerfrequenz des Zielpixels 50% beträgt. In Schritt S312 wird dementsprechend ein Wert "1,07" für den Korrekturkoeffizienten K_{db} festgelegt. Wenn in dem Pixel zwei Pixel vor dem Zielpixel kein Punkt zu erzeugen ist, wird bestimmt, daß die Ansteuerfrequenz des Zielpixels nicht größer als 33% ist. Ein Wert "1,10" wird dann in Schritt S314 für den Korrekturkoeffizienten K_{db} eingesetzt. Die CPU **81** stellt dann in Schritt S316 fest, ob die Entscheidung für alle eingegebenen Punktdaten abgeschlossen wurde. Wenn die Entscheidung nicht für alle eingegebenen Punktdaten abgeschlossen wurde, kehrt das Programm zu Schritt S302 zurück, um die Verarbeitung zu wiederholen. Wenn die Entscheidung für alle eingegebenen Punktdaten abgeschlossen wurde, berechnet die CPU **81** dagegen den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d auf der Grundlage des Entscheidungsergebnisses in Schritt S318.

[0162] Das Verfahren zum Berechnen des Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d in Schritt S318 wird konkret anhand der Zeichnungen aus den **Fig. 22A** und **22B** beschrieben. **Fig. 22A** zeigt ein Beispiel der in Schritt S300 eingegebenen Punktdaten. Die tatsächlichen Punktdaten haben eine höhere Datengröße als diejenigen aus dem Beispiel aus **Fig. 22A**. Zur Vereinfachung der Erklärung wird hier angenommen, daß die Anzahl der Düsen acht beträgt und die Anzahl der Pixel in der Hauptverschiebungsrichtung **16** beträgt. Wie vorstehend erwähnt wurde, unterscheidet die Prozedur gemäß dieser Ausführungsform nicht spezifisch die Punktgröße und spezifiziert das Pixel, in dem einer der Punkte als der Wert "1" zu erzeugen ist, und das Pixel, in dem kein Punkt als der Wert "0" zu erzeugen ist.

[0163] Die Tabelle aus **Fig. 22B** wird durch Bestimmen der Ansteuerfrequenz jedes Pixels auf der Grundlage der Punktdaten aus **Fig. 22A** und Schreiben des entsprechenden Korrekturkoeffizienten K_{db} in jedes Pixel erhalten. Zu Beginn der Verarbeitung in Schritt S318 erhält die CPU **81** diese Daten, wie in **Fig. 22B** dargestellt ist. Der untere Teil der Tabelle in **Fig. 22B** zeigt die Ansteuerauslastungen. Das Verfahren zum Berechnen des Punktmuster-Korrektur-

koeffizienten anhand der Ansteuerauslastung wird später erörtert.

[0164] Wenn das Programm die Verarbeitung von Schritt S318 in dem Flußdiagramm aus **Fig. 21** einleitet, summiert die CPU **81** die Korrekturkoeffizienten Kdb für jede Düsenposition. Die Summe der Korrekturkoeffizienten Kdb beträgt beispielsweise für die Düsenposition 1 10,34 und für die Düsenposition 2 8,41. Die Prozedur summiert weiterhin die Summen der Korrekturkoeffizienten Kdb für die jeweiligen Düsenpositionen. Die Gesamtsumme der Korrekturkoeffizienten Kdb ist in dem Beispiel aus **Fig. 22B** 62,16. Wenn keine Korrektur ausgeführt wird, indem das Punktmuster berücksichtigt wird, wenn also der Korrekturkoeffizient Kdb für alle Pixel 1 ist, beträgt die Gesamtsumme der Korrekturkoeffizienten **59**, was die Anzahl der Pixel darstellt, in denen ein Punkt zu erzeugen ist. Bei Berücksichtigung der Differenz der ausgestoßenen Tintenmenge infolge der Ansteuerfrequenz ergibt sich jedoch eine Gesamtsumme von 62,16. Der durch Teilen des Werts "62,16" durch die Anzahl "59" der Pixel, in denen ein Punkt zu erzeugen ist, erhaltene Wert entspricht dem Punktmuster-Korrekturkoeffizienten Kd. Die Verarbeitung von Schritt S318 im Flußdiagramm aus **Fig. 21** berechnet auf diese Weise den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten Kd.

[0165] Gemäß einer möglichen Modifikation kann die Verarbeitung in Schritt S318 den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten Kd anhand der Ansteuerauslastung an Stelle der Ansteuerfrequenz berechnen. Diese modifizierte Struktur bestimmt die Ansteuerauslastung an jeder seriellen Position (siehe die unteren Daten in der Tabelle aus **Fig. 22B**) auf der Grundlage der Punktdaten aus **Fig. 22A**. Die Struktur bestimmt den jeder Ansteuerauslastung entsprechenden Korrekturkoeffizienten entsprechend den Daten aus **Fig. 20B** und berechnet die Summe der Korrekturkoeffizienten. Der Punktmuster-Korrekturkoeffizient Kd wird durch Teilen der berechneten Summe durch die Anzahl der Pixel, in denen ein Punkt zu erzeugen ist, erhalten.

[0166] Gemäß einer anderen möglichen Modifikation kann der Punktmuster-Korrekturkoeffizient Kd sowohl anhand der Ansteuerfrequenz als auch der Ansteuerauslastung berechnet werden. Die Verarbeitung von Schritt S318 kann die Berechnung nach dieser modifizierten Prozedur implementieren. Die in **Fig. 22A** dargestellten Punktdaten entsprechen den 8 Düsenpositionen und den 16 seriellen Positionen und können demgemäß als eine Matrix von 8 Zeilen und 16 Spalten angesehen werden. Eine Matrix A auf der Ansteuerfrequenz beruhender Korrekturkoeffizienten und eine Matrix B auf der Ansteuerauslastung beruhender Korrekturkoeffizienten werden anhand dieser 8×16 -Matrix erhalten. Die Matrix A der auf der Ansteuerfrequenz beruhenden Korrekturkoeffizien-

ten enthält die Korrekturkoeffizienten Kdb der entsprechenden Pixel als Elemente. Beispielsweise beträgt, wie in **Fig. 22B** dargestellt ist, der Wert des Korrekturkoeffizienten Kdb an dem durch die Düsenposition Nr. 2 und die serielle Position Nr. 3 definierten Pixel "1,1". Der Wert des Elements an der zweiten Zeile und der dritten Spalte beträgt in der Matrix A der auf der Ansteuerfrequenz beruhenden Korrekturkoeffizienten dementsprechend "1,1".

[0167] Die Matrix A der auf der Ansteuerfrequenz beruhenden Korrekturkoeffizienten hat dementsprechend die Größe von 8 Zeilen und 16 Spalten. Die Matrix B der auf der Ansteuerauslastung beruhenden Korrekturkoeffizienten enthält die anhand der Ansteuerauslastungen der entsprechenden seriellen Positionen als die Elemente erhaltenen Korrekturkoeffizienten. Beispielsweise weist die serielle Position Nr. 3 die Ansteuerauslastung 50% auf, wie in **Fig. 22B** dargestellt ist. Der dieser Ansteuerauslastung entsprechende Korrekturkoeffizient beträgt nach der Tabelle aus **Fig. 20B** 1,08. Der Wert des Elements in der ersten Zeile und der dritten Spalte in der Matrix B der auf der Ansteuerauslastung beruhenden Korrekturkoeffizienten beträgt dementsprechend "1,08". Die Matrix B der auf der Ansteuerauslastung beruhenden Korrekturkoeffizienten hat dementsprechend die Größe von 1 Zeile und 16 Spalten. Die **Fig. 23A** und **23B** zeigen jeweils die Matrix A der auf der Ansteuerfrequenz beruhenden Korrekturkoeffizienten und die Matrix B der auf der Ansteuerauslastung beruhenden Korrekturkoeffizienten, welche anhand der Punktdaten aus **Fig. 22** erhalten wurden.

[0168] Die Prozedur multipliziert dann die Matrix A der Korrekturkoeffizienten mit der Matrix B der Korrekturkoeffizienten. Weil die Matrix A die Größe von 8 Zeilen und 16 Spalten aufweist und die Matrix B die Größe von 1 Zeile und 16 Spalten aufweist, ist es erforderlich, die Matrix A mit einer transponierten Matrix tB der Matrix B zu multiplizieren. Hieraus ergibt sich eine spaltenförmige Matrix mit 8 Zeilen und 1 Spalte. Die jeweiligen Elemente dieser sich ergebenden Matrix weisen die Werte auf, welche die auf der Ansteuerfrequenz und der Ansteuerauslastung beruhende Korrektur widerspiegeln, wie in **Fig. 23C** dargestellt ist.

[0169] Die Prozedur summiert die Werte der in der spaltenförmigen Matrix enthaltenen jeweiligen Elemente und teilt die Summe "66,9" durch die Anzahl "59" der Pixel, in denen ein Punkt zu erzeugen ist, um den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten Kd zu erhalten.

[0170] Gemäß der vorstehend erörterten ersten Ausführungsform wird der Punktmuster-Korrekturkoeffizient Kd entsprechend den im RAM **83** erweiterten Punktdaten ausgewählt. Eine mögliche Modifikation analysiert die dem piezoelektrischen Element PE zu-

geführten Ansteuerimpulse und wählt den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d anhand der durch das Analyseergebnis erhaltenen Punktdaten aus.

[0171] Eine andere mögliche Modifikation verwendet einen optischen Sensor, der das auf dem Druckmedium tatsächlich gebildete Punktmuster direkt liest, und wählt den geeigneten Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d anhand der Ergebnisse des Lesens aus. Nachstehend wird eine solche Modifikation als eine zweite Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung hauptsächlich anhand der Unterschiede gegenüber der ersten Ausführungsform beschrieben.

[0172] Mit Bezug auf **Fig. 4** sei bemerkt, daß die Struktur der zweiten Ausführungsform einen optischen Sensor **38** aufweist, der am Schlitten **40** des Farbdruckers **20** angebracht ist, und die Intensität des von der Oberfläche des Druckmediums reflektierten Lichts optisch mißt. Ein Blatt Papier, auf dem ein Bild gedruckt wird, wird an der Andruckwalze **36** des Farbdruckers **20** eingesetzt. Der Schlitten **40** wird verschoben, während das Blatt Papier in kleinen Schritten durch den Blattvorschubmotor **35** vorgehoben wird. Der an dem Schlitten **40** angebrachte optische Sensor **38** wird zum Lesen des auf das Papier gedruckten Bilds verwendet. Insbesondere wirkt der Farbdrucker **20** als ein einfacher Scanner. Ein einfacher Scannertreiber **110**, der in **Fig. 24** dargestellt ist, nimmt die Steuerung des optischen Sensors **38** vor. Ein einfacher Scannertreiber **110** überträgt Daten über den Druckertreiber **92** zum Blattvorschubmotor **35** und zum Schlittenmotor **30** und von diesen und analysiert die vom optischen Sensor **38** gelesenen Daten, um Bilddaten zu erzeugen.

[0173] **Fig. 24** zeigt die Softwarekonfiguration eines Resttintenmengen-Überwachungsmoduls **100** gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Softwarekonfiguration der zweiten Ausführungsform ähnelt im wesentlichen derjenigen der ersten Ausführungsform. Der Hauptunterschied besteht darin, daß das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** gemäß der zweiten Ausführungsform an Stelle des Verschachtelungsmoduls **96** die Punktmusterdaten aus dem einfachen Scannertreiber **110** ausliest.

[0174] Bei der Struktur der zweiten Ausführungsform wird beim Aktivieren des Druckertreibers **92** der einfache Scannertreiber **110** zusätzlich zum Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** aktiviert. Während der Druckertreiber **92** das Drucken ausführt, liest der einfache Scannertreiber **110** die Punktdaten auf dem Druckpapier. Der Druckertreiber **92** gibt gelegentlich eine Unterbrechungsanweisung an das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** und den einfachen Scannertreiber **110** aus. Das die Unterbrechungsanweisung empfangende Resttinten-

mengen-Überwachungsmodul **100** führt eine Resttintenmengen-Überwachungsroutine ähnlich der im Flußdiagramm aus **Fig. 14** dargestellten aus. Der die Unterbrechungsanweisung empfangende einfache Scannertreiber **110** behält andererseits die Punktdaten bis zum Abschluß der Eingabe der Punktdaten in das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** und liest im Fall des Fortsetzens des Drucks das Bild auf dem Druckpapier parallel dazu.

[0175] Das Resttintenmengen-Überwachungsmodul **100** gemäß der zweiten Ausführungsform wählt den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d in der vorstehenden Weise anhand der eingegebenen Punktdaten aus. Diese Anordnung verbessert demgemäß die Genauigkeit der Berechnung des Gewichts der ausgestoßenen Tinte und ermöglicht, daß die restliche Tintenmenge in der Tintenpatrone mit hoher Genauigkeit überwacht wird.

[0176] Die Struktur gemäß der zweiten Ausführungsform weist den optischen Sensor **38** auf und ermöglicht dadurch das Modifizieren jedes Korrekturkoeffizienten in der folgenden Weise. Die Prozedur setzt ein Blatt eines spezifischen Druckpapiers in den Farbdrucker **20** ein und druckt das vorgegebene Bild, wie in **Fig. 19** dargestellt ist. Die Tintendichte des vorgegebenen Bilds wird mit dem optischen Sensor **38** gemessen, und die Vielzahl der Korrekturkoeffizienten wird für jeden Farbdrucker anhand der Meßergebnisse nach der anhand **Fig. 18** erörterten Technik bestimmt. Die Verarbeitungsreihe wird durch Aktivieren eines spezifischen Anwendungsprogramms **91** und Anzeigen der Meßergebnisse auf dem CRT des Computers **80** ausgeführt.

[0177] Wie vorstehend beschrieben wurde, modifiziert die zweite Ausführungsform die Korrekturkoeffizienten für jeden Farbdrucker anhand der Meßergebnisse und verbessert demgemäß weiter die Genauigkeit der Überwachung der restlichen Tintenmenge in der Tintenpatrone.

[0178] Ein einfaches Verfahren, das nachstehend als eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erörtert wird, kann auf die Auswahl des Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d angewendet werden. **Fig. 25** ist ein Flußdiagramm, in dem eine in der dritten Ausführungsform ausgeführte Punktmuster-Korrekturkoeffizienten-Berechnungsroutine dargestellt ist. Wenn das Programm die Punktmuster-Korrekturkoeffizienten-Berechnungsroutine gemäß der dritten Ausführungsform einleitet, liest die CPU **81** zuerst in Schritt S400 die Druckauflösung des Farbdruckers **20**. Der Farbdrucker **20** gemäß dieser Ausführungsform kann beim Drucken entweder der Bildqualität oder der Druckgeschwindigkeit Priorität geben und ändert die Druckauflösung auf der Grundlage der Auswahl auf 360 dpi oder 720 dpi. Hierbei ist "dpi" eine Einheit der Druckauflösung. Bei-

spielsweise bedeutet 360 dpi, daß das Drucken bei einer Auflösung von 360 Punkten je Zoll ausgeführt wird. Die höhere Druckauflösung erhöht im allgemeinen die Ansteuerfrequenz der Düse und verringert das Tintentröpfchengewicht. Die Verarbeitung aus Schritt S400 bestimmt demgemäß, welche der Druckauflösungen des Farbdruckers **20** zum Drucken ausgewählt wurde.

