



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 25 120 T2 2007.11.15**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 195 981 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H04N 1/405** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 25 120.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 123 769.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **04.10.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.04.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.11.2007**

(30) Unionspriorität:

**2000308013 06.10.2000 JP**

**2001238117 06.08.2001 JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:

**Seiko Epson Corp., Tokyo, JP**

(72) Erfinder:

**Kakutani, Toshiaki, Suwa-shi, Nagano-ken,  
392-8502, JP**

(74) Vertreter:

**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

(54) Bezeichnung: **Bildverarbeitungsvorrichtung und -Verfahren, Drucksteuervorrichtung und Aufzeichnungsmedi-  
um**

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****HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Bereich der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Technik zum Umwandeln von Farbtonebilddaten in eine Form, die durch den Punkt-Ein-Aus-Zustand ausgedrückt wird, und insbesondere eine Technik zum schnellen Umwandeln von Bilddaten, wobei die Qualität erhalten bleibt.

**Beschreibung des Standes der Technik**

**[0002]** Bildanzeigevorrichtungen, bei denen Bilder durch die Ausbildung von Punkten auf einem Anzeigemedium, wie z. B. einem Druckmedium oder einem Flüssigkristallbildschirm, erzeugt werden, sind als Ausgabevorrichtungen für verschiedene Typen von Bildausgabeeinrichtungen weit verbreitet. Der Betrieb einer derartigen Bildanzeigevorrichtung ist auf die Erzeugung von Bildern durch Punkte, die lokal ausgebildet werden, begrenzt, aber Bilder mit sich kontinuierlich variierenden Tönen können durch geeignetes Steuern der Ausbildung der Dichte der Punkte entsprechend den Tonwerten der Bilder erzeugt werden.

**[0003]** Ein Verfahren, das als Fehlerdiffusionstechnik bzw. Fehlerausbreitungstechnik bezeichnet wird, wird auf breiter Basis für eine derartige Bildanzeigevorrichtung verwendet, um den Punkt-Ein-Aus-Zustand an jedem Pixel zu bestimmen, so dass die Punkte mit einer Dichte, die adäquat entsprechend den Tonwerten des Bildes ausgewählt wird, ausgebildet werden. Die Fehlerdiffusionstechnik ist ein Verfahren, durch das die Binarisierungsfehler, die durch Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands an einem Zielpixel erzeugt werden, unter den nicht gewandelten Pixeln in der Umgebung des Zielpixels verteilt bzw. ausgebreitet werden, das Ergebnis gespeichert wird, und der Punkt-Ein-Aus-Zustand derart bestimmt wird, dass die Fehler, die von den umgebenden Pixeln ausgebreitet werden, eliminiert werden, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für die nicht gewandelten Pixel bestimmt wird. Somit kann die Ausbildung von Punkten, deren Dichte ausreichend mit dem Tonwert eines Bildes übereinstimmt, durch Bestimmung des Punkt-Ein-Aus-Zustands auf eine Weise, die eine Eliminierung der Binarisierungsfehler, die durch die umgebenden Pixel erzeugt werden, ermöglicht, gewährleistet werden.

**[0004]** Die Verwendung der Fehlerdiffusionstechnik macht es möglich, Bilder hoher Qualität zu erzeugen, da Punkte mit einer optimalen Dichte, die für die Tonbilddaten geeignet ist, ausgebildet werden, aber da die Tonfehler unter den umgebenden Pixeln jedes Mal, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt

wird, ausgebreitet werden müssen, erhöht sich die Verarbeitungszeit und ein schneller Bildausdruck ist schwer zu erzielen, wenn die Anzahl der Pixel der Bilder größer wird. Um diesen Probleme zu begegnen wurden Techniken vorgeschlagen, bei denen eine spezielle Anzahl von benachbarten Pixeln zu einem Block kombiniert werden und der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt wird, während die Fehler von diesem Block auf benachbarte Blöcke ausgebreitet werden (siehe beispielsweise JP2000-22944A). Die Bestimmung des Punkt-Ein-Aus-Zustands in Blockeinheiten auf diese Weise ermöglicht eine Verarbeitung, die innerhalb kurzer Zeit beendet ist, sowie ein schnelles Anzeigen von Bildern sogar dann, wenn eine große Anzahl von Pixeln zu verarbeiten ist.

**[0005]** Das Dokument EP 0 631 428 A2 beschreibt ein Pixelfehlerdiffusionsverfahren, wobei für ein spezielles Super-Pixel eines Bildes, das aus mehreren Pixeln besteht, Fehlerbeträge eines ausgewählten internen Gegenstandspixels einem anderen internen Gegenstandspixel bereitgestellt werden, bis ein vorbestimmter oder ausgewählter endgültiger Pixelfehlerwert innerhalb des ausgewählten Super-Pixels bestimmt wurde. Dieser endgültige interne Fehlerwert wird in Teilen oder insgesamt vom Betrag her auf ausgewählte Super-Pixel innerhalb einer vorbestimmten Super-Pixel-Nachbarschaft verteilt.

**[0006]** Derartige Verfahren weisen den Nachteil auf, dass eine Tendenz dahingehend besteht, dass das Qualitätsgefühl der angezeigten Bilder nachteilig beeinflusst wird, wenn diese Verfahren verwendet werden. Dieses ist der Tatsache zuzuschreiben, dass das Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands in Blockeinheiten, die durch Kombinieren einer speziellen Anzahl von Pixeln erhalten werden, zu einer Verringerung der Bildauflösung führt und die Bildqualität proportional zur Verringerung der Auflösung verschlechtert wird.

**[0007]** Ein Ziel der vorliegenden Erfindung, die perfektioniert wurde, um die obigen Probleme des Standes der Technik anzusprechen, ist es, eine Technik bereitzustellen, die es ermöglicht, dass Bilder schnell auf der Grundlage des Punkt-Ein-Aus-Zustands in ein Ausdrucksformat umgewandelt werden können, wobei die Bildqualität erhalten bleibt.

**[0008]** Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

**[0009]** Die Bildverarbeitungsvorrichtung und das Bildverarbeitungsverfahren sind derart beschaffen, dass, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes der Pixel, die einen Zielblock bilden, bestimmt wird, die Tonwerte der Pixel in dem Zielblock und die Tatsache, dass der Zielblock spezielle Verarbeitungsbe-

dingungen erfüllt oder nicht, auf der Grundlage der Größe der Tonwerte, die somit identifiziert werden, bestätigt wird. Obwohl Tonwerte, die durch Ausbreiten der Tonfehler von umgebenden Pixeln erhalten werden, hier als die Tonwerte der Pixel identifiziert werden, können Tonwerte, die vor der Ausbreitung der Tonfehler vorhanden sind, ebenfalls in herkömmlicher Weise verwendet werden. Die Bilddaten werden in Blockeinheiten in ein Ausdruckformat umgewandelt, das durch den Punkt-Ein-Aus-Zustand für die Zielblöcke bestimmt wird, die somit als die speziellen Verarbeitungsbedingungen erfüllend bestätigt werden. Eine derartige Umwandlung von Daten in Blockeinheiten kann den Umwandlungsprozess auf proportionale Weise beschleunigen. Die Umwandlung von Daten in ein Ausdrucksformat, das durch den Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt wird, wird für jedes der Pixel, die die Zielblöcke bilden, die somit als die speziellen Verarbeitungsbedingungen nicht genügend bestätigt werden, durchgeführt. Eine Umwandlung von Bilddaten für jedes Pixel ermöglicht es, eine hohe Bildqualität beizubehalten. Es ist somit möglich, schnell den Punkt-Ein-Aus-Zustand zu bestimmen, wobei die Bildqualität durch Umwandeln von Bilddaten entsprechend einem geeigneten Verfahren, das auf der Grundlage dessen ausgewählt wird, ob die Zielblöcke spezielle Verarbeitungsbedingungen erfüllen, beibehalten wird.

**[0010]** Ein optionales Merkmal der Bildverarbeitungsvorrichtung besteht darin, dass eine Summe von Tonwerten für die Pixel des Zielblockes berechnet wird, und dass die Tatsache, dass spezielle Verarbeitungsbedingungen erfüllt sind, bestätigt wird, wenn die Summe kleiner als ein spezieller Schwellenwert ist.

**[0011]** Da von einem Block mit einer kleinen Summe angenommen wird, dass er einen geringen Einfluss auf die Bildqualität aufweist, können Bilddaten schnell durch einen Prozess bei dem bestätigt wird, dass eine spezielle Verarbeitungsbedingung erfüllt ist und dass Punkte in einem jeweiligen Block ausgebildet wurden oder nicht, wenn der Gesamtwert für die Zielblöcke kleiner als ein spezieller Schwellenwert ist, umgewandelt werden, ohne die Bildqualität negativ zu beeinflussen. Außerdem kann der Gesamtwert für die Zielblöcke auf einfache Weise berechnet werden, was es möglich macht, auf einfache Weise eine Umwandlung durchzuführen, und zwar durch Durchführen der Umwandlungsprozedur auf der Grundlage des Gesamtwertes unabhängig davon, ob die Zielblöcke spezielle Verarbeitungsbedingungen erfüllen. Dieser Ansatz wird daher bevorzugt, da der Punkt-Ein-Aus-Zustand schnell bestimmt werden kann. Es ist offensichtlich, dass ein Mittelwert, der durch Mitteln der Tonwerte der Pixel erhalten wird, ebenfalls anstelle des Gesamttonwertes der Pixel in einem Zielblock verwendet werden kann.

**[0012]** Tonwerte, die durch Berücksichtigen der Tonfehler, die unter Pixeln ausgebreitet werden, erhalten werden, werden verwendet, um die Summe zu bestimmen. Da der Punkt-Ein-Aus-Zustand allgemein auf der Grundlage von Tonwerten bestimmt wird, die unter Berücksichtigung von Tonfehlern, die von umgebenden Pixeln ausgebreitet werden, erhalten werden, können Bilddatenumwandlungsverfahren noch geeigneter durch Bestimmen des Gesamtwertes auf der Grundlage derartiger Tonwerte klassifiziert werden. Tonwerte, die ohne die Ausbreitung von Tonfehlern erhalten werden, können ebenfalls geeignet verwendet werden.

**[0013]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls bestätigen, dass ein Zielblock spezielle Verarbeitungsbedingungen nicht erfüllt, und der Punkt-Ein-Aus-Zustand in jedem Pixel kann ebenfalls bestimmt werden, wenn Pixel vorhanden sind, für die die Differenz zwischen den Tonwerten von zwei benachbarten Pixeln in dem Zielblock einen speziellen Wert überschreitet.

**[0014]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls bestätigen, dass ein Zielblock spezielle Verarbeitungsbedingungen nicht erfüllt, und den Punkt-Ein-Aus-Zustand in jedem Pixel bestimmen, wenn die Differenz zwischen den maximalen und minimalen Tonwerten in dem Zielblock einen speziellen Wert überschreitet.

**[0015]** Die Differenz der Tonwerte zwischen Pixeln neigt dazu, in Bildbereichen mit Umrisssegmenten groß zu sein. Im Hinblick dessen ist das oben beschriebene Verfahren bevorzugt, da es ermöglicht, Bilddaten angemessen durch Bestätigen, ob der Zielblock einem Umrisssegment entspricht, und Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands bei Abwesenheit einer derartigen Entsprechung umzuwandeln, ohne die Auflösung der Umrisssegmente negativ zu beeinflussen. Obwohl Tonwerte, die durch Ausbreiten der Tonfehler von umgebenden Pixeln erhalten werden, für die Umwandlungsprozedur verwendet werden, können Tonwerte, die vor der Ausbreitung der Tonfehler vorhanden sind, ebenfalls geeignet verwendet werden.

**[0016]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls derart betrieben werden, dass der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Zielblockeinheiten für die Pixel eines Zielblockes, der spezielle Verarbeitungsbedingungen erfüllt, bestimmt wird, und die Tonfehler, die mit den Pixeln als Ergebnis der Umwandlungsprozedur identifiziert werden, unter den nicht gewandelten Pixeln eines zum Zielblock benachbarten Blockes ausgebreitet werden.

**[0017]** Dieser Ansatz wird bevorzugt, da, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Zielblöcken in Blockeinheiten bestimmt wird, der Punkt-Ein-Aus-Zustand noch

schneller bestimmt werden kann, als wenn die Umwandlungsprozedur in jedem Pixel durchgeführt wird.

**[0018]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls eine Summe von Tonwerten für sämtliche Pixel eines Zielblocks berechnen und bestimmen, dass Punkte für Pixel auszubilden sind, deren Anzahl entsprechend dieser Summe spezifiziert wird, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten bestimmt wird.