[0179] Es wird dann in Schritt S402 oder Schritt S404 bestimmt, wie viele Hauptverschiebungsvorgänge zum Vervollständigen einer Rasterlinie ausgeführt werden. Wie vorstehend erörtert wurde, weist der Farbdrucker **20** einen Aufzeichnungsmodus auf, bei dem eine Rasterlinie durch eine Anzahl von Hauptverschiebungsvorgängen für die verbesserte Druckqualität gedruckt wird. Der Farbdrucker **20** weist auch einen anderen Aufzeichnungsmodus auf, in dem die Priorität der Druckgeschwindigkeit gegeben ist und eine Rasterlinie durch einen einzigen Hauptverschiebungsvorgang gedruckt wird. Beim Aufzeichnungsmodus, bei dem eine Rasterlinie durch mehrere Hauptverschiebungsvorgänge gedruckt wird, ist die Anzahl der durch einen einzigen Hauptverschiebungsvorgang zu erzeugenden Tintenpunkte reduziert. Bei dem Aufzeichnungsmodus, bei dem eine Rasterlinie durch einen Hauptverschiebungsvorgang gedruckt wird, ist andererseits die Anzahl der je Einheitszeitraum ausgestoßenen Tintentröpfchen erhöht. Hierdurch wird gewöhnlich das Gewicht der Tintentröpfchen verringert. Es ergibt sich für den Fall, in dem eine Rasterlinie durch einen Hauptverschiebungsvorgang gebildet wird, und den Fall, in dem eine Rasterlinie durch zwei Hauptverschiebungsvorgänge gebildet wird, eine erhebliche Differenz des Gewichts der Tintentröpfchen. Es gibt jedoch eine unerhebliche Differenz des Tintentröpfchengewichts zwischen dem Fall, in dem eine Rasterlinie durch zwei Hauptverschiebungsvorgänge gebildet wird, und dem Fall, in dem eine Rasterlinie durch drei Hauptverschiebungsvorgänge gebildet wird. Die Verarbeitung aus Schritt S402 oder Schritt S404 bestimmt dementsprechend, ob eine Rasterlinie durch einen Hauptverschiebungsvorgang gebildet wird ($s = 1$).

[0180] Wenn die Druckauflösung 720 dpi beträgt und eine Rasterlinie durch einen Hauptverschiebungsvorgang gebildet wird, müssen die erforderlichen Tintenpunkte bei einer hohen Dichte durch einen Hauptverschiebungsvorgang erzeugt werden. Hierdurch wird leicht eine ungenügende Tintenzufuhr bewirkt und die Größe der ausgestoßenen Tintentröpfchen verringert. Die CPU **81** legt dementsprechend in Schritt S406 einen verhältnismäßig kleinen Wert "0,9" für den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d fest.

[0181] Wenn die Druckauflösung 720 dpi beträgt und eine Rasterlinie durch mehrere Hauptverschie-

bungsvorgänge gebildet wird oder wenn die Druckauflösung 360 dpi beträgt und eine Rasterlinie durch einen Hauptverschiebungsvorgang gebildet wird, ist die Ausstoßfrequenz der Tintentröpfchen nicht erheblich erhöht. Ein Wert von "0,98", der bedeutet, daß die Größe der ausgestoßenen Tintentröpfchen der Standardgröße ähnelt, wird in Schritt S408 für den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d festgelegt. Wenn die Druckauflösung 360 dpi beträgt und eine Rasterlinie durch mehrere Hauptverschiebungsvorgänge gebildet wird, wird die niedrigste Ausstoßfrequenz von Tintentröpfchen unter den möglichen Einstellungen des Farbdruckers **20** ausgewählt. Ein Wert von "1,0", der bedeutet, daß die Größe der ausgestoßenen Tintentröpfchen der Standardgröße genau gleicht, wird in Schritt S410 für den Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d festgelegt.

[0182] Die Anordnung der dritten Ausführungsform berechnet das Gewicht der ausgestoßenen Tinte unter Verwendung des so erhaltenen Punktmuster-Korrekturkoeffizienten K_d und überwacht die restliche Tintenmenge in der Tintenpatrone.

[0183] Der Tintenstrahlkopf **41** im Farbdrucker **20** weist, wie in **Fig. 7** dargestellt ist, eine große Anzahl von Tintenausstoßdüsen auf. Es werden jedoch nicht immer alle Düsen zum Drucken verwendet, sondern einige Düsen haben, entsprechend dem Drucktyp, eine geringere Ausstoßfrequenz. Bei diesen Düsen, die nicht häufig Tintentröpfchen ausstoßen, wird die flüchtige Komponente von der Tinte in der Düse abgegeben, und die Viskosität der Tinte ist erhöht. In manchen Fällen können Tintentröpfchen unter spezifischen Bedingungen nicht normal von diesen Düsen ausgestoßen werden. Wenn der Farbdrucker für einige Zeit nicht verwendet wird, nimmt die Viskosität der Tinte in der Düse allmählich zu und verhindert, daß Tintentröpfchen unter den spezifischen Bedingungen normal von der Düse ausgestoßen werden. In den schlimmsten Fällen verstopft die Düse, und es werden keine Tintentröpfchen ausgestoßen. Wenn die Düse verstopft oder der Ausstoßzustand der Tintentröpfchen zwischen den Düsen eine gewisse Streuung aufweist, nimmt die Druckqualität ab. Der Farbdrucker **20** ist demgemäß dafür ausgelegt, Kopfwartungsvorgänge auszuführen und es zu ermöglichen, daß Tintentröpfchen stabil ausgestoßen werden.

[0184] Die Kopfwartungsvorgänge umfassen einen Spülvorgang, der Tintentröpfchen zwangsweise ausstößt, um die Tinte mit der erhöhten Viskosität aus der Düse herauszudrängen, und einen Reinigungsvorgang, bei dem eine zur Zufuhr von Tinte verwendete Pumpe eingesetzt wird, um die eine erhöhte Viskosität aufweisende Tinte aus der Düse herauszusaugen. Tinte wird bei beiden Kopfwartungsvorgängen verbraucht. Die Anordnung zum Überwachen der restlichen Tintenmenge unter Berücksichtigung des Betrags des Tintenverbrauchs während der

Kopfwartungsvorgänge verbessert weiter die Genauigkeit der Überwachung.

[0185] Fig. 26 ist ein Flußdiagramm, in dem eine Resttintenmengen-Überwachungsroutine dargestellt ist, die unter Berücksichtigung der während der Kopfwartungsvorgänge verbrauchten Tintenmenge ausgeführt wird. Der Resttintenmengen-Überwachungsprozeß unter Berücksichtigung des Tintenverbrauchs infolge der Kopfwartungsvorgänge wird nachstehend anhand des Flußdiagramms aus Fig. 26 erörtert.

[0186] Wenn der Benutzer des Farbdruckers **20** eine Anweisung zum Ausführen eines Kopfwartungsvorgangs an einen Farbdrucker **20** ausgibt oder wenn die CPU **61** das Erfüllen einer Anfangsbedingung des Kopfwartungsvorgangs auf der Grundlage des Zählwerts des in der Steuerschaltung des Farbdruckers **20** aufgenommenen Zeitgebers **66** erfaßt, leitet der Farbdrucker **20** den Kopfwartungsvorgang ein und gibt gleichzeitig eine Unterbrechungsanweisung aus, um die im Flußdiagramm aus Fig. 26 dargestellte Resttintenmengen-Überwachungsroutine zu aktivieren. Die Resttintenmengen-Überwachungsroutine führt den folgenden Prozeß aus, während sie Informationen hinsichtlich des Kopfwartungsvorgangs vom Farbdrucker **20** empfängt.

[0187] Wenn in Schritt S500 eine Unterbrechung erfaßt wird, um zu zeigen, daß der Farbdrucker **20** den Kopfwartungsvorgang einleitet, bestimmt das Programm in Schritt S502 den Inhalt des Kopfwartungsvorgangs. Die konkrete Prozedur in Schritt S502 bestimmt, ob der Kopfwartungsvorgang des Farbdruckers **20** ein Spülvorgang oder ein Reinigungsvorgang ist. Im Fall des Spülvorgangs wird eine Spülbedingung in Schritt S504 erfaßt. Der Spülvorgang des Farbdruckers **20** umfaßt einen normalen Spülvorgang, der ausgeführt wird, um zu verhindern, daß der Ausstoßzustand der Tintentröpfchen verschlechtert wird, oder der ausgeführt wird, wenn der Verschlechterungsgrad des Ausstoßzustands nicht erheblich ist, und einen kräftigen Spülvorgang, der ausgeführt wird, wenn der Verschlechterungsgrad des Ausstoßzustands erheblich ist, beispielsweise wenn die Düse verstopft ist. Es gibt zwischen dem normalen Spülvorgang und dem kräftigen Spülvorgang einen Größenunterschied der zwangsweise von der Düse ausgestoßenen Tintentröpfchen. Die Verarbeitung in Schritt S504 stellt fest, welcher der Spülvorgänge auszuführen ist. Das Programm zählt dann in Schritt S506 die Anzahl der während des Spülvorgangs ausgestoßenen Tintentröpfchen und berechnet in Schritt S508 das Gewicht der während des Spülvorgangs ausgestoßenen Tinte anhand der gezählten Anzahl der Tintentröpfchen und des vorab für jeden Spülvorgang gespeicherten Tintentröpfchengewichts. Wenn die Tintenzufuhrbedingungen, wie die Tintentemperatur und die restliche Tintenmenge in der Tintenpatrone, bereits beim Aktivieren des Druckertreibers **92**

erhalten worden sind, korrigiert das Programm das berechnete Gewicht der ausgestoßenen Tinte mit der Vielzahl von Korrekturkoeffizienten, um die Genauigkeit der Berechnung des Gewichts der ausgestoßenen Tinte zu verbessern. Nach dem Berechnen des Gewichts der ausgestoßenen Tinte, die vom Spülvorgang verbraucht wurde, aktualisiert das Programm das kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte in Schritt S510. Die konkrete Prozedur des Schritts S510 liest das im nichtflüchtigen Speicher gespeicherte kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte (siehe die Schritte S200 und S212 im Flußdiagramm aus Fig. 14), addiert das in Schritt S508 berechnete Gewicht der ausgestoßenen Tinte, um das kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte zu aktualisieren, und speichert das aktualisierte kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte im nichtflüchtigen Speicher.

[0188] Wenn in Schritt S502 bestimmt wird, daß der Kopfwartungsvorgang ein Reinigungsvorgang ist, wird die zur Tintenzufuhr verwendete Pumpe umgekehrt gedreht, um die Tinte aus der Düse zu saugen. Die vom Reinigungsvorgang verbrauchte Tintenmenge steht im Prinzip für jeden Reinigungsvorgang fest. Das Programm setzt dementsprechend in Schritt S512 den vorab gemessenen Betrag der für jeden Reinigungsvorgang angesogenen Tinte auf den Betrag des Tintenverbrauchs. Das Programm geht dann zu Schritt S510, um das im nichtflüchtigen Speicher gespeicherte kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte zu lesen, addiert die in Schritt S510 erhaltene verbrauchte Tintenmenge, um das kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte zu aktualisieren, und speichert das aktualisierte kumulative Gewicht der ausgestoßenen Tinte im nichtflüchtigen Speicher.

[0189] Wie vorstehend erörtert wurde, bestimmt die Prozedur die während des Spülvorgangs ausgestoßene Tintenmenge oder die während des Reinigungsvorgangs verbrauchte Tintenmenge und addiert den entsprechenden Wert zum im nichtflüchtigen Speicher gespeicherten kumulativen Betrag der ausgestoßenen Tinte. Diese Anordnung ermöglicht das Überwachen der restlichen Tintenmenge durch Berücksichtigen der im Laufe der Kopfwartungsvorgänge verbrauchten Tintenmenge.

[0190] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehenden Ausführungsformen oder ihre Modifikationen beschränkt, sondern es kann viele andere Modifikationen, Änderungen und Alternativen geben, ohne daß vom Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abgewichen wird. Beispielsweise können die Software oder Anwendungsprogramme, welche die vorstehenden Funktionen verwirklichen, einem Hauptspeicher oder einer externen Speichervorrichtung eines Computersystems über ein Kommunikationsnetz zugeführt werden, um zu bewirken, daß der Computer die Funktionen ausführt.

[0191] Der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung ist nur durch die Begriffe der anliegenden Ansprüche begrenzt.

Patentansprüche

1. Drucker mit einem Tintenstrahlkopf (**44, 45, 46, 47**) mit mehreren Düsen, der Tintentröpfchen ausstößt, und einem Tintenvorratsbehälter, der eine vorgegebene Kapazität zum Speichern von Tinte aufweist, wobei der Tintenstrahlkopf (**44, 45, 46, 47**) Tintentröpfchen ausstößt, um Tintenpunkte auf einem Druckmedium zu erzeugen und dadurch ein Bild auf dem Druckmedium zu drucken, wobei der Drucker aufweist:

einen Tintenausstoßanzahlzähler (**102**), der eine Tintenausstoßanzahl zählt, welche die Anzahl der vom Tintenstrahlkopf ausgestoßenen Tintentröpfchen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Drucker weiter aufweist:

eine Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit, die eine Tintenzufuhrbedingung erfaßt, wobei die Tintenzufuhrbedingung auf der Wirkung beruht, die das Ausstoßen eines Tintentröpfchens von einer Düse auf die von den restlichen Düsen in dem Tintenstrahlkopf ausgestoßene Tintenmenge hat,

eine Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung (**100**), die die in dem Tintenvorratsbehälter verbleibende restliche Tintenmenge überwacht, indem sie die von der Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (**101**) erfaßte Tintenzufuhrbedingung auf der Grundlage der vom Tintenausstoßanzahlzähler (**102**) gezählten Tintenausstoßanzahl und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters berücksichtigt.

2. Drucker nach Anspruch 1, welcher weiter aufweist:

eine Tintengewichts-Speichereinheit (**162**), die vorab das Gewicht eines einzigen vom Tintenstrahlkopf in einem spezifizierten Zustand der Tintenzufuhrbedingung ausgestoßenen Tintentröpfchens als eine Einheitstintenmenge speichert, wobei der Tintenausstoßanzahlzähler (**102**) eine Tintenausstoßanzahl innerhalb eines voreingestellten Zeitraums als die Tintenausstoßanzahl zählt, und die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung (**100**) aufweist:

eine Einheit (**103**) zum Berechnen der ausgestoßenen Menge, welche die innerhalb des vorgegebenen Zeitraums ausgestoßene Tintenmenge auf der Grundlage der vom Tintenausstoßanzahlzähler (**102**) gezählten Tintenausstoßanzahl, des in der Tintengewichts-Speichereinheit (**162**) gespeicherten Gewichts eines einzigen Tintentröpfchens und der von der Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (**101**) erfaßten Tintenzufuhrbedingung berechnet, und eine Einheit (**104**) zum Addieren der ausgestoßenen Menge, die die berechnete ausgestoßene Tintenmenge addiert, um einen kumulativen Betrag des Tintenausstoßes anzugeben bzw. zu erzielen,

wobei die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung (**100**) die restliche Menge der in dem Tintenvorratsbehälter verbleibenden Tinte auf der Grundlage des kumulativen Betrags der ausgestoßenen Tinte und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters überwacht.