**[0019]** Dieser Ansatz ermöglicht eine schnelle Bestimmung des Punkt-Ein-Aus-Zustands für Zielblöcke. Ein anderes vorteilhaftes Merkmal dieses Ansatzes besteht darin, dass Punkte für einen gesamten Zielblock mit einer Dichte ausgebildet werden können, die geeignet entsprechend den Tonwerten eines jeweiligen Pixels ausgewählt wird. Obwohl Tonwerte, die durch Ausbreiten der Tonfehler von umgebenden Pixeln erhalten werden, als die Tonwerte der Pixel verwendet werden können, können Tonwerte, die vor der Ausbreitung der Fehler vorhanden sind, ebenfalls geeignet verwendet werden.

**[0020]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls bestimmen, dass Punkte für Pixel an speziellen Orten in einem Zielblock entsprechend der Summe auszubilden sind, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten bestimmt wird.

**[0021]** Dieser Ansatz wird bevorzugt, da, wenn eine spezielle Anzahl von Punkten für jedes der Pixel, die einen Zielblock bilden, auszubilden ist, eine Bestimmung der Pixelpositionen, an denen die Punkte auszubilden sind, im Voraus ermöglicht, die Prozedur, die verwendet wird, um die spezielle Anzahl von Punkten in dem Zielblock auszubilden, zu beschleunigen.

**[0022]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls bestimmen, dass Punkte für eine spezielle Anzahl von Pixeln in der Reihenfolge von den Pixeln mit größeren Tonwerten ausgehend in einem Zielblock auszubilden sind, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten bestimmt wird.

**[0023]** Dieser Ansatz wird bevorzugt, da das Ausbilden von Punkten in der Reihenfolge von höheren Tonwerten ausgehend ermöglicht, den Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes der Pixel eines Zielblockes zu bestimmen und Punkte für die Pixel auszubilden, die geeignet entsprechend den Tonwerten eines jeweiligen Pixels ausgewählt werden. Obwohl Tonwerte, die durch Ausbreiten von Tonfehlern erhalten werden, in diesem Fall verwendet werden können, können Tonwerte, die vor der Ausbreitung der Tonfehler vorhanden sind, ebenfalls geeignet verwendet werden.

**[0024]** In der somit konfigurierten Bildverarbeitungsvorrichtung können die Positionen der Punktausbildungspixel in einem Zielblock jedes Mal ausgewählt werden, und eine Punktausbildung kann für eine spezielle Anzahl von Pixeln bestimmt werden.

**[0025]** Dieser Ansatz wird bevorzugt, da kein Risiko besteht, dass die Bildqualität durch die geordnete Ausbildung von Punkten in einer Abfolge von Zielblöcken, die jeweils mit einer speziellen Anzahl von Punkten versehen sind, die entsprechend der zuvor genannten Summe ausgewählt wird, nachteilig beeinflusst wird.

**[0026]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls bestimmen, dass keine Punkte für die Pixel eines Zielblocks auszubilden sind, wenn die zuvor genannte Summe kleiner als ein spezieller Wert ist.

**[0027]** Dieser Ansatz ist bevorzugt, da der Punkt-Ein-Aus-Zustand in einem Zielblock nur durch Voreinstellen eines geeigneten speziellen Wertes schnell bestimmt werden kann.

**[0028]** In der somit konfigurierten Bildverarbeitungsvorrichtung kann der Punkt-Ein-Aus-Zustand ebenfalls in Blockeinheiten auf die folgende Weise bestimmt werden. Eine Summe von Tonwerten wird für die Pixel eines Zielblockes ohne Berücksichtigung der ausgebreiteten Tonfehler berechnet. Tonfehler, die auf einen Block ausgebreitet werden, der einer Folge von Zielblöcken folgt, werden initialisiert, wenn die jeweilige Summe für die Folge von Blöcken anschließend gleich Null ist.

**[0029]** Wenn der summierte Tonwert innerhalb eines Zielblockes konsistent auf Null bleibt, wird angenommen, dass der entsprechende Bereich das beabsichtigte Bild nicht enthält. Demzufolge wird dieser Ansatz bevorzugt, da Situationen, bei denen Punkte in bildfreien Bereichen aufgrund von ausgebreiteten Tonfehlern ausgebildet werden, durch Initialisieren der Tonfehler, die zwischen den Zielblöcken auf der Stromabseite verteilt werden, verhindert werden.

**[0030]** Die beanspruchte Bildverarbeitungsvorrichtung und das beanspruchte Bildverarbeitungsverfahren ermöglichen ebenfalls die Bestimmung des Punkt-Ein-Aus-Zustands in Zielblöcken in Blockeinheiten auf die folgende Weise. Insbesondere kann ein summierter Fehler durch Summenbildung der Tonfehler, die unter den Pixeln eines Zielblockes ausgebreitet werden, berechnet werden, und der resultierende aufsummierte Fehler kann unter den Pixeln des Zielblockes entsprechend einem speziellen Verfahren ausgebreitet werden.

**[0031]** Dieser Ansatz wird bevorzugt, da das Übernehmen eines blockweisen Ansatzes zum Ausbrei-

ten der Tonfehler unter den Pixeln eines Zielblockes den Ausbreitungsprozess im Vergleich zu einer einzelnen Ausbreitung von Fehlern unter Blockpixeln beschleunigt, was es möglich macht, die Bilddaten in den Zielblöcken schnell umzuwandeln.

**[0032]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls derart betrieben werden, dass ein summierter Fehler unter den Pixeln eines Zielblockes in einem speziellen Verhältnis ausgebreitet wird, wenn die Tonfehler unter den Pixeln des Zielblockes in Blockeinheiten ausgebreitet werden.

**[0033]** Dieser Ansatz ist bevorzugt, da das Voreinstellen des Verhältnisses, mit dem der summierten Fehler unter den Pixeln eines Blockes ausgebreitet wird, eine Ausbreitung von Ausbreitungsfehlern unter den Pixeln des Zielblockes auf schnelle Weise ermöglicht, was es möglich macht, eine proportionale Erhöhung der Geschwindigkeit, mit der die Bilddaten umgewandelt werden können, zu erzielen.

**[0034]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls derart betrieben werden, dass sämtliche Tonfehler für jedes der Pixel kollektiv auf ein Pixel ausgebreitet werden können, das an einem speziellen Ort in dem Zielblock angeordnet ist, wenn die Tonfehler unter den Pixeln des Zielblockes in Blockeinheiten ausgebreitet werden.

**[0035]** Dieser Ansatz ist bevorzugt, da das Handhaben sämtlicher Tonfehler für die Pixel eines Zielblockes als ein Fehler, der kollektiv auf das Pixel, das an einem speziellen Ort in dem Zielblock angeordnet ist, ausgebreitet werden kann, ermöglicht, dass die Tonfehler mit hoher Rate ausgebreitet werden können, was es möglich macht, eine Erhöhung der Geschwindigkeit, mit der die Bilddaten umgewandelt werden, zu erzielen. Außerdem kann der Gesamtfehler des Zielblockes auf geeignete Weise auf mehrere Pixel, die an speziellen Orten angeordnet sind, ausgebreitet werden.

**[0036]** Die oben beschriebene Bildverarbeitungsvorrichtung ermöglicht ebenfalls die Bestimmung des Punkt-Ein-Aus-Zustands in Zielblöcken in Blockeinheiten auf die folgende Weise. Insbesondere werden Bilddaten in Blockeinheiten durch ein Verfahren umgewandelt, bei dem der Punkt-Ein-Aus-Zustand in jedem Pixel bestimmt wird, während die Tonfehler, die durch die Pixel eines Zielblocks erzeugt werden, auf die nicht gewandelten Pixel eines zum Zielblock benachbarten Blockes ausgebreitet werden.

**[0037]** Bilddaten können somit mit hoher Bildqualität aufgrund der Ausbreitung der Tonfehler durch Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands der Pixel in dem Zielblock umgewandelt werden. Es ist ebenfalls möglich, den Punkt-Ein-Aus-Zustand in dem Zielblock durch Begrenzen der Tonfehler auf den Block

schnell zu bestimmen. Ultimativ wird dieser Ansatz bevorzugt, da Bilddaten auf schnelle Weise umgewandelt werden können, ohne die Bildqualität des Zielblocks zu verringern.

**[0038]** Die beanspruchte Bildverarbeitungsvorrichtung und das beanspruchte Bildverarbeitungsverfahren ermöglichen es ebenfalls, den Punkt-Ein-Aus-Zustand in Zielblöcken in Blockeinheiten auf die folgende Weise zu bestimmen. Insbesondere kann ein Blockfehler durch Summenbildung der Tonfehler, die mit den Pixeln eines Zielblockes identifiziert werden, durch Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands berechnet werden, und der resultierende Blockfehler kann auf die nicht gewandelten Pixel eines zum Zielblock benachbarten Blockes ausgebreitet werden.

**[0039]** Das Verfahren, bei dem die Tonfehler, die auf die Pixel eines zum Zielblock benachbarten Blockes ausgebreitet werden, kollektiv in Blockeinheiten ausgebreitet werden, kann somit eine beschleunigte Ausbreitung im Vergleich zu einem Fall erzielen, bei dem die Fehler individuell auf die Pixel des benachbarten Blockes ausgebreitet werden. Als Ergebnis ist dieser Ansatz bevorzugt, da Bilddaten auf schnelle Weise in ein Ausdrucksformat, das durch den Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt wird, umgewandelt werden können.

**[0040]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls derart betrieben werden, dass der Blockfehler auf der Grundlage der Ergebnisse, die durch Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands für die Pixel eines Zielblockes erhalten werden, und auf der Grundlage des summierten Tonwertes der Pixel vor der Ausbreitung der Tonfehler von dem benachbarten Block berechnet wird.

**[0041]** Dieser Ansatz ist bevorzugt, da die Tonfehler nicht für jedes der Pixel in einem Zielblock bestimmt werden müssen, was es möglich macht, die Geschwindigkeit zu erhöhen, mit der der Blockfehler berechnet wird und der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt wird.

**[0042]** Die somit konfigurierte Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls derart betrieben werden, dass der Blockfehler in einem speziellen Verhältnis auf die Pixel in einem benachbarten Block eines Zielblockes ausgebreitet wird, wenn die Tonfehler, die durch den Zielblock erzeugt werden, auf die Pixel eines benachbarten Blockes in Blockeinheiten ausgebreitet werden.

**[0043]** Dieser Ansatz ist bevorzugt, da der Blockfehler, der durch einen Zielblock erzeugt wird, auf schnelle Weise auf die Pixel eines benachbarten Blockes ausgebreitet werden kann.

**[0044]** Alternativ kann der Blockfehler auf eines

oder mehrere Pixel, die an speziellen Orten innerhalb des benachbarten Blockes angeordnet sind, ausgebreitet werden.

**[0045]** Dieser Ansatz ist bevorzugt, da das Voreinstellen der Pixelorte zum Ausbreiten des Blockfehlers es ermöglicht, die Prozedur zum Ausbreiten der Tonfehler zu vereinfachen, was es möglich macht, eine proportionale Erhöhung der Verarbeitungsgeschwindigkeit zu erzielen. Die Pixel, die an den speziellen Orten innerhalb des benachbarten Blockes angeordnet sind, können ein Pixel sein, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Option begrenzt und ermöglicht, dass der Blockfehler auf mehrere Pixel in einem speziellen Verhältnis ausgebreitet wird.

**[0046]** Die oben beschriebene Bildverarbeitungsvorrichtung kann ebenfalls derart konfiguriert sein, dass vier Pixel, die in zwei Reihen und Spalten angeordnet sind, kombiniert werden, um einen Block zu bilden.