3. Drucker nach Anspruch 1, welcher weiter aufweist:

eine Tintenvolumen-Speichereinheit (**162**), die vorab das Volumen eines einzigen von dem Tintenstrahlkopf in einem spezifizierten Zustand der Tintenzufuhrbedingung ausgestoßenen Tintentröpfchens als die Einheitstintenmenge speichert, wobei der Tintenausstoßanzahlzähler (**102**) die Tintenausstoßanzahl innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums als eine Tintenausstoßanzahl zählt, wobei die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung (**100**) aufweist:

eine Einheit (**103**) zum Berechnen der ausgestoßenen Menge, welche die innerhalb des vorgegebenen Zeitraums ausgestoßene Tintenmenge auf der Grundlage der vom Tintenausstoßanzahlzähler (**102**) gezählten Tintenausstoßanzahl, des in der Tintenvolumen-Speichereinheit gespeicherten Volumens eines einzigen Tintentröpfchens und der von der Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (**101**) erfaßten Tintenzufuhrbedingung berechnet, und

eine Einheit (**104**) zum Addieren der ausgestoßenen Menge, die die berechnete ausgestoßene Tintenmenge addiert, um einen kumulativen Betrag des Tintenausstoßes anzugeben bzw. zu erzielen, wobei die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung (**100**) die restliche Menge der in dem Tintenvorratsbehälter verbleibenden Tinte auf der Grundlage des kumulativen Betrags der ausgestoßenen Tinte und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters überwacht.

4. Drucker nach Anspruch 2, wobei die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (**101**) die Temperatur der dem Tintenstrahlkopf (**44, 45, 46, 47**) zugeführten Tinte mißt.

5. Drucker nach Anspruch 2, wobei die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (**101**) eine Änderung einer spezifischen Bedingung im Laufe der Zeit, die mit dem Ausstoß von Tintentröpfchen verbunden ist, erfaßt.

6. Drucker nach Anspruch 2, wobei die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (**101**) eine spezifische Bedingung erfaßt, die von einer Zusammensetzung der Tinte abhängt.

7. Drucker nach Anspruch 2, wobei die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (**101**) eine dem Tintenstrahlkopf (**44, 45, 46, 47**) zuzuführende Tintenmenge erfaßt.

8. Drucker nach Anspruch 2, wobei der Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) Tintentröpfchen ausstößt, während eine relative Position zum Druckmedium geändert wird, und die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (101) eine vorgegebene Druckauflösung als die Tintenzufuhrbedingung erfasst.

9. Drucker nach Anspruch 2, wobei der Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) Tintentröpfchen ausstößt, während die relative Position zum Druckmedium bewegt wird und dadurch Rasterlinien als Linien von Tintenpunkten gebildet werden, und die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (101) einen Aufzeichnungsmodus erfasst, der ein Index ist, welcher eine Anzahl der zum Vervollständigen einer Rasterlinie erforderlichen Relativbewegungen als die Tintenzufuhrbedingung darstellt.

10. Drucker nach Anspruch 2, wobei die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (101) ein Punktmuster als eine Anordnung der auf dem Druckmedium erzeugten Tintenpunkte erfasst.

11. Drucker nach Anspruch 10, wobei die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (101) eine relative Ansteuerfrequenz erfasst, die ein Index ist, der eine zeitbasierte Frequenz des Ausstoßens der Tintentröpfchen als das Punktmuster darstellt.

12. Drucker nach Anspruch 10, wobei der Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) eine gleichzeitige Erzeugung einer Anzahl von Tintenpunkten ermöglicht und die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (101) eine Ansteuerauslastung erfasst, die ein Index ist, der ein Verhältnis zwischen der Anzahl der gleichzeitig erzeugten Tintenpunkte und der Anzahl der Tintenpunkte, die gleichzeitig erzeugt werden können, als das Punktmuster darstellt.

13. Drucker nach Anspruch 10, wobei der Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) die gleichzeitige Erzeugung einer Anzahl von Tintenpunkten ermöglicht und die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (101) bestimmt, ob eine Anzahl gleichzeitig erzeugter Tintenpunkte als das Tintenmuster eine erste Aufzeichnungsbedingung erfüllt, die größer als ein vorgegebener Wert ist, oder eine zweite Aufzeichnungsbedingung erfüllt, die nicht größer als der vorgegebene Wert ist.

14. Drucker nach Anspruch 10, wobei die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (101) eine Anordnung der auf dem Druckmedium erzeugten Tintenpunkte durch eine vorgegebene optische Technik (38) erfasst.

15. Drucker nach Anspruch 10, welcher weiter aufweist:
eine Kopfwartungseinheit, die eine Anzahl verschiedener Typen von Kopfwartungsvorgängen (S502)

ausführt, welche den Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) zwingen, Tintentröpfchen auszustoßen, um einen Tintenausstoßzustand des Tintenstrahlkopfs aufrechtzuerhalten,
wobei die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (101) den Typ des Kopfwartungsvorgangs als die Tintenzufuhrbedingung erfasst.

16. Drucker nach Anspruch 2, welcher weiter aufweist:
eine Korrekturkoeffizienten-Speichereinheit (164), die vorab Korrekturkoeffizienten speichert, welche einer Vielzahl von Tintenzufuhrbedingungen entsprechen,
wobei die Einheit (103) zum Berechnen der ausgestoßenen Menge die vom Tintenausstoßanzahlzähler (102) gezählte Tintenausstoßanzahl mit dem in der Tintengewichts-Speichereinheit (162) gespeicherten Gewicht eines einzigen Tintentröpfchens und dem Korrekturkoeffizienten, der von der Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (101) erfassten Tintenzufuhrbedingung entspricht, multipliziert, um die ausgestoßene Tintenmenge zu berechnen.

17. Drucker nach Anspruch 2, wobei der Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) das Ausstoßen von wenigstens zwei verschiedenen Typen von Tintentröpfchen mit unterschiedlichen Größen ermöglicht,
wobei die Tintengewichts-Speichereinheit (162) das Gewicht jedes Tintentröpfchentyps speichert, und der Tintenausstoßanzahlzähler (102) und die Einheit (103) zum Berechnen der ausgestoßenen Menge die entsprechenden Prozesse in bezug auf jeden Tintentröpfchentyp ausführen.

18. Drucker nach Anspruch 2, wobei der Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) Tintentröpfchen verschiedener Farben ausstößt, um Tintenpunkte der verschiedenen Farben zu erzeugen,
wobei der Tintenvorratsbehälter eine vorgegebene Menge jeder Farbtinte speichert und der Tintenausstoßanzahlzähler (102), die Einheit (103) zum Berechnen der ausgestoßenen Menge und die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung (100) die entsprechenden Prozesse für jede Farbe ausführen.

19. Drucker nach Anspruch 12, wobei die Anzahl der Tintenpunkte, die von dem Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) gleichzeitig erzeugt werden können, auf der Grundlage der spezifischen Bedingung in eine Anzahl von Gruppen eingeteilt wird,
wobei die Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit (101) die Ansteuerauslastung in bezug auf jede Gruppe erfasst,
der Tintenausstoßanzahlzähler (102) und die Einheit (103) zum Berechnen der ausgestoßenen Menge die entsprechenden Prozesse für jede Gruppe ausführen und
die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung

(100) die für jede Gruppe berechnete ausgestoßene Tintenmenge aufsummiert, um eine insgesamt ausgestoßene Tintenmenge zu erzielen, und die insgesamt ausgestoßene Tintenmenge addiert, um die restliche Tintenmenge zu überwachen.

20. Drucker nach Anspruch 1, welcher weiter aufweist:

eine Tintengewichts-Speichereinheit (162), die vorab das Gewicht eines einzigen von dem Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) ausgestoßenen Tintentröpfchens in jedem Zustand der Tintenzufuhrbedingung als eine Einheitstintenmenge in jedem Zustand der Tintenzufuhrbedingung speichert, wobei der Tintenausstoßanzahlzähler (102) eine Tintenausstoßanzahl in jedem Zustand der Tintenzufuhrbedingung innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums als die Tintenausstoßanzahl zählt, und die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung (100) aufweist:

eine Einheit (103) zum Berechnen der ausgestoßenen Menge, welche die ausgestoßene Tintenmenge innerhalb des voreingestellten Zeitraums auf der Grundlage der gezählten Tintenausstoßanzahl und der Einheitstintenmenge in einem erfaßten Zustand der Tintenzufuhrbedingung berechnet, und eine Einheit (104) zum Addieren der ausgestoßenen Menge, die die berechnete ausgestoßene Tintenmenge addiert, um einen kumulativen Betrag des Tintenausstoßes anzugeben bzw. zu erzielen, wobei die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung (100) die restliche Menge der in dem Tintenvorratsbehälter verbleibenden Tinte auf der Grundlage der kumulativen Betrags der ausgestoßenen Tinte und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters überwacht.

21. Drucker nach Anspruch 2, wobei die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung ein Alarmsignal ausgibt, wenn die Differenz zwischen dem kumulativen Betrag der ausgestoßenen Tinte und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters nicht größer als ein vorgegebener Wert wird.

22. Drucker nach Anspruch 2, wobei die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung einen Benutzer durch Sichthinweise über ein Verhältnis zwischen dem kumulativen Betrag der ausgestoßenen Tinte und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters informiert.

23. Verfahren zum Überwachen der in einem Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge, welches für einen Drucker mit einem Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) mit mehreren Düsen, die Tintentröpfchen ausstoßen, und dem Tintenvorratsbehälter, der eine vorgegebene Kapazität zum Speichern von Tinte aufweist, verwendet wird, wobei der Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) Tintentröpfchen ausstößt, um Tintenpunkte auf einem Druckmedium zu

erzeugen und dadurch ein Bild auf dem Druckmedium druckt, wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt:

(a) Zählen der vom Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) ausgestoßenen Tintenausstoßanzahl (S204), dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren die folgenden weiteren Schritte umfaßt:

(b) Erfassen einer Tintenzufuhrbedingung (S202), wobei die Tintenzufuhrbedingung auf der Wirkung beruht, die das Ausstoßen eines Tintentröpfchens von einer Düse auf die von den restlichen Düsen in dem Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) ausgestoßene Tintenmenge hat, und

(c) Überwachen der in dem Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge unter Berücksichtigung der in Schritt (b) erfaßten Tintenzufuhrbedingung auf der Grundlage der in Schritt (a) gezählten Tintenausstoßanzahl und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters.

24. Aufzeichnungsmedium, in dem ein Programm zum Überwachen der restlichen in dem Tintenvorratsbehälter verbleibenden Tintenmenge in einer computerlesbaren Weise aufgezeichnet ist, wobei das Programm für einen Drucker mit einem Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) mit mehreren Düsen, die Tintentröpfchen ausstoßen, und dem Tintenvorratsbehälter, der eine vorgegebene Kapazität zum Speichern von Tinte aufweist, verwendet wird, wobei der Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) Tintentröpfchen ausstößt, um Tintenpunkte auf einem Druckmedium zu erzeugen und dadurch ein Bild auf dem Druckmedium zu drucken, wobei das Programm einen Computer veranlaßt, folgende Funktionen auszuführen: Zählen einer Tintenausstoßanzahl (S204), welche die Anzahl der vom Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) ausgestoßenen Tintentröpfchen ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Programm einen Computer veranlaßt, die folgenden weiteren Funktionen auszuführen:

Erfassen einer Tintenzufuhrbedingung (S202), wobei die Tintenzufuhrbedingung auf der Wirkung beruht, die das Ausstoßen eines Tintentröpfchens von einer Düse auf die von den restlichen Düsen im Tintenstrahlkopf (44, 45, 46, 47) ausgestoßene Tintenmenge hat, und

Überwachen der in dem Tintenvorratsbehälter verbleibenden restlichen Tintenmenge unter Berücksichtigung der erfaßten Tintenzufuhrbedingung (S202) auf der Grundlage der gezählten Tintenausstoßanzahl und der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters.

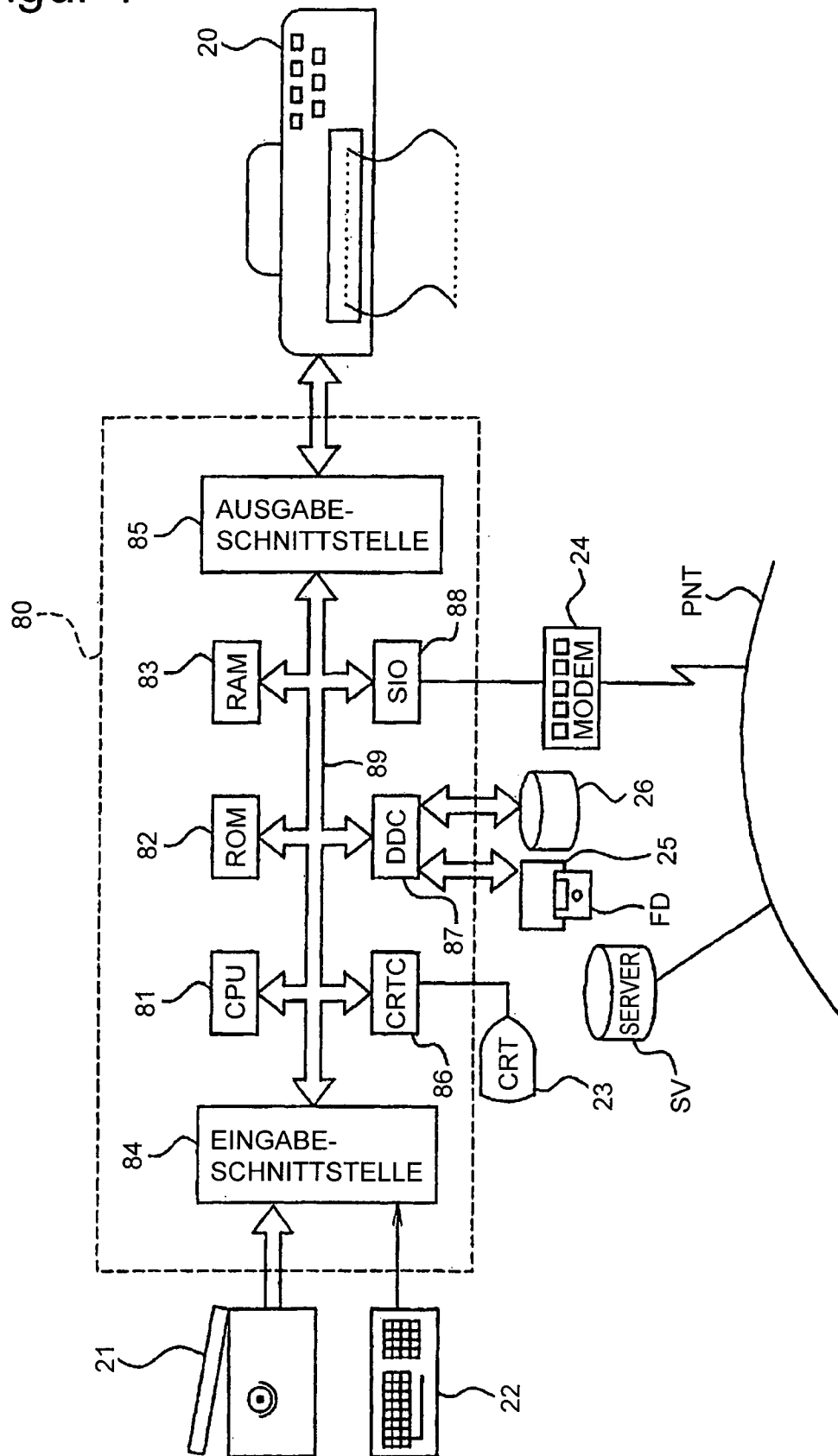
25. Drucker nach Anspruch 1, wobei der Tintenausstoßanzahlzähler (102) eine Tintenausstoßanzahl innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums als die Tintenausstoßanzahl zählt, und die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung (100) aufweist:

eine Tintenausstoßanzahl-Korrektureinheit, die die

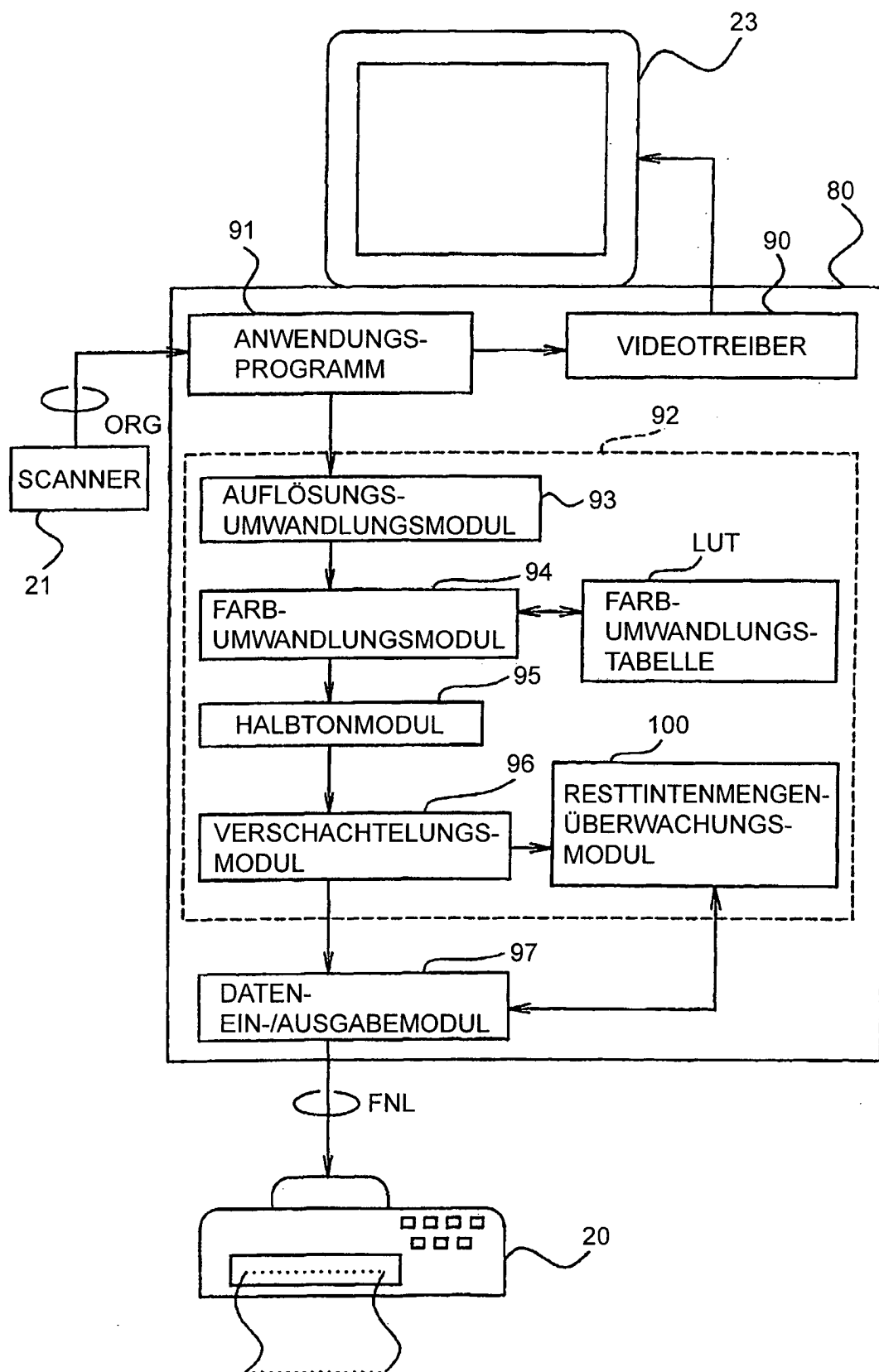
innerhalb des vorgegebenen Zeitraums gezählte Tintenausstoßanzahl auf der Grundlage der von der Zufuhrbedingungs-Erfassungseinheit erfaßten Tintenzufuhrbedingung korrigiert, und eine Einheit zum Addieren der korrigierten Ausstoßanzahl, welche die korrigierte Tintenausstoßanzahl addiert, um einen kumulativen Wert der korrigierten Tintenausstoßanzahl zu erhalten, wobei die Resttintenmengen-Überwachungseinrichtung die in dem Tintenvorratsbehälter verbleibende restliche Tintenmenge auf der Grundlage des kumulativen Werts der korrigierten Tintenausstoßanzahl und eines der vorgegebenen Kapazität des Tintenvorratsbehälters entsprechenden vorgegebenen Werts überwacht.