**[0047]** Die Kombination von vier Pixeln, die in zwei Reihen und Spalten angeordnet sind, um einen Block auszubilden, ist bevorzugt, da der Punkt-Ein-Aus-Zustand auf schnelle und leichte Weise mit minimaler Verschlechterung der Bildqualität durch Durchführen der Umwandlungsprozedur ohne Ausbreiten von Tonfehlern auf die Blockpixel bestimmt werden kann.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0048]** Es zeigen:

**[0049]** [Fig. 1](#) ein schematisches Blockdiagramm eines Drucksystems als eine Darstellung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**[0050]** [Fig. 2](#) ein Diagramm, das die Struktur eines Computers, der als Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform betrieben wird, zeigt,

**[0051]** [Fig. 3](#) ein schematisches Blockdiagramm eines Druckers, der als die Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß der Ausführungsform betrieben wird,

**[0052]** [Fig. 4](#) ein Flussdiagramm, das den Prozess der Bilddatenumwandlungsprozedur zeigt, die von der Bildverarbeitungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Ausführungsform durchgeführt wird,

**[0053]** [Fig. 5](#) ein Flussdiagramm, das den Fortschritt des Prozesses des Umwandels der Anzahl von Tönen zeigt, der entsprechend der vorliegenden Ausführungsform durchgeführt wird,

**[0054]** [Fig. 6](#) ein Diagramm, das die Weise zeigt, wie ein Zielblock eingestellt bzw. festgelegt wird,

**[0055]** [Fig. 7](#) ein Diagramm, das die Weise zeigt,

wie ein Punkt in nur einem der Pixel, die einen Zielblock bilden, ausgebildet wird,

**[0056]** [Fig. 8](#) ein Diagramm, das ein Beispiel zeigt, bei dem ein Punkt in nur zwei der Pixel, die einen Zielblock bilden, ausgebildet wird,

**[0057]** [Fig. 9](#) ein Diagramm, das schematisch ein Verfahren zeigt, bei dem der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel bestimmt wird, während Fehler auf die Pixel eines Zielblocks ausgebreitet werden,

**[0058]** [Fig. 10](#) ein Flussdiagramm, das den Fortschritt einer Prozedur zum Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands für ein jeweiliges Pixel zeigt,

**[0059]** [Fig. 11](#) ein Diagramm, das schematisch ein anderes Verfahren zeigt, bei dem der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel bestimmt wird, während Fehler auf die Pixel eines Zielblockes ausgebreitet werden,

**[0060]** [Fig. 12](#) ein Diagramm, das schematisch die Weise zeigt, wie ein Tonfehler, der durch einen Zielblock erzeugt wird, auf umgebende Pixel ausgebreitet wird,

**[0061]** [Fig. 13](#) ein Diagramm, das schematisch ein modifiziertes Beispiel zeigt, bei dem ein Tonfehler, der durch einen Zielblock erzeugt wird, auf umgebende Pixel ausgebreitet wird,

**[0062]** [Fig. 14](#) ein Diagramm, das die Prozedur zum Einstellen des Verhältnisses, mit dem ein Tonfehler, der durch einen Zielblock erzeugt wird, auf umgebende Pixel ausgebreitet wird, zeigt,

**[0063]** [Fig. 15](#) ein Diagramm, das schematisch die Weise zeigt, wie der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten bestimmt wird, während der Tonfehler, der durch ein jeweiliges Pixel erzeugt wird, auf umgebende Pixel ausgebreitet wird,

**[0064]** [Fig. 16](#) ein Diagramm, das das Verhältnis zum Ausbreiten von Fehlern auf umgebende Pixel zeigt, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten bestimmt wird, während der Tonfehler, der durch ein jeweiliges Pixel erzeugt wird, auf umgebende Pixel ausgebreitet wird,

**[0065]** [Fig. 17](#) ein Diagramm, das schematisch eine andere Ausführungsform zeigt, bei der der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten bestimmt wird, während der Tonfehler, der durch ein jeweiliges Pixel erzeugt wird, auf umgebende Pixel ausgebreitet wird,

**[0066]** [Fig. 18](#) ein Flussdiagramm, das den Verarbeitungsfluss in einer ersten Modifikation des Pro-

zesses zum Umwandeln der Anzahl der Töne gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt,

**[0067]** [Fig. 19](#) ein Flussdiagramm, das den Verarbeitungsablauf in einer zweiten Modifikation des Prozesses zum Umwandeln der Anzahl von Tönen gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt, und

**[0068]** [Fig. 20](#) ein Diagramm, das schematisch das Kantenerfassungsverfahren zeigt, das in der zweiten Modifikation des Prozesses zum Umwandeln der Anzahl von Tönen gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

**[0069]** Um den Betrieb und die Vorteile der vorliegenden Erfindung weiter zu erläutern, werden im Folgenden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in der folgenden Abfolge beschrieben.

- A. Kurzfassung der Ausführungsformen
- B. Vorrichtungsstruktur
- C. Überblick über Bilddatenumwandlungsprozedur
- D. Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne
  - D-1. Verarbeitung von hervorgehobenen Bereichen
  - D-2. Verarbeitung von hervorgehobenen Übergangsbereichen
  - D-3. Verarbeitung von Bereichen jenseits eines Zwischentonwertes
- E. Modifikationen
  - E-1. Erste Modifikation
  - E-2. Zweite Modifikation
  - E-3. Dritte Modifikation

#### A. Kurzfassung der Ausführungsform

**[0070]** Eine kurze Beschreibung von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung erfolgt nun mit Bezug auf [Fig. 1](#). [Fig. 1](#) ist ein Diagramm, das eine kurze Beschreibung von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf ein Drucksystem gibt. Das Drucksystem weist einen Computer **10** als die Bildverarbeitungsvorrichtung, einen Farbdrucker **20** und Ähnliches auf. Beim Empfangen von Tonbilddaten, die RGB-Farbbilder betreffen, von einer Digitalkamera, einem Farbscanner oder einer anderen Videovorrichtung, wandelt der Computer **10** diese Bilddaten in Druckdaten um, die durch Ausbildung von Farbpunkten, die durch den Farbdrucker **20** gedruckt werden können, dargestellt werden können. Die Druckdaten werden unter Verwendung eines vorgegebenen Programms umgewandelt, das als "Druckertreiber **12**" bezeichnet wird. Die RGB-Tonbilddaten können ebenfalls durch den Computer **10** mit Hilfe verschiedener Anwendungsprogramme kombiniert werden.

**[0071]** Der Druckertreiber **12** weist mehrere Module auf, die ein Auflösungs-umwandlungsmodul, ein Farbumwandlungsmodul, ein Tonanzahlumwandlungsmodul und ein Schnittstellenmodul beinhalten. Das Tonanzahlumwandlungsmodul wandelt die Tonbilddaten in ein Ausdrucksformat auf der Grundlage des Punkt-Ein-Aus-Zustands um. Die Arten der Verarbeitung, die durch die anderen Module durchgeführt werden, werden im Folgenden beschrieben. Der Farbdrucker **20** druckt Farbbilder auf einem Druckmedium durch Ausbilden von farbigen Tintenpunkten auf der Grundlage der Druckdaten, die durch die Module umgewandelt werden.

**[0072]** Das Tonanzahlumwandlungsmodul, das zu dem Drucksystem der vorliegenden Erfindung gehört, weist mehrere Bestätigungsmodi auf und wird betrieben, um eine spezielle Anzahl von Pixeln zu Blöcken zu kombinieren und den Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten zu bestimmen. Nur zwei typische Bestätigungsmodi sind schematisch in Verbindung mit dem in [Fig. 1](#) gezeigten Tonanzahlumwandlungsmodul gezeigt. Der Bestätigungsmodus, der auf der linken Seite des Tonanzahlumwandlungsmoduls in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist ein Modus, bei dem keine Unterscheidung zwischen den Pixeln in einem Block getroffen wird, und der Punkt-Ein-Aus-Zustand wird durch Behandeln des Zielblockes als großes Pixel bestimmt. Der Bestätigungsmodus, der auf der rechten Seite des Tonanzahlumwandlungsmoduls in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist ein Modus, bei dem der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt wird, während die Prozedur in Blockeinheiten durchgeführt wird und Tonfehler auf die Pixel des Zielblocks ausgebreitet werden. Diese Bestätigungsmodi werden unten beschrieben. Verarbeitungsbedingungen werden zu Beginn einer Zielblockverarbeitung bestätigt, und der Punkt-Ein-Aus-Zustand wird unter Verwendung eines geeigneten Bestätigungsmodus entsprechend der bestätigten Verarbeitungsbedingung bestimmt. Das Bestätigungsverfahren für die Verarbeitungsbedingung wird unten genauer beschrieben.

**[0073]** Bei dem Tonanzahlumwandlungsmodul der vorliegenden Erfindung werden unterschiedliche Bestätigungsmodi für unterschiedliche Blöcke ausgewählt, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten bestimmt wird, um die Umwandlungsprozedur zu beschleunigen. Es ist daher möglich, die Verarbeitung zu beschleunigen, wobei die Bildqualität aufrechterhalten wird. Ein derartiges Bildverarbeitungsverfahren wird unten mit Bezug auf die Ausführungsformen beschrieben.

#### B. Vorrichtungsstruktur

**[0074]** [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, das die Struktur eines Computers **100** zeigt, der die Bildverarbeitungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform darstellt. Der Computer **100** ist eine allgemein bekannte



Rechenvorrichtung auf der Grundlage einer CPU **102** und wird durch Verbinden eines ROM **104**, eines RAM **106** und Ähnlichem miteinander mit Hilfe eines Busses **116** erhalten.

**[0075]** Die folgenden Komponenten sind mit dem Computer **100** verbunden: Eine Diskettensteuerung DDC **109** zum Auslesen von Daten von einer Diskette **124** oder einer Kompaktdisk **126**, eine Schnittstelle P-I/F **108** für eine periphere Einrichtung zum Austauschen von Daten mit einer peripheren Einrichtung, eine Video-Schnittstelle V-I/F **112** zum Erregen eines CRT **114**, und Ähnliches. Ein Farbdrucker **200** (s. u.), ein Festplattenlaufwerk **118** und Ähnliches sind mit der P-I/F **108** verbunden. Die Verbindung einer Digitalkamera **120**, des Farbscanners **122** oder Ähnliches mit der P-I/F **108** ermöglicht es, dass Bilder, die von der Digitalkamera **120** oder dem Farbscanner **122** aufgenommen werden, gedruckt werden. Außerdem ermöglicht es die Installation einer Netzwerk-Schnittstellenkarte NIC **110**, dass der Computer **100** mit einer Kommunikationsleitung **300** verbunden wird, und dass die Daten, die durch eine Speichervorrichtung **310** (die mit der Kommunikationsleitung verbunden ist) empfangen werden.

**[0076]** [Fig. 3](#) ist ein Diagramm, das die Gesamtstruktur des Farbdruckers **200** gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt. Der Farbdrucker **200** ist ein Tintenstrahldrucker, der in der Lage ist, Tintenpunkte aus vier Farben auszubilden: Zyan, Magenta, Gelb und Schwarz. Es ist ebenfalls möglich, einen Tintenstrahldrucker zu verwenden, der in der Lage ist, Punkte von sechs Farben auszubilden, die helles Zyan (erzeugt durch eine Tinte mit einer niedrigen Konzentration einer Zyan-Farbe) und helles Magenta (erzeugt durch eine Tinte mit einer niedrigen Konzentration einer Magenta-Farbe) zusätzlich zu den zuvor genannten vier Farben beinhalten. Zyan-Tinte, Magenta-Tinte, gelbe Tinte, schwarze Tinte, helle Zyan-Tinte und helle Magenta-Tinte werden gelegentlich im Folgenden jeweils als "C-Tinte", "M-Tinte", "Y-Tinte", "K-Tinte", "LC-Tinte" und "LM-Tinte" bezeichnet.

**[0077]** Der Farbdrucker **200** weist einen Mechanismus zum Ausstoßen der Tinten und Ausbilden von Punkten durch Betätigen eines Druckkopfes **241**, der auf einem Schlitten **240** in der in der Zeichnung gezeigten Weise angebracht ist, einen Mechanismus zum Hin- und Her-Bewegen des Schlittens **240** in axialer Richtung einer Walze **236** durch einen Schlittenmotor **230**, einen Mechanismus zum Transportieren von Druckpapier P durch einen Papierzufuhrmotor **235** und eine Steuerschaltung **260** zum Steuern der Ausbildung von Punkten, der Bewegung des Schlittens **240** und des Transportes des Druckpapiers auf.

**[0078]** Auf dem Schlitten **240** sind eine Tintenpatrone **242** zum Speichern einer K-Tinte und eine Tinten-

patrone **243** zum Speichern von C-, M- und Y-Tinten angebracht. Wenn die Tintenpatronen **242** und **243** auf dem Schlitten **240** angebracht sind, werden die Tinten von den Patronen über Versorgungsröhren (nicht gezeigt) den Farbtintenausstoßköpfen **244** bis **247** auf der Bodenfläche des Druckkopfes **241** zugeführt. Jeder der Farbtintenausstoßköpfe **244** bis **247** ist mit einer Reihe von Düsen versehen. Die Reihe besteht aus 48 Düsen Nz, die mit einem konstanten Düsenversatz k angeordnet sind.