Es folgen 25 Blatt Zeichnungen

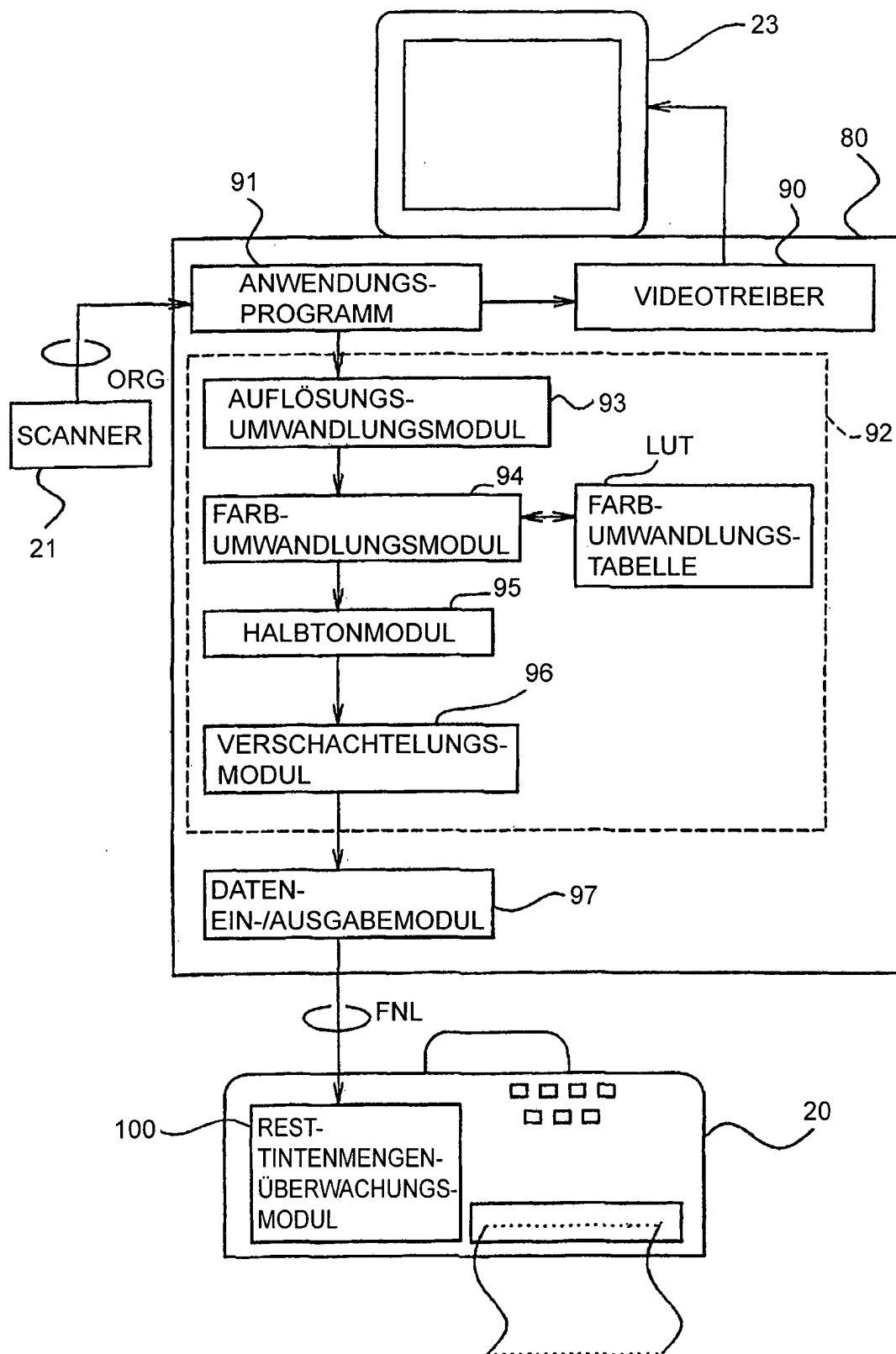
Figur 1



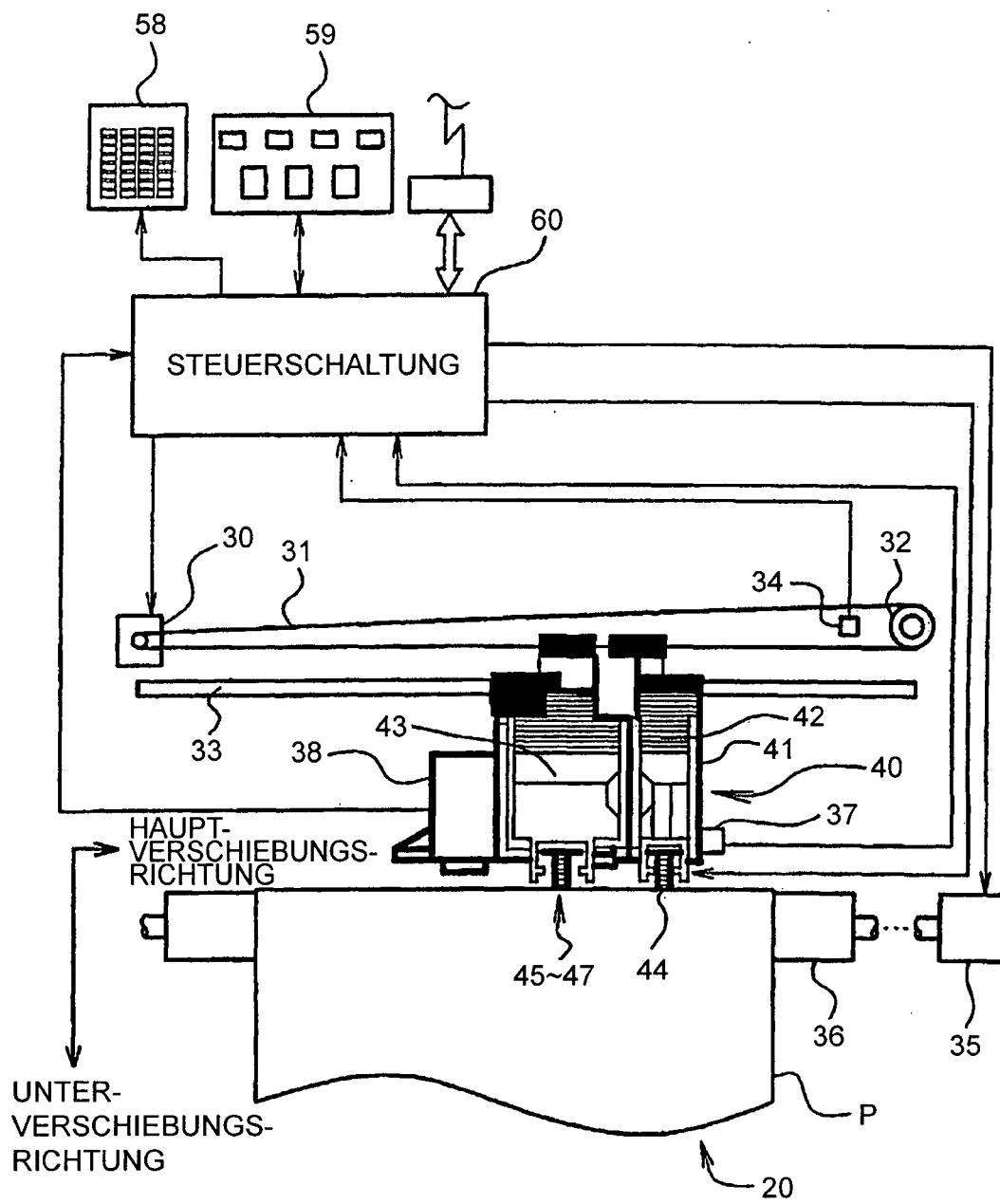
Figur 2



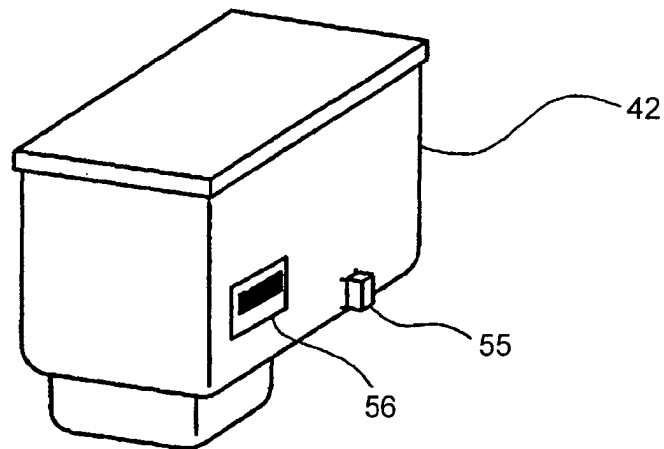
Figur 3



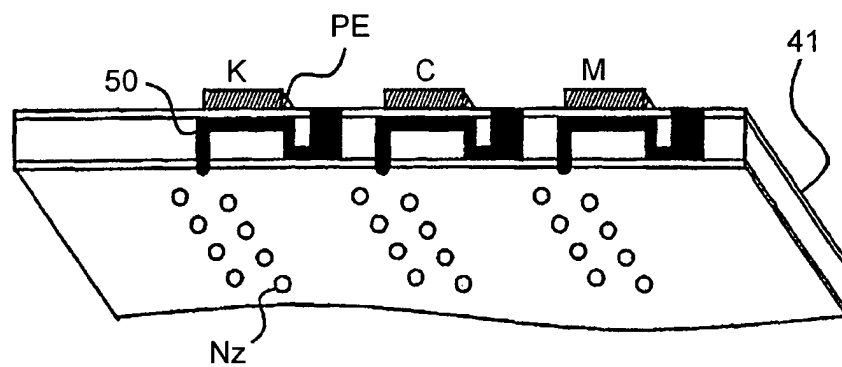
Figur 4



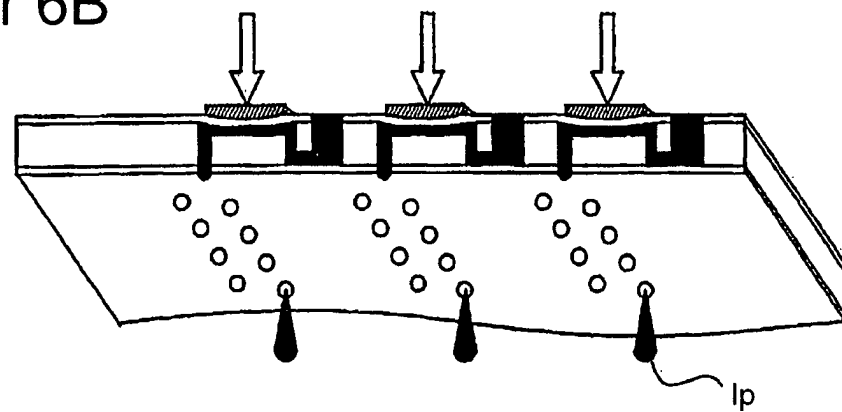
Figur 5



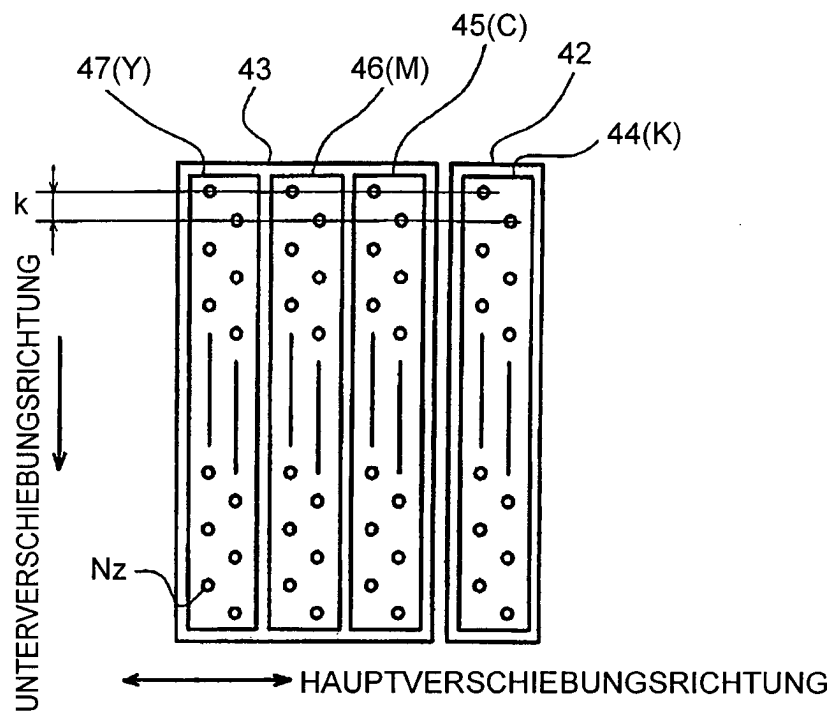
Figur 6A



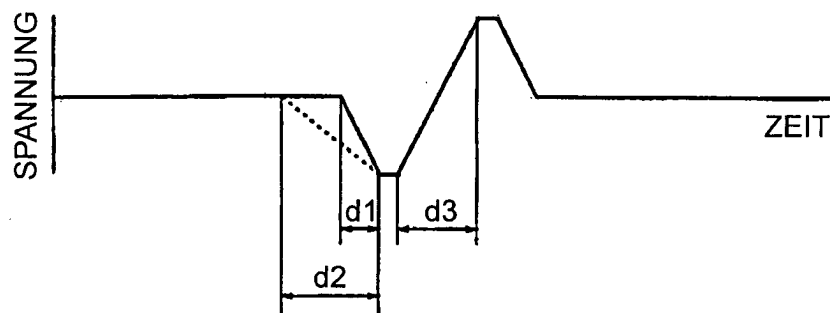
Figur 6B



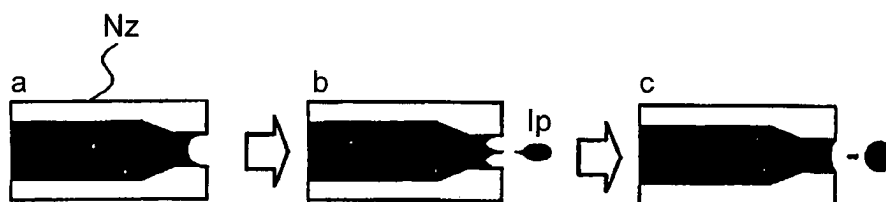
Figur 7



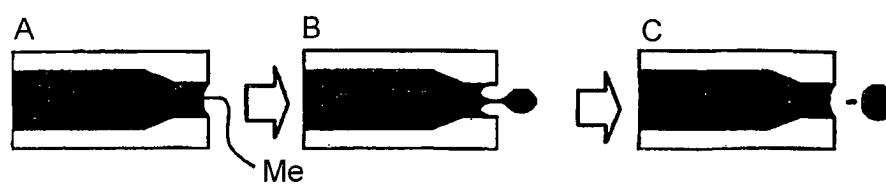
Figur 8A



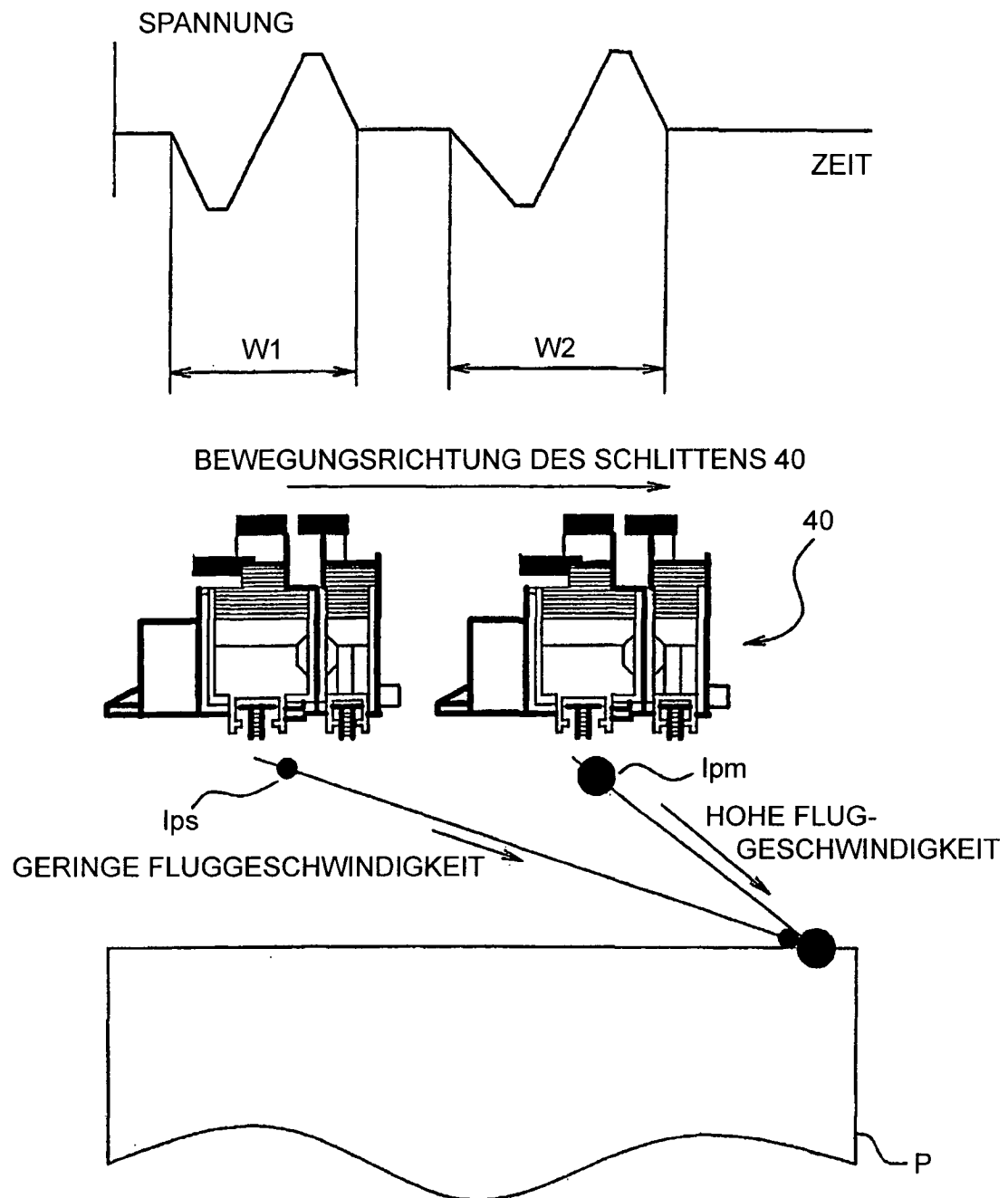
Figur 8B



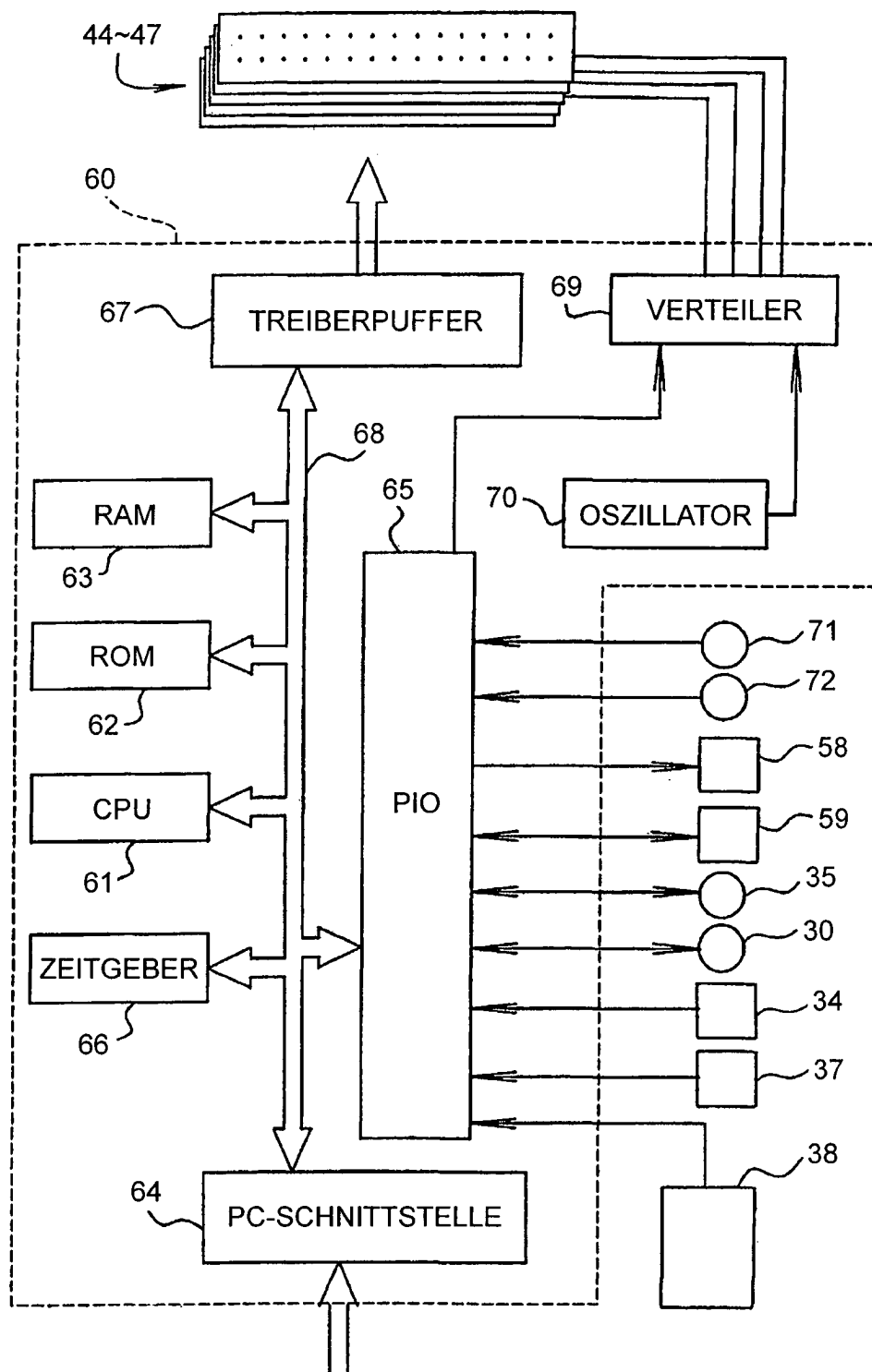
Figur 8C



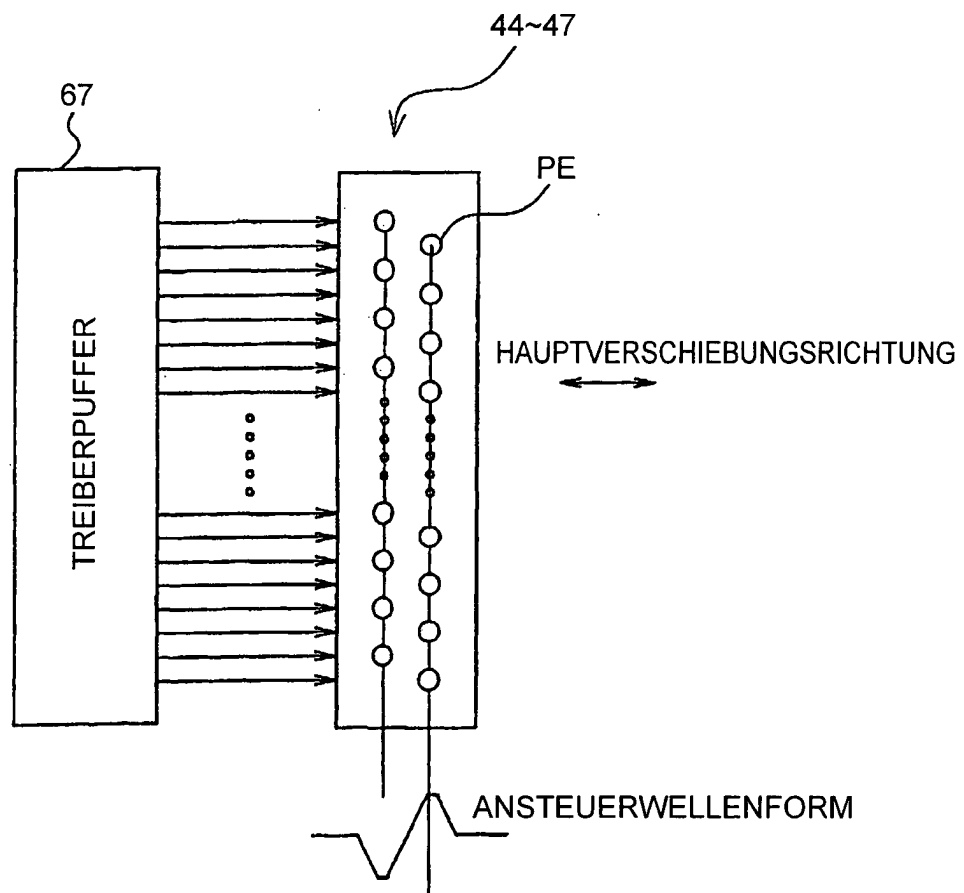
Figur 9



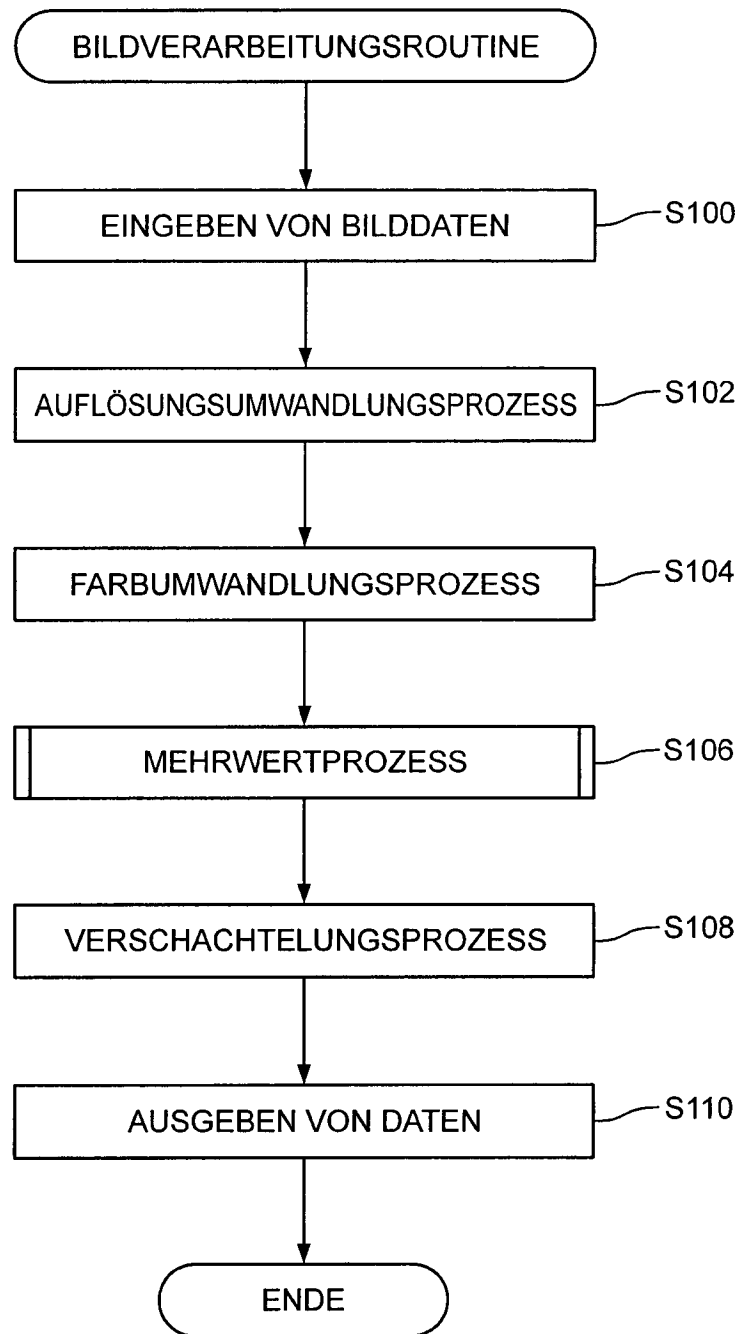
Figur 10



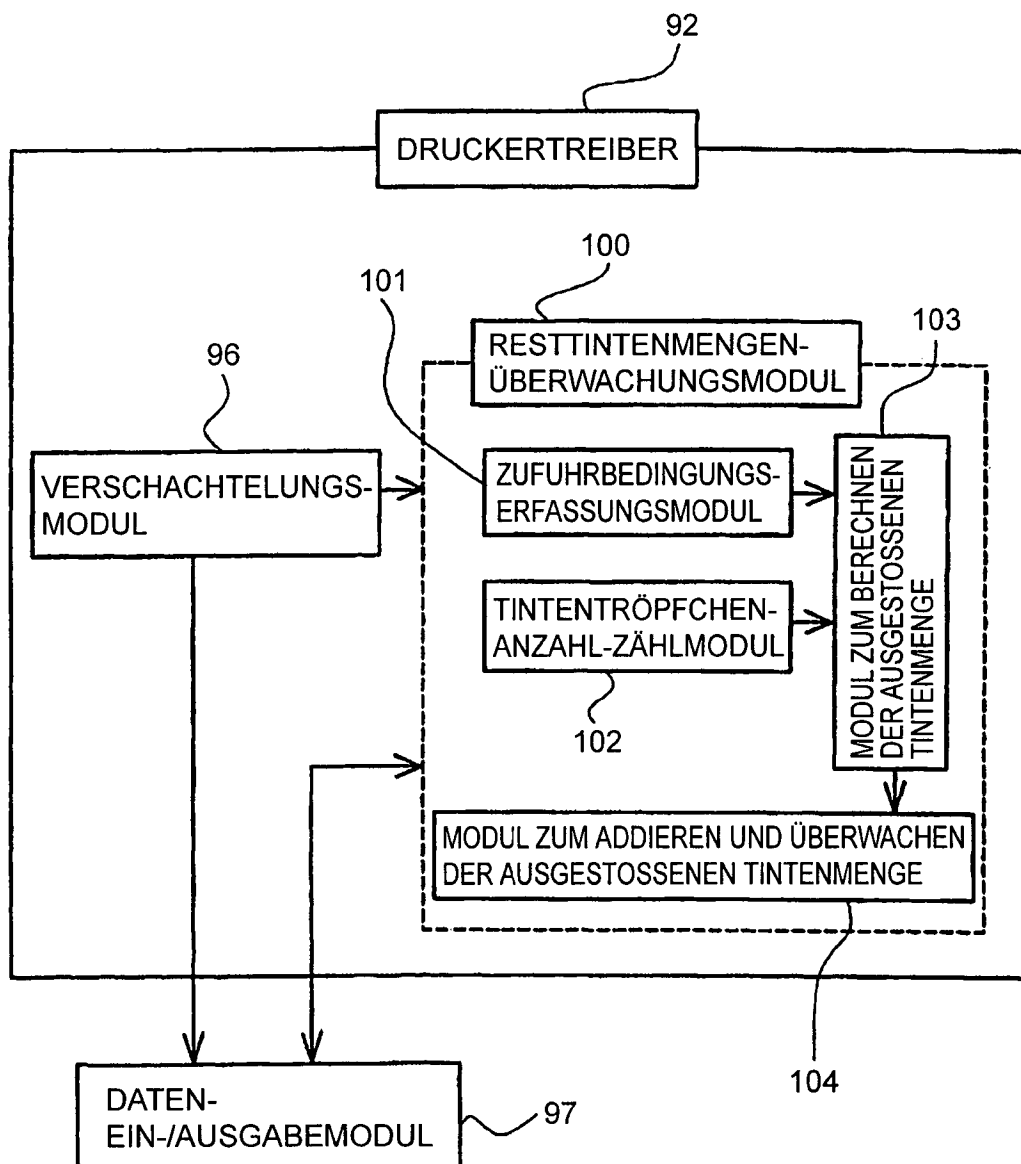
Figur 11



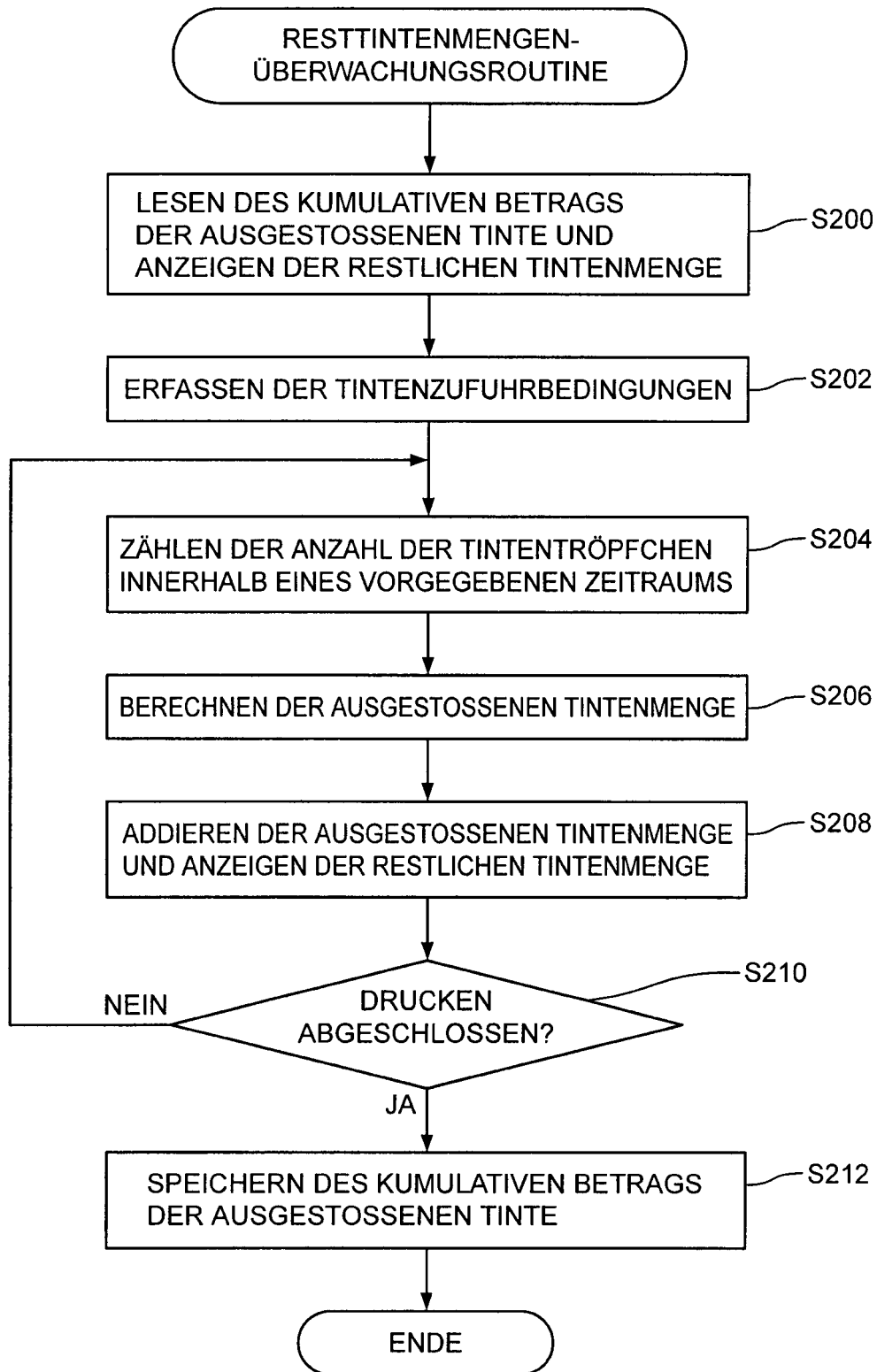
Figur 12



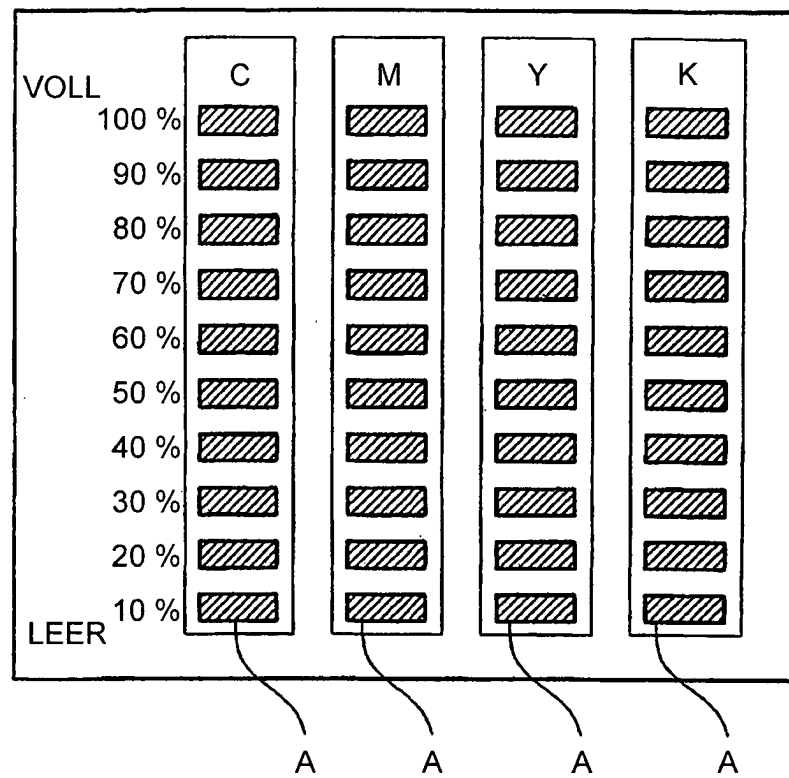
Figur 13



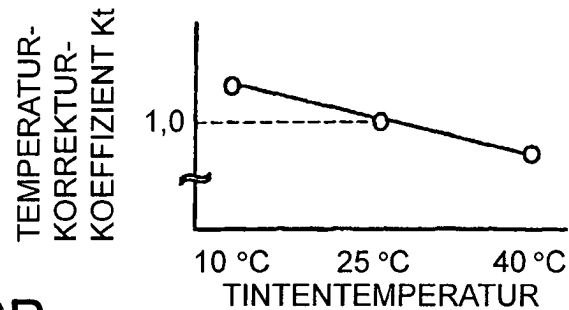
Figur 14



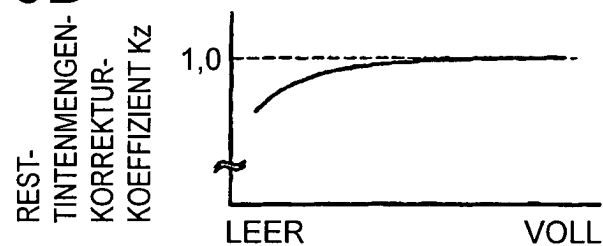
Figur 15



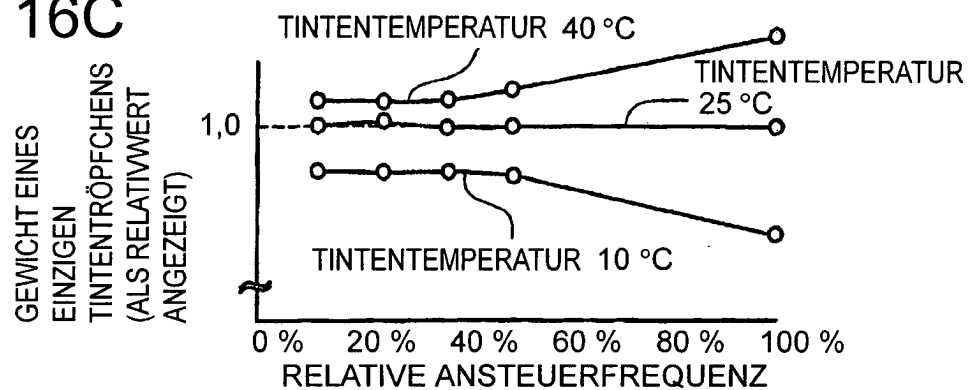
Figur 16A



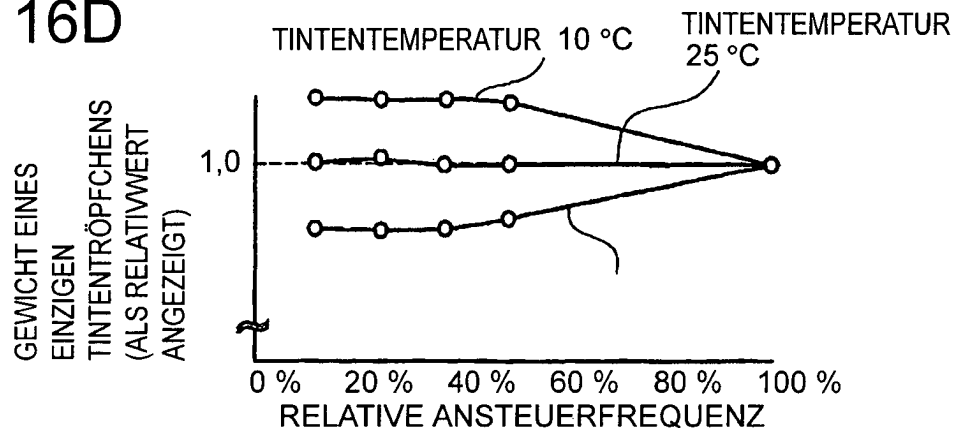
Figur 16B



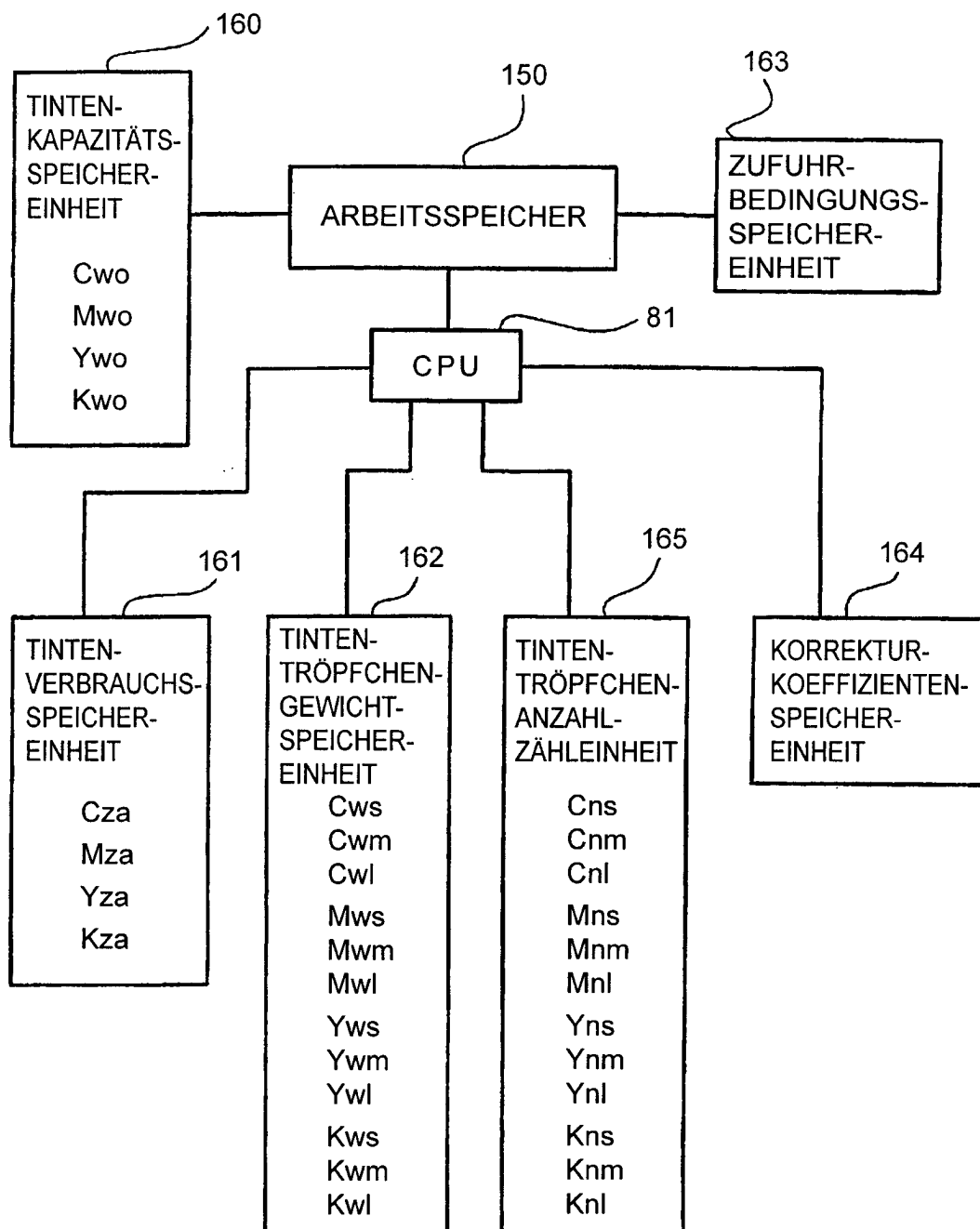
Figur 16C



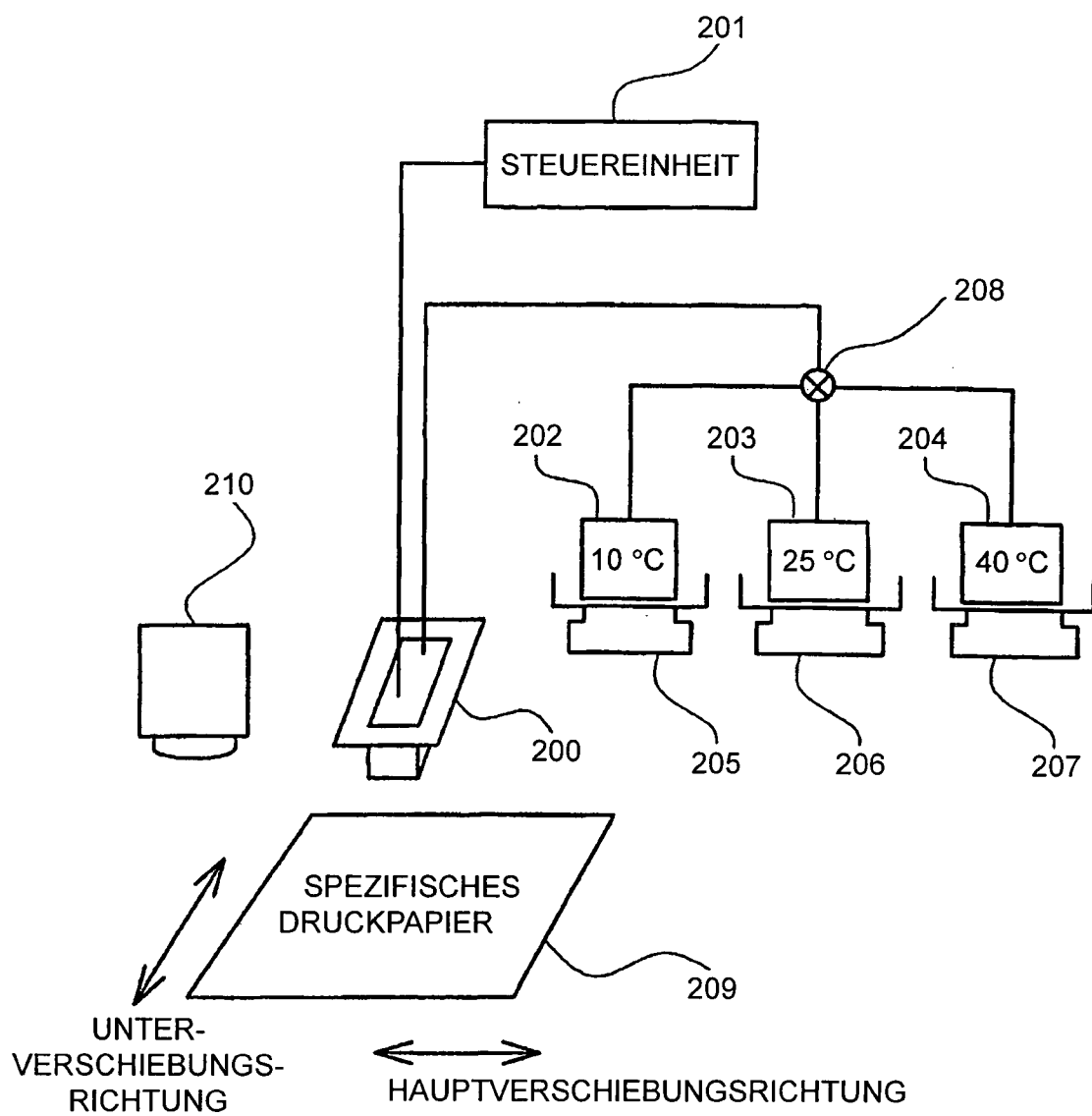
Figur 16D



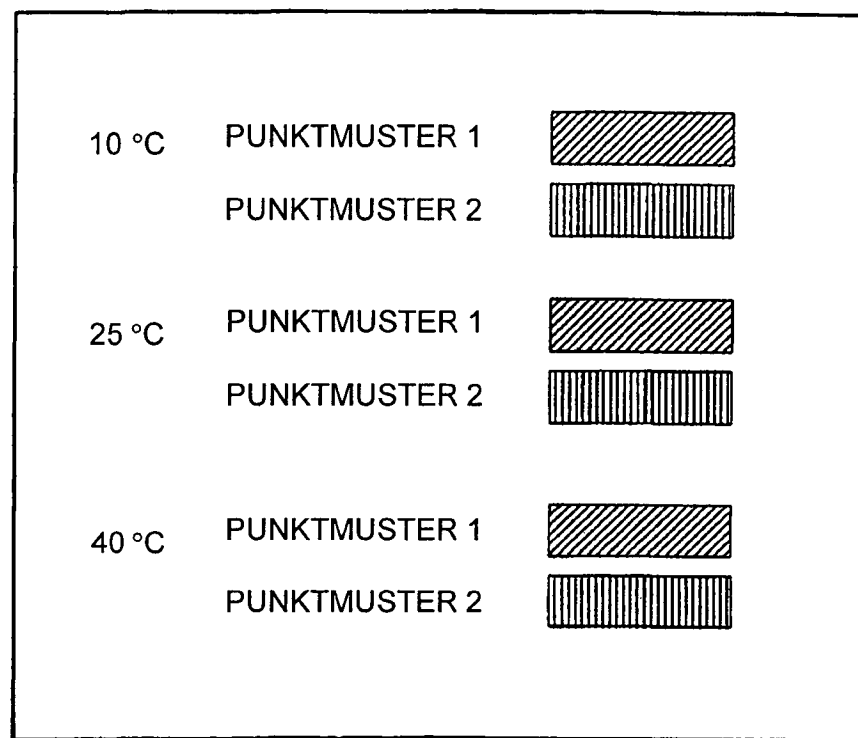
Figur 17



Figur 18



Figur 19



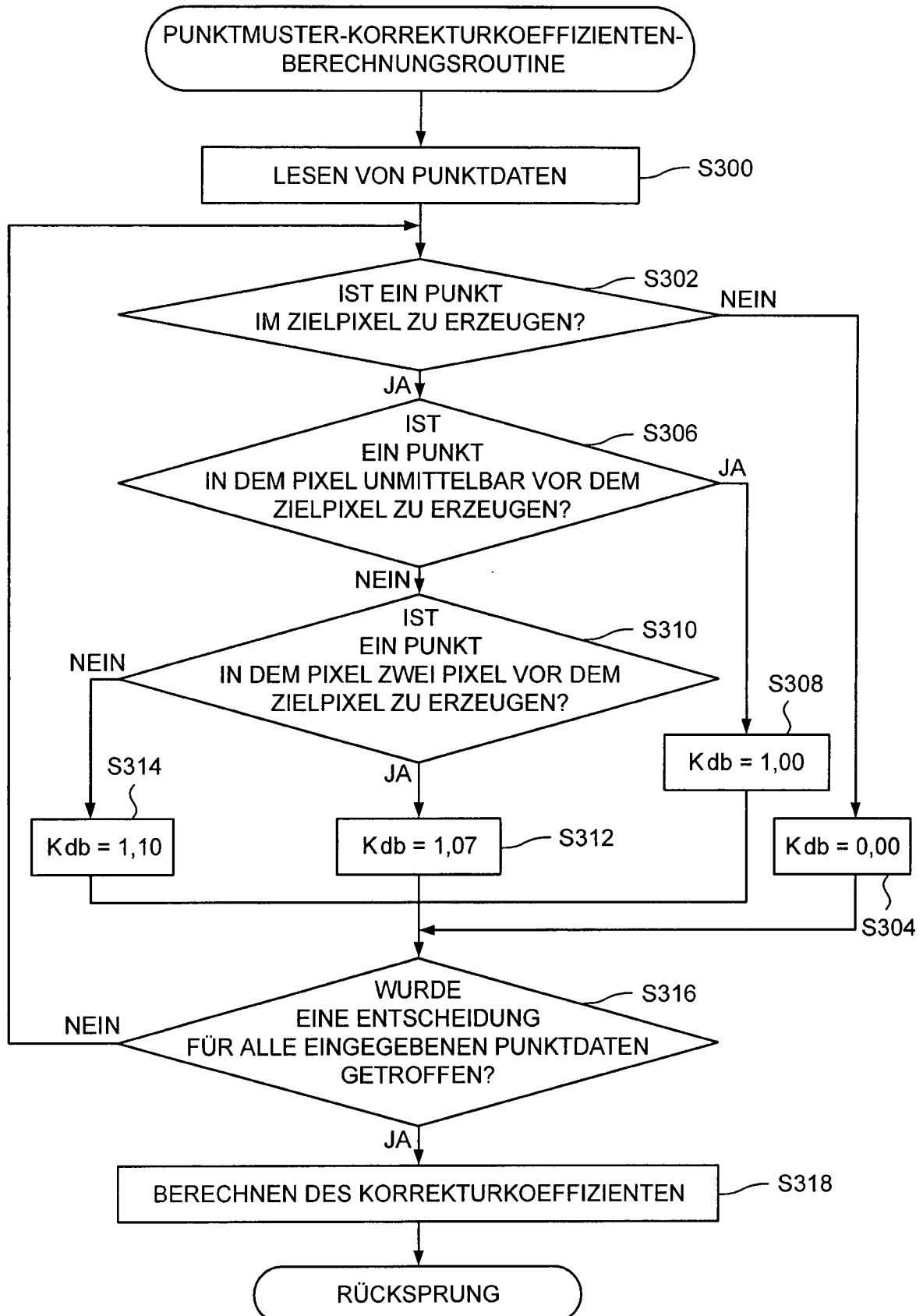
Figur 20A

		RELATIVE ANSTEUERFREQUENZ		
		100 %	50 %	UNTER 33 %
TINTENTEMPERATUR	10 °C	1,00	1,07	1,10
	10 °C ~ 25 °C	1,00	$-0,07(T-25)/15$ +1,00	$-0,1(T-25)/15$ +1,00
	25 °C	1,00	1,00	1,00
	25 °C ~ 40 °C	1,00	$-0,08(T-25)/15$ +1,00	$-0,11(T-25)/15$ +1,00
	40 °C	1,00	0,92	0,89

Figur 20B

ANSTEUER- AUSLASTUNG	KORREKTUR- KOEFFIZIENT
100 %	1,00
88 %	1,05
75 %	1,06
63 %	1,07
50 %	1,08
38 %	1,09
25 %	1,095
13 %	1,10

Figur 21



Figur 22A

		SERIELLE POSITIONEN															
DÜSENPOSITIONEN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
	2	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
	3	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0
	4	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1
	5	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
	6	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1
	7	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1