**[0079]** Die Steuerschaltung **260**, die eine CPU **261**, einen ROM **262**, einen RAM **263** und Ähnliches aufweist, steuert die Hauptabtastungen und Unterabtastungen des Schlittens **240** durch Steuern des Betriebs des Schlittenmotors **230** und des Papierzufuhrmotors **235** und bewirkt, dass jede Düse Tintentropfen zu einem optimalen Zeitpunkt auf der Grundlage der Druckdaten, die vom Computer **100** zugeführt werden, ausstößt. Der Farbdrucker **200** kann somit Farbbilder durch Ausbilden von Tintenpunkten einer jeweiligen Farbe an geeigneten Positionen auf dem Druckmedium unter der Steuerung der Steuerschaltung **260** drucken.

**[0080]** Es kann eine Vielzahl von Verfahren verwendet werden, um Tintentropfen von dem Tintenausstoßkopf einer jeweiligen Farbe auszustoßen. Beispiele derartiger Verfahren beinhalten diejenigen, bei denen die Tinte unter Verwendung von Piezoelementen ausgestoßen werden, und diejenigen, bei denen die Tinte als Ergebnis der Tatsache ausgestoßen wird, dass Blasen in einem Tintenkanal durch ein Heizgerät, das in diesem Kanal vorgesehen ist, ausgebildet werden. Es ist ebenfalls möglich, einen Drucker zu verwenden, der nach dem Prinzip betrieben wird, bei dem Tintentropfen auf Druckpapier mittels einer thermischen Übertragung oder einem anderen Phänomen anstelle des Tintenausstoßes ausgebildet werden, oder bei dem ein Tonerpulver einer jeweiligen Farbe auf Druckpapier durch statische Elektrizität geschmolzen wird.

**[0081]** Alternativ ist es möglich, einen sogenannten Drucker für variable Punkte zu verwenden, bei dem die Größe der Tintenpunkte auf dem Druckpapier durch Steuern der Größe der Tintentropfen, die ausgestoßen werden, gesteuert werden kann, oder durch Übernehmen eines Verfahrens, bei dem mehrere Tintentropfen auf einmal ausgestoßen werden und die Anzahl der Tintentropfen, die somit ausgestoßen werden, gesteuert wird.

**[0082]** In dem Farbdrucker **200** mit einer derartigen Hardware-Struktur werden die Tintenausstoßköpfe **244** bis **247** einer jeweiligen Farbe in der Richtung der Hauptabtastung relativ zum Druckpapier P durch den Schlittenmotor **230** bewegt, und das Druckpapier P wird in der Richtung der Unterabtastung durch den Papierzufuhrmotor **235** bewegt. Der Farbdrucker **200**



druckt Farbbilder auf dem Druckpapier als Ergebnis der Tatsache, dass die Steuerschaltung **260** die Düsen zu einem optimalen Zeitpunkt betätigt und bewirkt, dass auszustoßende Tintentropfen während eines wiederholten Bewegens des Schlittens **240** in der Richtung der Hauptabtastung und der Unterabtastung entsprechend den Druckdaten ausgestoßen werden.

#### C. Überblick über Bilddatenumwandlungsprozedur

**[0083]** [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm einer Prozedur, bei der der Computer **100**, der die Bildverarbeitungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform ist, Bilddaten in Druckdaten durch Anwenden einer speziellen Bildverarbeitungsroutine auf die empfangenen Bilddaten umwandelt. Die Routine wird gestartet, indem es dem Betriebssystem des Computers **100** erlaubt wird, den Druckertreiber **12** zu starten. Die Bilddatenumwandlungsprozedur der vorliegenden Ausführungsform wird mit Bezug auf [Fig. 4](#) skizziert.

**[0084]** Wenn die Bilddatenumwandlungsprozedur gestartet wird, liest der Druckertreiber **12** zunächst die RGB-Farbbilddaten, die umzuwandeln sind, aus (Schritt S100). Die Auflösung der somit empfangenen Bilddaten wird dann in eine Auslösung umgewandelt, die zum Drucken mit dem Farbdrucker **200** geeignet ist (Schritt S102). Neue Daten werden zwischen den benachbarten Paketen von Bilddaten durch Durchführen einer linearen Interpolation erzeugt, wenn die Auflösung der Farbbilddaten geringer als die Druckauflösung ist, und im Gegensatz dazu wird die Auflösung der Bilddaten in die Druckauflösung durch Aussortieren der Daten mit einer konstanten Rate umgewandelt, wenn die Auflösung der Farbdruckdaten geringer als die Druckauflösung ist.

**[0085]** Die Farbbilddaten werden einer Farbumwandlungsprozedur (Schritt S104) unterzogen, wenn die Auflösung einmal auf diese Weise gewandelt wurde. Eine Farbumwandlung ist eine Prozedur, bei der Farbbilddaten, die durch eine Kombination von R-, G- und B-Tonwerten ausgedrückt werden, in einen Typ umgewandelt werden, der durch die Tonwerte der Farben (C, M, Y, K und Ähnliches), die auf dem Farbdrucker **200** vorgesehen sind, ausgedrückt wird. Die Farbumwandlungsprozedur kann auf einfache Weise durch Bezugnahme auf eine dreidimensionale numerische Tabelle (Farbumwandlungstabelle) durchgeführt werden.

**[0086]** Der Druckertreiber **12** startet einen Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne (Schritt S106) anschließend an die Farbumwandlungsprozedur. Der Prozess des Umwandelns der Anzahl der Töne wird wie folgt durchgeführt. Die RGB-Bilddaten werden in Tondaten für jede der Farben C, M, Y und K durch die Farbumwandlungsprozedur umgewandelt. Die Pake-

te der Bilddaten für diese Farben weisen 256 Pegel zwischen den Tonwerten von 0 und 255 auf. Im Gegensatz dazu ist der Farbdrucker **200** der vorliegenden Ausführungsform auf die Unterscheidung zwischen dem Zustand "Punktausbildung" und dem Zustand "keine Punktausbildung" begrenzt. Im Hinblick dessen müssen die Tondaten, die eine jeweilige Farbe repräsentieren und 256 Pegel aufweisen, in Bilddaten umgewandelt werden, die als die binarisierten Daten ausgedrückt werden, die für den Farbdrucker **200** geeignet sind. Die Prozedur zum Umwandeln von Tonwerten auf diese Weise wird als ein Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne bezeichnet. Wie es unten beschrieben ist, ist der Druckertreiber **12** der vorliegenden Ausführungsform derart ausgelegt, dass er eine Hochgeschwindigkeitsverarbeitung ausführt und eine hohe Bildqualität aufrechterhält, und zwar durch Kombinieren spezieller Anzahlen von Pixeln zu Blöcken und Durchführen des Prozesses des Umwandelns der Anzahl der Töne in Blockeinheiten, um die Verarbeitung zu beschleunigen und den Punkt-Ein-Aus-Zustand durch ein Verfahren zu bestimmen, das geeignet entsprechend den Tondaten, die zu den Blockpixeln gehören, ausgewählt wird.

**[0087]** Der Druckertreiber startet eine Verschachtelungs- bzw. Zwischenzeilen-Prozedur (Schritt S108), wenn der Prozess des Umwandelns der Anzahl der Töne auf diese Weise einmal beendet ist. Die Verschachtelungsprozedur ist eine Routine, bei der Bilddaten, die in einer Form dargestellt sind, die in der Lage ist, den Punkt-Ein-Aus-Zustand auszudrücken, entsprechend der Übertragungsabfolge, die von dem Farbdrucker **200** verwendet wird, unter Berücksichtigung der Punktausbildungsabfolge neu angeordnet werden. Die Bilddaten, die letztendlich auf die Verschachtelungsprozedur abzielen, werden durch den Druckertreiber **12** als Druckdaten an den Farbdrucker **200** gesendet (Schritt S110). Der Farbdrucker **200** bildet Tintenpunkte einer jeweiligen Farbe auf dem Druckmedium entsprechend den Druckdaten aus. Als Ergebnis werden Farbbilder, die den Bilddaten entsprechen, auf dem Druckmedium gedruckt.

#### D. Prozess des Umwandelns der Anzahl der Töne

**[0088]** [Fig. 5](#) ist ein Flussdiagramm, das den Fortschritt des Prozesses zum Umwandeln der Anzahl der Töne gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Die Prozedur wird durch die CPU **102** des Computers **100** durchgeführt. Der Farbdrucker **200** der vorliegenden Ausführungsform ist in der Lage, Tintentropfen der vier Farben C, M, Y und K auf die oben beschriebene Weise auszubilden, und der Prozess des Umwandelns der Anzahl der Töne der [Fig. 5](#) wird für jede dieser Farben durchgeführt. Aus Gründen der Einfachheit erfolgt die folgende Beschreibung ohne Bezugnahme auf eine spezielle Farbe.

**[0089]** Wenn die Prozedur gestartet wird, wird zunächst die Blockposition eingestellt (S200). Insbesondere beinhaltet der Prozess des Umwandels der Anzahl der Töne der vorliegenden Ausführungsform das Kombinieren einer speziellen Anzahl benachbarter Pixel zu Blöcken und das Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands in Blockeinheiten, so dass die Position des Zielblockes, für die der Punkt-Ein-Aus-Zustand zu bestimmen ist, zunächst für das Bild eingestellt wird.

**[0090]** [Fig. 6](#) ist ein Diagramm, das schematisch die Weise zeigt, wie die Position eines Zielblockes in einem Bild eingestellt wird. Die kleinen Quadrate der [Fig. 6](#) sind eine schematische Darstellung von Pixeln. Ein Bild besteht aus mehreren Pixeln, die in einem Gitter angeordnet sind, wie es in [Fig. 6](#) gezeigt ist. Die dicken gestrichelten Linien um die Gruppen von vier Pixeln stellen die Zielblöcke dar, die ausgewählt werden, um den Punkt-Ein-Aus-Zustand zu bestimmen. Aus Gründen der Einfachheit werden die vier Pixel, die einen Block bilden, durch die Verwendung von jeweils Pa, Pb, Pc und Pd für das obere linke, obere rechte, untere linke und untere rechte Pixel unterschieden. Obwohl die Beschreibung, die folgt, mit Bezug auf einen Fall erfolgt, bei dem ein Block aus vier Pixeln (zwei Reihen und zwei Spalten) besteht, ist es offensichtlich, dass diese Blockstruktur nicht einschränkend ist und modifiziert werden kann, beispielsweise auf eine 9-Pixel-Struktur (drei Reihen und Spalten) oder eine Struktur, bei der mehrere Pixel in einer horizontalen Reihe angeordnet sind.

**[0091]** Obwohl der Prozess des Umwandels der Anzahl der Töne der vorliegenden Ausführungsform mit Bezug auf einen Fall beschrieben wird, bei dem die Prozedur in Einheiten von Zielblöcken, die somit eingestellt werden, durchgeführt wird, ist es ebenfalls möglich, eine Ansatz zu übernehmen, bei dem die Position eines Zielblockes in dem Bild bestätigt wird und eine geeignet ausgewählte Routine durchgeführt wird, um zu verhindern, dass diese Prozedur einen nachteiligen Einfluss auf die Bildqualität hat. Insbesondere wird bestimmt, ob sich der Zielblock in einem hervorgehobenen Bereich großer Helligkeit (hell) des Bildes, einem Übergangsbereich (etwas dunkler als der hervorgehobene Bereich, aber noch nicht ganz auf dem Pegel eines Zwischentonwertbereiches) des Bildes oder in einem Bereich, dessen Helligkeit nicht kleiner als derjenige des Zwischentonwertes ist, befindet, und eine geeignete Prozedur wird entsprechend dem Ergebnis durchgeführt. Jeder dieser Bereiche wird im Folgenden beschrieben.

#### D-1. Verarbeitung von hervorgehobenen Bereichen

**[0092]** Wenn ein Zielblock einmal für ein Bild eingestellt ist, werden Bilddaten für die Pixel, die den Zielblock bilden, ausgelesen (Schritt S202 in [Fig. 5](#)). Was in diesem Fall gelesen wird, sind die Tondaten,

die die Farben C, M, Y und K betreffen und in dem RAM **106** anschließend an die Farbumwandlung gespeichert werden.

**[0093]** Die Summe der Bilddaten, die somit gelesen werden, wird dann berechnet (Schritt S204). Insbesondere wird die Summe S unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet:

$$S = DTa + DTb + DTc + DTd \quad (1),$$

wobei Dta, DTb, DTc und DTd die Tonwerte der vier Pixel, die den Zielblock bilden, sind, d. h. der jeweiligen Pixel Pa, Pb, Pc und Pd. Allgemeiner gesagt kann die Summe S unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$S = \sum(DT_{ij}),$$

unter der Annahme, dass der Zielblock aus Pixeln besteht, die in einer rechtwinkligen Matrix mit n Reihen und m Spalten angeordnet sind. In der Gleichung ist i eine ganze Zahl von 1 bis n, und j ist eine ganze Zahl von 1 bis m.

**[0094]** Es wird dann bestimmt, ob die Summe S, die somit erhalten wird, gleich Null ist (Schritt S206). Da die Tonwerte jedes dieser Pixel von 0 bis 255 reichen können, ist der einzige Fall, bei dem die Summe S gleich 0 ist, derjenige, bei dem sämtliche Tonwerte der Pixel, die den Zielblock bilden, gleich 0 sind. Mit anderen Worten wird im Schritt S206 bestimmt, ob der Zielblock ausschließlich aus Pixeln besteht, deren Tonwerte gleich 0 sind. In dem Fall, in dem der Zielblock ausschließlich aus Pixeln besteht, deren Tonwerte gleich 0 sind ("JA" im Schritt S206), wird geschlossen, dass keine Punkte für irgend einen der Pixel, die den Zielpixel bilden, ausgebildet wurden (Schritt S212).

**[0095]** Es werden Korrekturdaten Bx für den Zielblock berechnet (Schritt S208), wenn die Pixel, die den Zielblock bilden, sogar nur einen Pixel enthalten, dessen Tonwert sich von 0 unterscheidet ("nein" im Schritt **206**). Die Korrekturdaten Bx des Blockes können durch Addieren der zuvor berechneten Summe S und der Diffusionsfehler, die von der Umgebung auf die Pixel, die den Zielblock bilden, ausgebreitet werden, bestimmt werden. Die Korrekturdaten Bx des Zielblockes können unter Verwendung der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$Bx = S + ETa + ETb + ETc + Etd \quad (2),$$

wobei EDa, EDb, EDC und EDd die Diffusionsfehler, die auf die vier Pixel, die den Zielblock bilden, d. h. den jeweiligen Pixeln Pa, Pb, Pc und Pd ausgebreitet werden, sind. Die Weise, wie die Fehler progressiv von den umgebenden Pixeln ausgebreitet werden, wird unten beschrieben. Da die Diffusionsfehler, die

auf die Pixel ausgebreitet werden, für jedes Pixel von dem RAM **106** gespeichert werden, werden diese Diffusionsfehler ausgelesen, und die Korrekturdaten Bx werden im Schritt S208 berechnet. Alternativ können die Diffusionsfehler der Pixel gleichzeitig ausgelesen werden, wenn der Tonwert eines jeweiligen Pixels bereits im Schritt S202 gelesen wurde.

**[0096]** Die resultierenden Korrekturdaten (oder Korrekturdatum) Bx werden anschließend mit einem speziellen Schwellenwert th1 verglichen (Schritt S210). Wenn die Korrekturdaten Bx kleiner als der Schwellenwert th1 sind, d. h. wenn nicht sämtliche Tonwerte der Pixel, die den Zielblock bilden, gleich 0 sind, wird immer noch geschlossen, dass keine Punkte in den Pixeln des Zielblockes ausgebildet wurden, wenn die Korrekturdaten Bx einem niedrigen Wert entsprechen (Schritt S212).

**[0097]** Wenn die Korrekturdaten Bx im Schritt **210** größer als der Schwellenwert th1 sind, werden die Daten mit einem speziellen Schwellenwert th2 verglichen (Schritt S214). Die Schwellenwerte th2 und th1 werden derart ausgewählt, dass  $th1 < th2$  gilt. In dem Fall, in dem der Wert der Korrekturdaten Bx kleiner als der Schwellenwert th2 ist, d. h. größer als der Schwellenwert th1, aber kleiner als der Schwellenwert th2 ("nein" im Schritt S214), wird geschlossen, dass ein Punkt nur in einem der Pixel, die den Zielblock bilden, ausgebildet wurde (Schritt S216).

**[0098]** **Fig. 7** zeigt die Weise, wie ein Punkt in nur einem der Pixel, die den Zielblock bilden, ausgebildet wurde. Obwohl ein Punkt, der in einem einzigen Pixel eines Zielblockes ausgebildet wird, vier Punktausbildungspositionen (wie es in der Zeichnung gezeigt ist) belegen kann, wird mit Bezug auf die vorliegende Ausführungsform angenommen, dass der Punkt stets in dem oberen linken Pixel des Zielblocks ausgebildet wird (siehe **Fig. 7a**). Diese Annahme vereinfacht die Verarbeitung und macht es möglich, den Punkt Ein-Aus-Zustand zu bestimmen. Es ist jedoch offensichtlich, dass jeder der vier Zustände, die in den **Fig. 7a-Fig. 7d** gezeigt sind, ausgewählt werden kann. Es ist ebenfalls möglich anzunehmen, dass der Punkt in dem Pixel mit dem höchsten Tonwert unter den Pixeln, die einen Zielblock bilden, ausgebildet wird. Es wurde mit Bezug auf das Tonanzahlumwandlungsmodul der vorliegenden Ausführungsform angenommen, dass ein Punkt nur in einem Blockpixel ausgebildet wird, wenn der Wert der Korrekturdaten Bx kleiner als der Schwellenwert th2 ist, und dass der Punkt Ein-Aus-Zustand bestimmt wird, während Fehler innerhalb des Blockes ausgebreitet werden, wenn der Wert der Daten größer als der Schwellenwert th2 ist. Es ist ebenfalls vernünftig anzunehmen, dass Punkte in zwei Pixeln innerhalb eines Blockes ausgebildet werden, wenn ein Schwellenwert th als größer als der Schwellenwert th2 eingestellt ist und wenn der Wert der Korrekturdaten Bx

größer als der Schwellenwert th2, aber kleiner als der Schwellenwert th ist. Verschiedene Kombinationen sind für die Positionen der Punktausbildungspixel möglich, wie es durch das Beispiel der **Fig. 8** dargestellt ist. Die Punkte können an festgelegten Positionen ausgebildet werden, zufällig variiert oder in der Reihenfolge von den Pixeln mit den größeren Tonwerten ausgehend ausgebildet werden.

**[0099]** Wenn die Korrekturdaten Bx eines Zielblockes kleiner als der Schwellenwert th2 sind, wird angenommen, dass ein Abschnitt großer Helligkeit (hell) (d. h. ein hervorgehobener Bereich) eines Pixels verarbeitet wurde, und die Punkte werden nur in einer zufälligen Anordnung ausgebildet. Die Bildqualität eines derartigen Abschnitts verbleibt sogar dann hoch, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand auf der Grundlage der Korrekturdaten Bx des gesamten Blockes bestimmt wird, wie es oben beschrieben wurde. Außerdem eliminiert das Ausbilden von Punkten auf eine derartige zufällige Weise das Risiko, dass die Bildqualität nachteilig beeinflusst wird, wenn beispielsweise die Punktausbildungsposition um einen einzigen Pixel verschoben bzw. fehlgeordnet sein würde. Demzufolge ermöglicht die Vereinfachung der Verarbeitung auf diese Weise, dass der Punkt-Ein-Aus-Zustand auf schnelle Weise bestimmt werden kann, während die gewünschte Bildqualität aufrechterhalten wird.

## D-2. Verarbeitung hervorgehobener Übergangsbereiche

**[0100]** Wenn der Wert der Korrekturdaten Bx für einen Zielblock im Schritt S214 größer als der Schwellenwert th2 ist, wird angenommen, dass der fragliche Bereich kein regelmäßiger hervorgehobener Bereich ist, aber ein hervorgehobener Übergangsbereich, dessen Helligkeit nicht so niedrig wie derjenige eines Zwischentonwertbereiches ist. Für derartige Bereiche wird der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel bestimmt, während Tonfehler auf die anderen Pixel in dem Zielblock ausgebreitet werden, um die gewünschte Bildqualität beizubehalten. Prozeduren, die sich von denjenigen, die für hervorgehobene Übergangsbereiche verwendet werden, unterscheiden, werden verwendet, um Bildbereiche zu verarbeiten, die jenseits des Zwischentonwertes liegen, um die Bildqualität in dem Prozess des Umwandels der Anzahl der Töne gemäß der vorliegenden Ausführungsform weiter zu verbessern. Im Hinblick dessen wird der Wert der Korrekturdaten Bx hinsichtlich der Größe mit einem Schwellenwert th3 verglichen (Schritt S218), wenn im Schritt S214 der Wert der Korrekturdaten größer als der Schwellenwert th2 ist. Der Schwellenwert th3, auf den hier Bezug genommen wird, wird auf einen Pegel eingestellt, bei dem die Beziehung  $th2 < th3$  erfüllt ist. In dem Fall, in dem der Wert der Korrekturdaten Bx eines Zielblockes als kleiner als der Schwellenwert th3 bestätigt wird, wird

geschlossen, dass sich der Zielblock in einem hervorgehobenen Übergangsbereich befindet, so dass der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel bestimmt wird, während Fehler innerhalb des Zielblockes auf die unten beschriebene Weise ausgebreitet werden (Schritt S220).

**[0101]** Fig. 9 ist ein Diagramm, das schematisch das Verfahren zeigt, das verwendet wird, um den Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes der Pixel in einem Zielblock zu bestimmen. Die vier Quadrate, die in Fig. 9a gezeigt sind, zeigen die vier Pixel, die einen Zielblock bilden. Fig. 10 ist ein Flussdiagramm, das den Prozessfluss zeigt. Die Prozedur, die beim Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands für jedes Pixel verwendet wird, wird im Folgenden mit Bezug auf die Fig. 9 und Fig. 10 beschrieben.

**[0102]** Wenn die Prozedur zum Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands gestartet wird, werden zunächst Tonwerte und Diffusionsfehler für die zu verarbeitenden Pixel gelesen (Schritt S300 in Fig. 10). Die Tonwerte eines Pixels bilden Bilddaten für jede der Farben, die in dem RAM 106 nach Unterziehen einer Farbumwandlung gespeichert werden. Die Diffusionsfehler sind die Fehler, die von umgebenden Pixeln ausgebreitet und in dem RAM 106 gespeichert werden. Die Weise, wie derartige Diffusionsfehler von umgebenden Pixeln ausgebreitet werden, wird unten beschrieben. Das Vorhandensein von Symbolen DTa und EDa in dem Quadrat, das das Pixel Pa in Fig. 9a zeigt, zeigt schematisch, dass ein Tonwert DTa und ein Diffusionsfehler EDa dem Pixel Pa zugewiesen und in dem RAM 106 gespeichert sind. In dem betrachteten Fall wird angenommen, dass die Prozedur bei dem oberen linken Pixel Pa des Zielblockes startet und der Tonwert DTa und der Diffusionsfehler EDa des Pixels Pa gelesen werden.

**[0103]** Die Korrekturdaten Cx des Pixels Pa werden anschließend durch Addieren des Tonwertes und des Diffusionsfehlers, die somit gelesen werden, berechnet (S302), und der Typ der Beziehung zwischen dem Wert der Korrekturdaten Cx, die somit berechnet werden, und der Größe eines speziellen Schwellenwerts  $t_h$  wird bestimmt (Schritt S304). Es wird bestimmt, dass ein Punkt in dem Pixel Pa ausgebildet ist (Schritt S306), wenn die Korrekturdaten Cx einem größeren Wert entsprechen, und dass keine Punkte in dem Pixel Pa vorhanden sind, wenn die obige Bedingung nicht erfüllt ist (Schritt S308). Variablen, die Pixel betreffende Bestimmungsergebnisse ausdrücken, akkumulieren sich als ein Ergebnis der Umwandlungsprozedur.

**[0104]** Wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand in dem Pixel Pa auf diese Weise einmal bestimmt ist, werden Berechnungen durchgeführt (Schritt S310), um die Tonfehler, die während der Umwandlungsprozedur erzeugt werden, zu bestimmen. Diese Tonfehler kön-

nen als die Tonwerte spezieller Pixel abzüglich den Tonwerten, die für diese Pixel durch den Punkt-Ein-Aus-Zustand ausgedrückt werden, berechnet werden (diese Tonwerte werden im Folgenden als "resultierende Werte" bezeichnet).

**[0105]** Die somit erhaltenen Tonfehler werden auf die unbestimmten umgebenden Pixel desselben Blockes ausgebreitet (Schritt S312). Wie es aus der Fig. 9a ersichtlich ist, verbleiben die drei Pixel Pb, Pc und Pd in demselben Block als nicht gewandelte Pixel, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel Pa bestimmt wird. Im Hinblick dessen wird der Tonfehler, der durch das Pixel Pa im Schritt S312 erzeugt wird, in drei gleichen Teilen zwischen den drei Pixeln verteilt und zu den Diffusionsfehlern, die für jedes Pixel gespeichert sind, hinzu addiert. Der Diffusionsfehler EDb ist beispielsweise bereits in dem RAM 106 für das Pixel Pb gespeichert, so dass der Fehler, der von dem Pixel Pa verteilt wird (ein Drittel des Tonfehlers, der durch das Pixel Pa erzeugt wird), zu diesem Wert addiert und in dem RAM 106 als ein neuer Diffusionsfehler EDb gespeichert wird. Dieselbe Prozedur wird für die Pixel Pc und Pd durchgeführt. Eine derartige Prozedur wird im Schritt S312 (Fig. 10) durchgeführt. Der Tonfehler wird nicht notwendigerweise in gleichen Teilen auf die unbestimmten bzw. nicht bestimmten umgebenden Pixel verteilt und kann auf die Pixel in einem speziellen Verhältnis verteilt werden. Die Pfeile, die von dem Pixel Pa in Richtung der anderen drei Pixel in Fig. 9a weg zeigen, zeigen schematisch die Weise, wie der Fehler, der durch das Pixel Pa erzeugt wird, auf die anderen drei Pixel ausgebreitet wird.

**[0106]** Wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel Pa auf diese Weise einmal bestimmt wurde, wird bestimmt, ob die Umwandlungsprozeduren für sämtliche Pixel des Zielblockes beendet sind (Schritt S314 in Fig. 10), und wenn die Prozeduren, die sämtliche Pixel betreffen, nicht beendet sind, wird eine Prozedur fortgesetzt, bei der der Punkt-Ein-Aus-Zustand für ein neues Pixel bestimmt wird.

**[0107]** Die Umwandlungsprozedur wird für das Pixel Pb gestartet, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel Pa einmal bestimmt wurde. Die Umwandlungsprozedur für das Pixel Pb kann im Wesentlichen auf dieselbe Weise wie die Umwandlungsprozedur für das Pixel Pa durchgeführt werden. Fig. 9b ist ein Diagramm, das schematisch die Weise darstellt, wie der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel Pb bestimmt wird. Die schräge Strichelung auf dem Pixel Pa gibt an, dass der Punkt-Ein-Aus-Zustand für dieses Pixel bereits bestimmt wurde. Wenn die Prozedur, die darauf abzielt, den Punkt-Ein-Aus-Zustand zu bestimmen, für das Pixel Pb gestartet wird, werden zunächst die Tonwerte des Pixels Pb zusammen mit dem Diffusionsfehler EDb, der für das Pixel Pb ausgebreitet und gespeichert ist, ausgelesen, und es



werden Korrekturdaten  $C_{xb}$  für das Pixel  $P_b$  berechnet. Der Diffusionsfehler  $E_{Db}$  des Pixels  $P_b$ , der somit gelesen wird, ist ein neuer Diffusionsfehler  $E_{Db}$ , der durch Addieren des Fehlers, der von dem Pixel  $P_a$  ausgebreitet wird, zum ursprünglich gespeicherten Diffusionsfehler, der dem Pixel  $P_b$  zugeordnet ist, erhalten wird. Die Korrekturdaten  $C_{xb}$  für das Pixel  $P_b$  können durch Addieren des Tonwertes  $D_{Tb}$  und des Diffusionsfehlers  $E_{Db}$  bestimmt werden. Der Punkt-Ein-Aus-Zustand wird für das Pixel  $P_b$  durch Vergleichen eines speziellen Schwellenwerts  $th$  mit den somit erhaltenen Korrekturdaten  $C_{xb}$  bestimmt, und der Tonfehler, der aus der Umwandlungsprozedur resultiert, wird berechnet.

**[0108]** Der Tonfehler, der auf diese Weise für das Pixel  $P_b$  erhalten wird, wird auf die nicht gewandelten Pixel des Zielblockes ausgebreitet. Wie es in [Fig. 9b](#) gezeigt ist, wird der Tonfehler, der durch das Pixel  $P_b$  erzeugt wird, zwischen den beiden Pixeln  $P_c$  und  $P_d$  jeweils zur Hälfte aufgeteilt, da die Prozedur, die darauf abzielt, den Punkt-Ein-Aus-Zustand zu bestimmen, bereits für das Pixel  $P_a$  beendet ist. Es ist offensichtlich, dass die Fehler ebenfalls in einem speziellen Verhältnis ausgebreitet werden können.

**[0109]** Die Umwandlungsprozedur für das Pixel  $P_c$  wird gestartet, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel  $P_b$  einmal bestimmt wurde. [Fig. 9c](#) ist ein Diagramm, das schematisch die Weise darstellt, wie der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel  $P_c$  bestimmt wird. Zu Beginn der Prozedur, die darauf abzielt, den Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel  $P_c$  zu bestimmen, werden ursprünglich gespeicherte Diffusionsfehler zu dem gespeicherten Diffusionsfehler  $E_{Dc}$ , der dem Pixel  $P_c$  zugeordnet ist, addiert, und der Fehler von dem Pixel  $P_a$  und der Fehler von dem Pixel  $P_b$  werden hinzuaddiert. Wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel  $P_c$  bestimmt wird, werden Korrekturdaten durch Addieren eines Tonwertes  $D_{Tc}$  und des Diffusionsfehlers  $E_{Dc}$ , der durch Addieren der obigen Fehler erhalten wird, berechnet, und der Punkt-Ein-Aus-Zustand wird durch Vergleichen des Ergebnisses mit dem speziellen Schwellenwert  $th$  bestimmt. Wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel  $P_c$  bestimmt ist, ist das einzige nicht gewandelte Pixel, das in dem Zielblock verbleibt, das Pixel  $P_d$ , wie es in [Fig. 9c](#) gezeigt ist. An diesem Punkt wird der gesamte Tonfehler, der durch das Pixel  $P_c$  erzeugt wird, auf das Pixel  $P_d$  ausgebreitet, zum Diffusionsfehler, der ursprünglich für das Pixel  $P_d$  gespeichert ist, hinzu addiert, und als ein neuer Diffusionsfehler  $E_{Dd}$  gespeichert. Der resultierende Diffusionsfehler  $E_{Dd}$  des Pixels  $P_d$  und der resultierende Tonfehler  $D_{Td}$  des Pixels  $P_d$  werden zusammen addiert, um Korrekturdaten  $C_{xd}$  zu berechnen, und das Ergebnis wird mit dem Schwellenwert  $th$  verglichen, um den Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel  $P_d$  zu bestimmen. Im Schritt S220 ([Fig. 5](#)) wird der

Punkt-Ein-Aus-Zustand auf diese Weise für jedes Pixel bestimmt, während Fehler innerhalb des Zielblockes ausgebreitet werden.

**[0110]** Obwohl das in [Fig. 9](#) gezeigte Beispiel mit Bezug auf einen Fall beschrieben wurde, bei dem die Umwandlungsprozedur sequentiell für die Pixel  $P_a$ ,  $P_b$ ,  $P_c$  und  $P_d$  durchgeführt wird, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für die Pixel, die einen Zielblock bilden, bestimmt wird, ist die Durchführung der Umwandlungsprozedur in dieser Reihenfolge nicht immer notwendig und kann durch eine Prozedur ersetzt werden, bei der der Punkt-Ein-Aus-Zustand sequentiell für die Pixel  $P_a$ ,  $P_c$ ,  $P_b$  und  $P_d$  durchgeführt wird, wie es beispielsweise in der [Fig. 11](#) gezeigt ist. Ein Vergleich dieser Zeichnungen zeigt, dass die Fehler innerhalb der Blöcke in den [Fig. 9](#) und [11](#) in unterschiedlichen Richtungen ausgebreitet werden, und eine Folge, die in der Lage ist, einen angemessenen Bildqualität zu erzielen, kann nach Bedarf ausgewählt werden.

**[0111]** Wie es oben beschrieben ist, wird der Fehler, der durch einen Zielblock erzeugt wird, berechnet (Schritt S222), wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes der Pixel innerhalb des Zielblockes bestimmt ist. Der Fehler, der durch den Zielblock erzeugt wird, wird ebenfalls als Ergebnis einer derartigen Bestimmung berechnet, wenn auf die oben beschriebene Weise bestimmt wird, dass keine Punkte in irgendeinem der Pixel des Zielblockes ausgebildet werden (Schritt S212) oder dass ein Punkt in einem einzigen Pixel ausgebildet wird (Schritt S216).

**[0112]** Die Fehler, die von dem Zielblock erzeugt werden, können durch Subtrahieren des resultierenden Wertes für diesen Zielblock von dem Wert der Korrekturdaten  $B_x$  für diesen Block berechnet werden. Hier werden die Korrekturdaten  $B_x$  eines Zielblockes durch Addieren der Summe  $S$  der Tonwerte für die Pixel, die den Zielblock bilden, und des Diffusionsfehlers, der für jedes Pixel gespeichert ist, erhalten. Die Summe  $S$  kann unter Verwendung der Gleichung (1) berechnet werden; die Korrekturdaten  $B_x$  des Zielblockes gemäß Gleichung (2). Außerdem ist der resultierende Wert eines Zielblockes die Summe der resultierenden Werte für die Pixel, die den Block bilden (Tonwerte, die den Pixeln in Abhängigkeit von dem Punkt-Ein-Aus-Zustand zugeordnet sind).

**[0113]** Wenn beispielsweise keine Punkte in irgendeinem der Pixel in einem Zielblock ausgebildet werden (wie im Schritt S212), ist der resultierende Wert eines jeweiligen Pixels gleich Null, so dass der resultierende Wert des Blockes ebenfalls Null ist. Demzufolge wird der Wert der Korrekturdaten  $B_x$  direkt als ein Fehler für den Zielblock vorgesehen. Auf ähnliche Weise dient der resultierende Wert eines Zielblockes als der resultierende Wert eines Punktausbildungspixels, wenn der Punkt in nur einem Pixel

innerhalb des Zielblockes ausgebildet wird (wie im Schritt S216). Ein Wert, der durch Subtrahieren des resultierenden Wertes des Punktausbildungspixels von den Korrekturdaten Bx erhalten wird, wird daher als ein Fehler für diesen Zielblock erzeugt. Der Fehler, der durch einen Zielblock erzeugt wird, kann auf dieselbe Weise bestimmt werden, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes der Pixel in einem Zielblock bestimmt wird (wie im Schritt S220). Tatsächlich stimmen die Fehler eines Zielblockes und der Tonfehler eines Pixels (Pixel Pd in dem Beispiel der Fig. 9), für das der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt wird, letztendlich einander überein, da der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt wird, während der Tonfehler, der durch jedes Pixel erzeugt wird, auf die nicht gewandelten Pixel des Zielblockes durch die Prozedur der Schritte S220 ausgebreitet wird, wie es mit Bezug auf die Fig. 9 beschrieben ist. Die Fehler, die durch einen Zielblock erzeugt werden, können daher auf einfache Weise durch Berechnen des Tonfehlers für das Pixel Pd bestimmt werden.

**[0114]** Nachdem die Fehler, die durch einen Zielblock erzeugt werden, berechnet wurden, werden die Fehler auf umgebende Pixel ausgebreitet (Schritt S224). Fig. 12 ist ein Diagramm, das schematisch die Weise zeigt, wie Fehler, die durch einen Zielblock erzeugt werden, auf umgebende Pixel ausgebreitet werden. Die kleinen Quadrate der Fig. 12 sind eine schematische Darstellung von Pixeln. Die großen schräg gestrichelten Quadrate sind Zielblöcke. Wie es durch die gestrichelten Linien, die in den Zielblöcken gezeichnet sind, gezeigt ist, weist ein Zielblock vier Pixel auf. Ein Fehler, der durch einen gesamten Zielblock erzeugt wird, der aus diesen Pixeln besteht, wird anstatt der Fehler, die durch einzelne Pixel erzeugt werden, auf die umgebenden Pixel ausgebreitet. In Fig. 12 zeigen schwarze Pfeile die Weise an, wie der Fehler eines Zielblockes auf sechs umgebende Pixel ausgebreitet wird. Der Grund dafür, dass kein Fehler auf die Pixel auf der linken Seite des Zielblockes ausgebreitet wird, ist, dass die Prozedur zum Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands für diese Pixel beendet wurde.

**[0115]** Wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand allein auf der Grundlage der Korrekturdaten Bx, die den Zielblock betreffen, bestimmt wird (Schritt S212 oder S216 in Fig. 5) oder wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel bestimmt wird, während Fehler auf die oben beschriebene Weise innerhalb des Zielblockes ausgebreitet werden (Schritt S220 in Fig. 5), wird der Punkt-Ein-Aus-Zustand in beiden Fällen in Blockeinheiten bestimmt, so dass eine Ausbreitung derartiger Fehler zwischen "besonderen" Pixeln innerhalb eines Blockes kein großes Problem darstellt. Dieses legt nahe, dass die Fehler, die durch einen Zielblock erzeugt werden, auf die in Fig. 13 gezeigte Weise ausgebreitet werden können. In dem speziellen Fall eines Zielblockes, der in einem hervorgeho-

benen Bereich angeordnet ist (wie in Schritt S212 oder S216 in Fig. 5), werden die Fehler, die zwischen den beiden Pixeln auf der rechten Seite von dem Zielblock in Fig. 12 ausgebreitet werden, schließlich auf dieselben Blöcke unabhängig davon, welches Pixel für eine derartige Ausbreitung ausgewählt wird, ausgebreitet (wie in Fig. 13 gezeigt), so dass identische Ergebnisse durch Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands erhalten werden. Wenn der Zielblock in einem hervorgehobenen Übergangsbereich angeordnet ist (wie im Schritt S220 der Fig. 5), wird der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel bestimmt, so dass unterschiedliche Punktausbildungspixel erhalten werden, wenn die Fehler, die zur Ausbreitung zwischen zwei Pixeln ausgelegt sind, auf einen der beiden ausgebreitet werden. Sogar in diesem Fall wird jedoch der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt, während die Fehler auf die Blockpixel ausgebreitet werden, so dass dasselbe Ergebnis erhalten wird, wenn der gesamte Block berücksichtigt wird, und die Positionen der Punktausbildungspixel innerhalb des Blockes unterscheiden sich nur leicht. Ein anderer Faktor ist die Ausbreitung von Fehlern auf die beiden Pixel unterhalb des Zielblockes in Fig. 12, wobei im Wesentlichen dieselben Ergebnisse durch Ausbreiten der Fehler auf jedes Pixel erhalten werden. Es kann somit geschlossen werden, dass die Fehler wie in Fig. 13 gezeigt anstatt wie in Fig. 12 gezeigt ausgebreitet werden können. Das Verhältnis, mit dem die Fehler auf Pixel ausgebreitet werden, kann auf einen geeigneten Pegel eingestellt werden.

**[0116]** Fig. 14 zeigt Beispiele zum Einstellen des Verhältnisses, mit dem Fehler auf Pixel ausgebreitet werden. In Fig. 14 stellen die großen schräg gestrichelten Quadrate Zielblöcke dar, und die kleinen Quadrate in der Umgebung stellen die Pixel dar, auf die Fehler von den Zielblöcken verteilt werden. Die großen Quadrate innerhalb der gestrichelten Linien stellen Blöcke dar, die die Zielblöcke umgeben.

**[0117]** In dem in Fig. 14a gezeigten Beispiel sind beiden Pixeln auf der rechten Seite des Zielblockes jeweils 1/8-tel des Fehlers, der durch den Zielblock erzeugt wird, zugewiesen. Auf ähnliche Weise wird den beiden Pixeln unterhalb des Zielblockes jeweils 1/8-tel des Fehlers zugewiesen. Den Pixeln unten links und unten rechts des Zielblockes werden jeweils 1/4-tel des Fehlers zugewiesen. Eine derartige Fehlerdiffusion bzw. -ausbreitung wird gewährleisten, dass jedem der Blöcke um den Zielblock 1/4-tel des Fehlers auf einheitliche Weise zugewiesen wird. Das Zuweisen des Fehlers auf die in Fig. 14b gezeigte Weise wird beispielsweise im Wesentlichen dasselbe Ergebnis wie das in Fig. 14a erhaltene erzeugen. Somit ermöglicht es die Ausbreitung von Fehlern auf denselben Block auf kollektive Weise, die Anzahl der Pixel, die bei einer Fehlerausbreitung involviert sind, zu verringern und eine Erhöhung der Geschwindigkeit, mit der die Prozedur durchgeführt wird, zu erzie-

len.

**[0118]** In dem in [Fig. 14c](#) gezeigten Beispiel werden den unterschiedlichen Blöcken Fehler in unterschiedlichen Verhältnissen zugewiesen. Es ist ebenfalls möglich, die Fehlerausbreitungsrate auf die Blöcke derart zu variieren, dass eine hohe Bildqualität erhalten wird. Für den Block, der unten links des Zielblockes angeordnet ist, werden die Fehler auf diejenigen Pixel des Blockes ausgebreitet, die die ersten auszuwählenden für die Prozedur sind, bei denen der Punkt-Ein-Aus-Zustand des Blockes bestimmt wird. Es ist somit möglich, die Fehler auf Pixel auszubreiten, die mit einem Abstand von dem Zielblock angeordnet sind.

**[0119]** Es ist offensichtlich, dass die Fehler ebenfalls über einen breiten Bereich von Blöcken ausgebreitet werden können, einschließlich diejenigen, die mit einem Abstand von dem Zielblock angeordnet sind, wie es in [Fig. 14d](#) gezeigt ist. Es ist ebenfalls möglich, Fehler in Blockeinheiten auszubreiten, wie es in [Fig. 14e](#) gezeigt ist. Insbesondere ist es möglich, einen Ansatz zu übernehmen, bei dem Fehler von einem Zielblock auf umgebende Blöcke ausgebreitet werden, und bei dem der Fehler, der auf einen jeweiligen Block ausgebreitet wird, einheitlich auf die Blockpixel verteilt wird.

**[0120]** Im Schritt S224 ([Fig. 5](#)) wird eine Prozedur durchgeführt, bei der die Fehler, die durch einen gesamten Zielblock erzeugt werden, auf umgebende Pixel in einem speziellen Verhältnis wie oben beschrieben ausgebreitet werden.

#### D-3. Verarbeitung von Bereichen jenseits eines Zwischentonwertes

**[0121]** Im Schritt S218 wird angenommen, dass ein Zielblock in einem Bildbereich jenseits eines Zwischentonwertes angeordnet ist, wenn der Wert der Korrekturdaten  $B_x$  für diesen Zielblock größer als ein Schwellenwert  $th_3$  ist. Die Bestimmung des Punkt-Ein-Aus-Zustands in Blockeinheiten in einem derartigen Bereich wird es ermöglichen, den Punkt-Ein-Aus-Zustand zu bestimmen (Schritt S226), während die Fehler, die durch die Pixel erzeugt werden, auf dieselbe Weise ausgebreitet werden, wie wenn die sogenannte Fehlerdiffusionstechnik verwendet wird. Aus diesem Grund ermöglicht der Prozess des Umwandels der Anzahl der Töne in der vorliegenden Ausführungsform es, die Bildqualität sogar in einem Bildbereich aufrechtzuerhalten, der jenseits der Zwischentonwerte liegt.

**[0122]** [Fig. 15](#) zeigt schematisch eine Prozedur, bei der im Schritt S226 der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel bestimmt wird, während Pixelfehler ausgebreitet werden. In [Fig. 15](#) stellen die großen Quadrate mit den gestrichelten Linien Zielblöcke dar, und die

Quadrate, die durch durchgezogene Linien innerhalb der Zielblöcke eingeschlossen sind stellen Pixel dar. Pixel außerhalb der Zielblöcke sind als Quadrate mit gestrichelten Linien gezeigt. Die Pixel innerhalb der Zielblöcke werden durch die Verwendung von  $Pa$ ,  $Pb$ ,  $Pc$  und  $Pd$  für das jeweilige obere linke, obere rechte, untere linke und untere rechte Pixel unterschieden.  $Dta$ ,  $DTb$ ,  $DTc$  und  $DTd$  auf den jeweiligen Pixeln  $Pa$ ,  $Pb$ ,  $Pc$  und  $Pd$  bezeichnen die Tonwerte der entsprechenden Pixel, wohingegen  $EDa$ ,  $EDb$ ,  $EDc$  und  $EDd$  die Diffusionsfehler bezeichnen, die nach der Ausbreitung auf die Pixel gespeichert werden.

**[0123]** Die Prozedur, bei der der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel bestimmt wird, während die Pixelfehler im Schritt S226 ausgebreitet werden, ist im Wesentlichen derselbe wie derjenige, der zuvor mit Bezug auf die [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) beschrieben wurde (Prozedur des Schrittes S220). Ein signifikanter Unterschied zwischen beiden besteht darin, dass, wohingegen die Prozedur, die oben mit Bezug auf Schritt S220 beschrieben wurde, derart beschaffen ist, dass der Fehler, der durch jedes Pixel erzeugt wird, auf die Pixel des Zielblockes ausgebreitet wird, die Prozedur, die unten mit Bezug auf den Schritt S226 beschrieben wird, derart beschaffen ist, dass die Fehler ebenfalls auf Pixel außerhalb des Zielblockes ausgebreitet werden. Eine Prozedur, die im Wesentlichen derjenigen gleicht, die durch das Verfahren durchgeführt wird, das als die Fehlerdiffusionstechnik bezeichnet wird, kann somit durchgeführt werden, da der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt wird, während die Fehler, die durch die Pixel erzeugt werden, auf die Pixel außerhalb des Zielblockes ausgebreitet werden. Als Ergebnis kann der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt werden, ohne die Bildqualität eines Bereiches, der jenseits eines Zwischentonwertes liegt, nachteilig zu beeinflussen. Die Prozedur, die im Schritt S226 der [Fig. 5](#) durchgeführt wird, wird im Folgenden mit Bezug auf [Fig. 15](#) unter Verwendung des Flussdiagramms der [Fig. 10](#) erläutert.

**[0124]** Ähnlich der Prozedur, die im Schritt S220 durchgeführt wird, beinhaltet der erste Schritt der Prozedur im Schritt S226 das Lesen des Diffusionsfehlers  $EDa$  und des Tonwertes  $DTa$  des Pixels  $Pa$  in der oberen linken Ecke des Zielblockes zu Beginn der Prozedur (entspricht dem Schritt S300 der [Fig. 10](#)). Der Tonwert und der Diffusionsfehler eines jeweiligen Pixels werden dem entsprechenden Pixel zugewiesen und in dem RAM **106** gespeichert.

**[0125]** Die Korrekturdaten  $C_x$  des Pixels  $Pa$  werden anschließend durch Addieren des Tonwertes und des Diffusionsfehlers, die somit gelesen werden, berechnet (entspricht dem Schritt S302 in [Fig. 10](#)), und der Typ der Beziehung zwischen dem Wert der Korrekturdaten  $C_x$ , der somit berechnet wird, und der Größe eines speziellen Schwellenwerts  $th$  wird bestimmt



(entspricht dem Schritt S304 in [Fig. 10](#)). Es wird bestimmt, dass ein Punkt in dem Pixel Pa ausgebildet ist (entspricht Schritt S306 in [Fig. 10](#)), wenn die Korrekturdaten Cx einem größeren Wert entsprechen, und dass keine Punkte in dem Pixel Pa ausgebildet sind, wenn die obige Bedingung nicht erfüllt ist (entspricht Schritt S308 in [Fig. 10](#)). Variablen, die pixelbezogene Bestimmungsergebnisse ausdrücken, sammeln sich als Ergebnis der Umwandlungsprozedur an.

**[0126]** Wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand in dem Pixel Pa auf diese Weise einmal bestimmt ist, werden Berechnungen durchgeführt (entspricht Schritt S310 in [Fig. 10](#)), um die Tonfehler, die während der Umwandlungsprozedur erzeugt werden, zu bestimmen. Die somit erhaltenen Tonfehler werden auf nicht bestimmte umgebende Pixel in einem speziellen Verhältnis ausgebreitet (entspricht dem Schritt S312 in [Fig. 10](#)). In diesem Fall wird die Prozedur des Schrittes S226 in [Fig. 5](#) derart durchgeführt, dass das Verhältnis, mit dem die Fehler auf die umgebenden Pixel ausgebreitet werden, entsprechend den Positionen, die in dem Zielblock von den Pixeln, die die Tonfehler erzeugen, belegt werden, voreingestellt wird. [Fig. 16](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel für das Verhältnis zeigt, mit dem Tonfehler auf umgebende Pixel entsprechend den Positionen, die von den die Fehler erzeugenden Pixeln belegt werden, ausgebreitet werden. [Fig. 16a](#) zeigt das Verhältnis, mit dem der Tonfehler, der von dem Pixel in der oberen linken Ecke eines Zielblockes (Pixel Pa) erzeugt wird, auf umgebende Pixel ausgebreitet wird. Die mit einem Sternchen versehenen Positionen in der Zeichnung sind diejenigen Pixel, die Tonfehler erzeugen. Ein Anteil, der gleich  $\frac{3}{8}$ -tel des Tonfehlers, der durch das Pixel Pa erzeugt wird, ist, wird auf jedes der Pixel Pb und Pc ausgebreitet, und  $\frac{1}{4}$ -tel des Tonfehlers wird auf das Pixel Pd ausgebreitet. Es ist offensichtlich, dass das Diffusionsverhältnis nicht auf diese Anordnung begrenzt ist und auf eine Vielzahl von Arten in Abhängigkeit von den Charakteristika der verarbeiteten Pixel eingestellt werden kann.

**[0127]** [Fig. 15a](#) ist ein Diagramm, das schematisch die Weise zeigt, wie der Tonfehler, der durch ein Pixel Pa erzeugt wird, auf nicht bestimmte umgebende Pixel ausgebreitet wird. Die schräg gestrichelten Pixel sind diejenigen, für die der Punkt-Ein-Aus-Zustand bereits bestimmt wurde. Wie es aus der Zeichnung zu sehen ist, ist der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel links vom Pixel Pa bereits bestimmt. Ein anderes Merkmal des Prozesses des Umwandeln der Anzahl der Töne, das entsprechend der vorliegenden Ausführungsform durchgeführt wird, besteht darin, dass der Punkt-Ein-Aus-Zustand bereits für die Pixel oberhalb des Pixels Pa bestimmt ist, da der Punkt-Ein-Aus-Zustand in einer Abfolge von dem darüber liegenden Block ausgehend auf dieselbe Weise wie bei dem allgemeinen Prozess des Um-

wandelns der Anzahl der Töne bestimmt wird. Es folgt somit, dass die anderen drei Pixel des Zielblockes (das heißt die Pixel Pb, Pc und Pd) die nicht gewandelten Pixel um das Pixel Pa bilden und dass der Tonfehler, der durch das Pixel Pa erzeugt wird, auf diese drei Pixel ausgebreitet wird.

**[0128]** Wenn angenommen wird, dass beispielsweise das Verhältnis, mit dem Fehler auf Pixel ausgebreitet werden, das in [Fig. 16a](#) gezeigte ist, wird das Pixel Pb  $\frac{3}{8}$ -tel des Tonfehlers, der durch das Pixel Pa erzeugt wird, aufnehmen, wobei der somit aufgenommene Fehler einem Diffusionsfehler EDb hinzugefügt wird, der nach der Zuweisung zum Pixel Pb gespeichert wird, und das Ergebnis wird als ein neuer Diffusionsfehler EDb für das Pixel Pb gespeichert. Dieselbe Prozedur wird für das Pixel Pc übernommen.  $\frac{3}{8}$ -tel des Tonfehlers, der durch das Pixel Pa erzeugt wird, wird dem Wert eines Diffusionsfehlers EDC hinzu addiert, und das Ergebnis wird als ein neuer Diffusionsfehler EDC für das Pixel Pc gespeichert. Bei dem Pixel Pd wird  $\frac{1}{4}$ -tel des Tonfehlers, der durch das Pixel Pa erzeugt wird, hinzu addiert, und das Ergebnis wird als ein neuer Diffusionsfehler EDD für das Pixel Pd gespeichert. In [Fig. 15a](#) zeigen die Umrisspfeile, die von dem Pixel Pa weg zu den anderen drei Pixeln zeigen, schematisch die Weise, wie ein Tonfehler, der durch das Pixel Pa erzeugt wird, auf die anderen drei Pixel verteilt wird.

**[0129]** Wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel Pa einmal auf diese Weise bestimmt wurde und der Tonfehler, der durch das Pixel Pa erzeugt wird, auf die nicht bestimmten umgebenden Pixel ausgebreitet wurde, wird bestimmt, ob die Umwandlungsprozeduren für sämtliche Pixel des Zielblockes beendet wurden (entspricht Schritt S314 in [Fig. 10](#)), und wenn die Prozeduren für sämtliche Pixel nicht beendet wurden, wird eine Prozedur fortgesetzt, bei der der Punkt-Ein-Aus-Zustand für ein neues Pixel bestimmt wird.

**[0130]** Die Umwandlungsprozedur wird für das Pixel Pb gestartet, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel Pa einmal bestimmt wurde. Die Umwandlungsprozedur für das Pixel Pb kann im Wesentlichen auf dieselbe Weise wie die Umwandlungsprozedur für das Pixel Pa durchgeführt werden. [Fig. 15b](#) ist ein Diagramm, das schematisch die Weise darstellt, wie ein Tonfehler, der durch das Pixel Pb erzeugt wird, auf nicht bestimmte umgebende Pixel ausgebreitet wird. Da der Punkt-Ein-Aus-Zustand bereits für das Pixel Pa bestimmt ist, wird der Tonfehler, der durch das Pixel Pb erzeugt wird, auf insgesamt vier Pixel ausgebreitet, von denen zwei innerhalb des Zielblockes liegen und die anderen beiden außerhalb des Zielblockes, wie es in der Zeichnung gezeigt ist. [Fig. 16b](#) zeigt ein Beispiel für das Verhältnis, mit dem ein Tonfehler von dem Pixel Pb auf nicht bestimmte umgebende Pixel ausgebreitet wird.

**[0131]** Die Umwandlungsprozedur wird für das Pixel Pc wird auf dieselbe Weise durchgeführt, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für das Pixel Pb einmal bestimmt wurde. [Fig. 15c](#) ist ein Diagramm, das schematisch die Weise darstellt, wie ein Tonfehler, der durch das Pixel Pc erzeugt wird, ausgebreitet wird. Wie es in der Zeichnung gezeigt ist, wurde der Punkt-Ein-Aus-Zustand für die Pixel Pa und Pb in dem Zielblock bereits bestimmt, so dass der Tonfehler, der durch das Pixel Pc erzeugt wird, in einem speziellen Verhältnis auf insgesamt vier Pixel ausgebreitet wird, die aus dem Pixel Pd des Zielblockes und drei Pixeln außerhalb des Zielblockes bestehen. [Fig. 16c](#) ist ein Diagramm, das das Verhältnis zeigt, mit dem der Tonfehler, der durch das Pixel Pc erzeugt wird, auf die umgebenden Pixel ausgebreitet wird. Die Umwandlungsprozedur wird für das Pixel Pd durchgeführt, wenn der Fehler, der durch das Pixel Pc erzeugt wird, auf diese Weise auf die nicht bestimmten umgebenden Pixel in einem speziellen Verhältnis ausgebreitet wurde.

**[0132]** [Fig. 15d](#) ist ein Diagramm, das schematisch die Weise darstellt, wie ein Tonfehler, der durch das Pixel Pd erzeugt wird, ausgebreitet wird. Wie es in der Zeichnung gezeigt ist, sind fünf nicht gewandelte Pixel um das Pixel Pd vorhanden, so dass der Tonfehler auf diese Pixel ausgebreitet wird. [Fig. 16d](#) ist ein Diagramm, das das Verhältnis zeigt, mit dem der Fehler auf die Pixel ausgebreitet wird.

**[0133]** Nachdem die Umwandlungsprozeduren für die vier Pixel Pa, Pb, Pc und Pd auf diese Weise beendet sind, wird bestimmt, ob die Prozeduren für sämtliche Pixel des Zielblockes beendet wurden (entspricht Schritt S314 in [Fig. 10](#)), und die Prozedur des Schrittes S226 in [Fig. 5](#) wird somit beendet.

**[0134]** Wie es oben beschrieben wurde, wird die Prozedur des Schrittes S226 in [Fig. 5](#) äquivalent zu einer sogenannten Fehlerdiffusionstechnik durchgeführt. In der obigen Prozedur wird der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt, während der Tonfehler, der durch ein jeweiliges Pixel erzeugt wird, auf nicht bestimmte umgebende Pixel ausgebreitet wird, da der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten bestimmt wird. Aus diesem Grund kann der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt und die gewünschte Bildqualität aufrechterhalten werden, wenn der Zielblock in einem Bildbereich angeordnet ist, der jenseits eines Zwischentonwertes liegt.

**[0135]** Obwohl die Umwandlungsprozedur sequentiell für die Pixel Pa, Pb, Pc und Pd durchgeführt wurde, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für die Pixel, die einen Zielblock in dem Beispiel der [Fig. 15](#) bilden, bestimmt wurde, ist ein Durchführen der Umwandlungsprozedur in dieser Reihenfolge nicht immer notwendig und kann durch eine Prozedur ersetzt werden, bei der der Punkt-Ein-Aus-Zustand sequentiell

für die Pixel Pa, Pc, Pb und Pd durchgeführt wird, wie es beispielsweise in [Fig. 17](#) gezeigt ist. Ein Vergleich dieser Zeichnungen zeigt, dass die Fehler innerhalb der Blöcke in den [Fig. 15](#) und [17](#) in unterschiedlichen Richtungen ausgebreitet werden, und eine Abfolge, die in der Lage ist, eine angemessene Bildqualität zu erzielen, kann nach Bedarf ausgewählt werden. Es ist ebenfalls möglich, Tonfehler über einen breiteren Bereich von Pixeln auszubreiten, wie es in [Fig. 14](#) gezeigt ist.

**[0136]** Wenn die Prozeduren des Schrittes S226 oder S224 in [Fig. 5](#) einmal beendet sind, wird der Punkt-Ein-Aus-Zustand für den Zielblock, der im Schritt S200 bezeichnet ist, bestimmt, und der Tonfehler, der durch diese Umwandlungsprozedur erzeugt wird, wird vollständig ausgebreitet. Diesem Schritt folgt daher eine Routine zum Bestimmen, ob derartige Prozeduren für sämtliche Blöcke beendet wurden (Schritt S228). Wenn nicht verarbeitete Blöcke noch verbleiben, kehrt der Betrieb zum Schritt S200 zurück, der Zielblock wird um einen Block bewegt, und eine Abfolge von Prozeduren wird dann durchgeführt. Wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für sämtliche Blöcke auf diese Weise einmal bestimmt wurde, wird der Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne beendet und der Betrieb kehrt zur Bilddatenumwandlungsprozedur der [Fig. 4](#) zurück.

**[0137]** Der oben beschriebene Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann schnell durchgeführt werden, da der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten bestimmt werden kann, die durch Kombinieren spezieller Anzahlen von Pixeln erhalten werden. Ein anderes Merkmal besteht darin, dass, wenn der Punkt-Ein-Aus-Zustand für einen Zielblock bestimmt wird, der Bildbereich, dem der Zielblock zugewiesen ist, auf der Grundlage einer Beziehung bestimmt wird, die den Wert von Korrekturdaten oder den Wert von Tonwerten für die Pixel des Zielblockes beinhaltet, und der Punkt-Ein-Aus-Zustand wird durch ein geeignetes Verfahren bestimmt. Es ist daher möglich, den Punkt-Ein-Aus-Zustand durch ein Verfahren zu bestimmen, das entsprechend den Tonwerten oder Korrekturdaten ausgewählt wird, und somit die gewünschte Bildqualität trotz der Tatsache, dass der Punkt-Ein-Aus-Zustand in Blockeinheiten bestimmt wird, aufrechtzuerhalten. Ein anderes Merkmal besteht darin, dass, wenn der Bildbereich, in dem der Punkt-Ein-Aus-Zustand bestimmt wird, jenseits eines Zwischentonwertes liegt, die gewünschte Bildqualität aufrechterhalten werden kann, da der Punkt-Ein-Aus-Zustand durch ein Verfahren äquivalent zu einer sogenannten Fehlerdiffusionstechnik bestimmt wird.

## E. Modifikationen

**[0138]** Der oben beschriebene Prozess zur Um-

wandlung der Anzahl der Töne weist eine Vielzahl von Modifikationen auf. Es folgt eine kurze Beschreibung.

#### E-1. Erste Modifikation

**[0139]** Der oben beschriebene Prozess des Umwandels der Anzahl von Tönen ist derart beschaffen, dass, wenn die Summe S eines Zielblockes gleich Null ist, das heißt, der Tonwert eines jeden der Pixel, die den Zielblock bilden, gleich Null ist ("