Figur 22B

	SERIELLE POSITIONEN																SUMMEN DER KORREKTUR- KOEFFIZIENTEN	
DÜSENPOSITIONEN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16
	1	0	1.1	0	0	0	1.1	1	0	1.07	1	1	0	1.07	1	1	1	10.34
	2	0	0	1.1	0	1.07	0	0	0	1.1	1	0	1.07	0	1.07	1	1	8.41
	3	0	1.1	0	1.07	0	0	1.1	1	1	0	1.07	0	1.07	0	1.07	0	8.48
	4	0	1.1	1	0	0	1.1	1	0	0	0	1.1	0	1.07	1	0	1.07	8.44
	5	0	0	1.1	0	0	0	0	0	1.1	0	1.07	0	0	1.1	0	1.07	5.44
	6	0	0	0	0	0	0	1.1	1	0	1.07	0	1.07	1	0	0	1.1	6.34
	7	1.1	0	1	1	0	1.07	0	0	1.1	0	0	1.1	1	0	0	0	8.37
	8	0	1	0	0	0	0	1.1	0	0	1.1	1	1	0	1.07	0	1.07	6.34
ANSTEUER- AUSLASTUNGEN	13%	50%	50%	25%	13%	38%	63%	25%	63%	50%	63%	50%	63%	63%	38%	75%	62.16	

Figur 23A

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1.1 & 0 & 0 & 0 & 1.1 & 1 & 0 & 1.07 & 1 & 1 & 0 & 1.07 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1.1 & 0 & 1.07 & 0 & 0 & 0 & 1.1 & 1 & 0 & 1.07 & 0 & 1.07 & 1 & 1 \\ 0 & 1.1 & 0 & 1.07 & 0 & 0 & 1.1 & 1 & 1 & 0 & 1.07 & 0 & 1.07 & 0 & 1.07 & 0 \\ 0 & 1.1 & 1 & 0 & 0 & 1.1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1.1 & 0 & 1.07 & 1 & 0 & 1.07 \\ 0 & 0 & 1.1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.1 & 0 & 1.07 & 0 & 0 & 1.1 & 0 & 1.07 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.1 & 1 & 0 & 1.07 & 0 & 1.07 & 1 & 0 & 0 & 1.1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1.07 & 0 & 0 & 1.1 & 0 & 0 & 1.1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.1 & 0 & 0 & 1.1 & 1 & 1 & 0 & 1.07 & 0 & 1.07 \end{pmatrix}$$

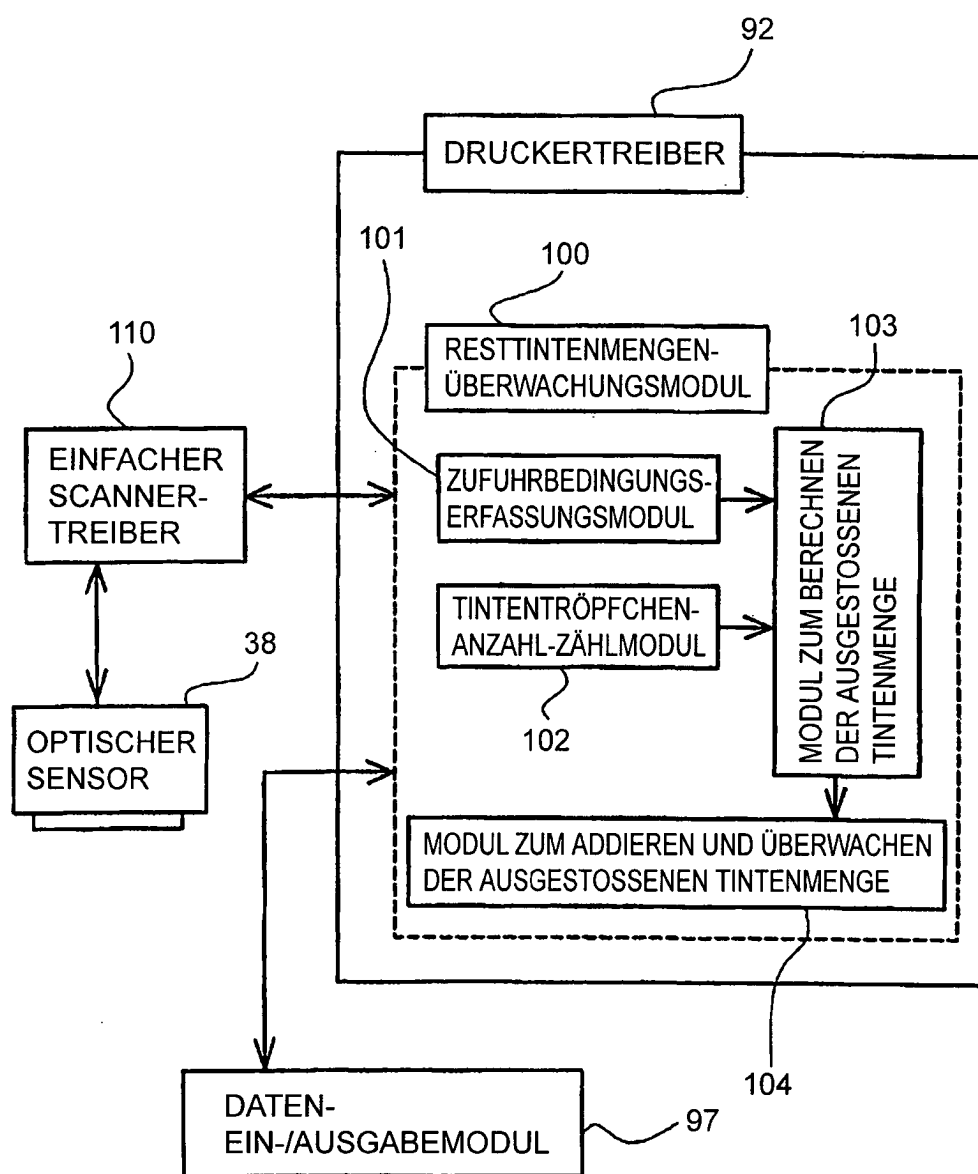
Figur 23B

$$B = \begin{pmatrix} 1.10 & 1.08 & 1.08 & 1.095 & 1.10 & 1.09 & 1.07 & 1.095 & 1.07 & 1.08 & 1.07 & 1.08 & 1.07 & 1.07 & 1.09 & 1.06 \end{pmatrix}$$

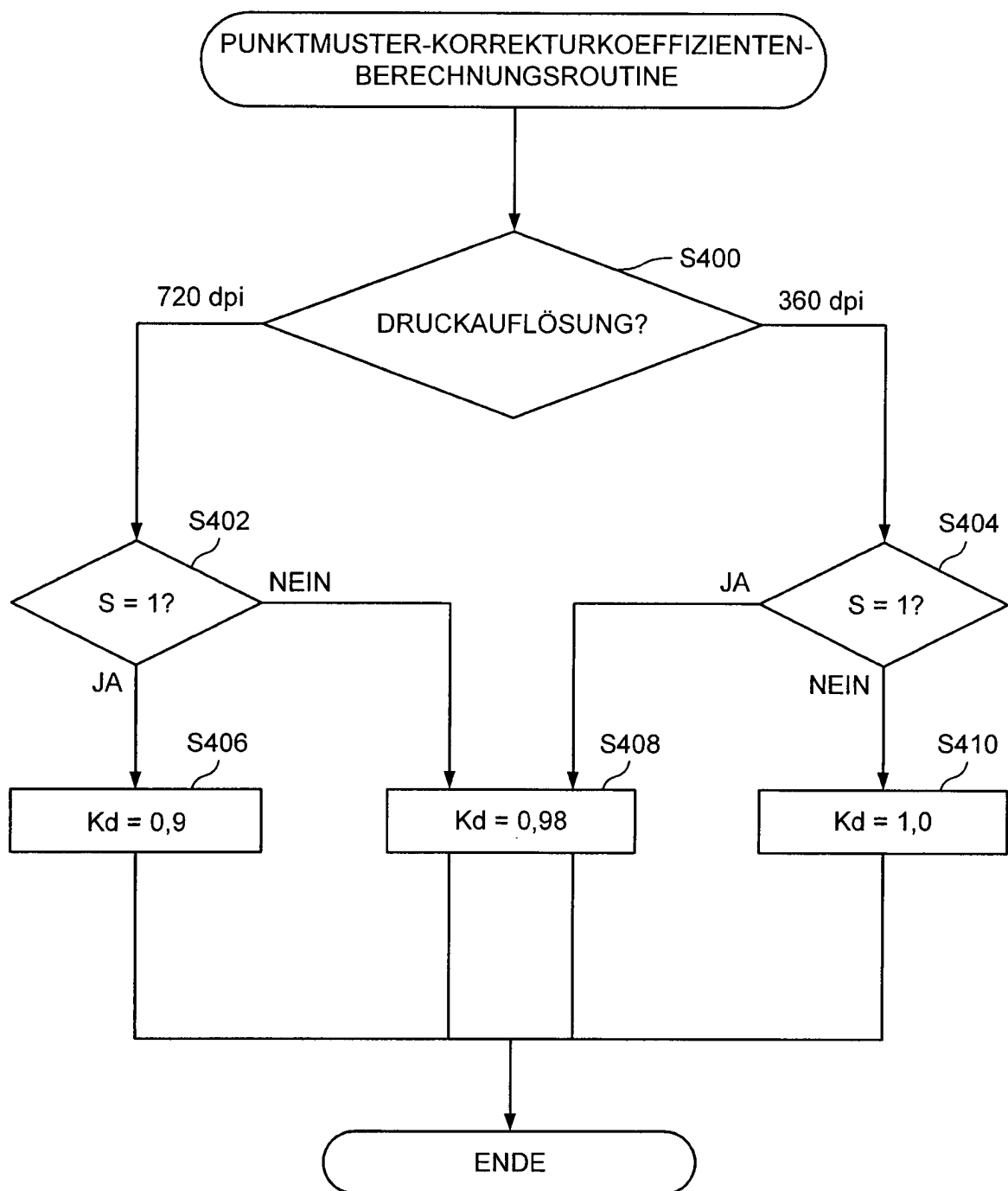
Figur 23C

$$A \cdot {}^t B = \begin{pmatrix} 11.1 \\ 9.07 \\ 9.16 \\ 9.06 \\ 5.82 \\ 6.82 \\ 9.07 \\ 6.79 \end{pmatrix}$$

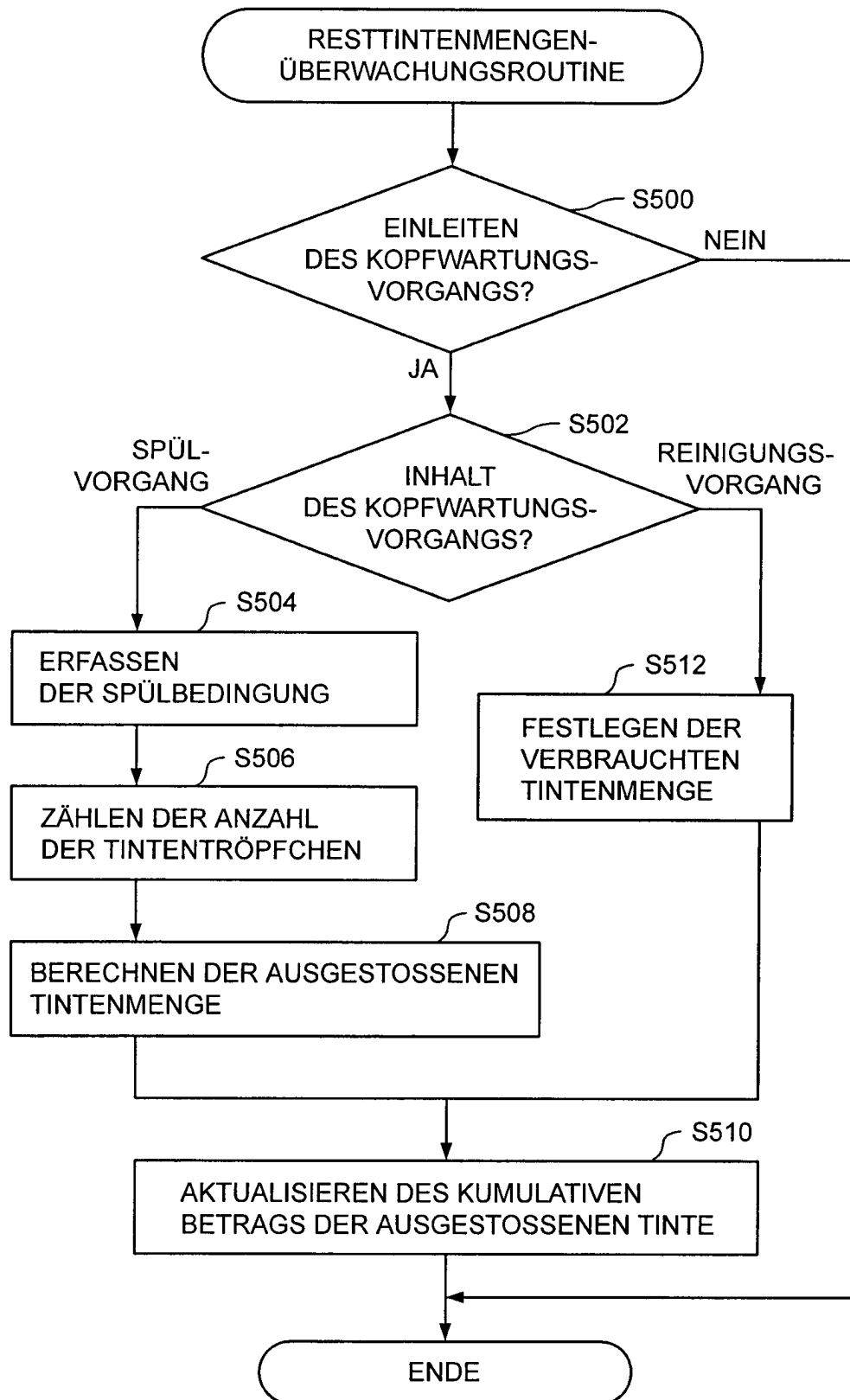
Figur 24



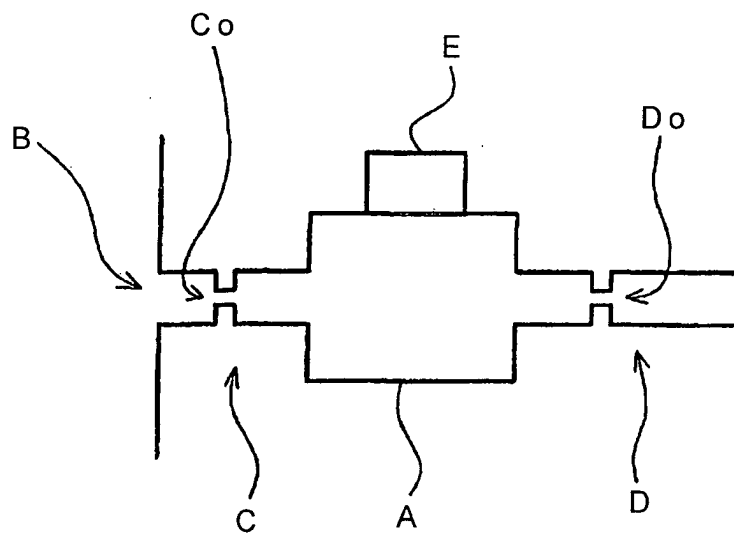
Figur 25



Figur 26



Figur 27A



Figur 27B

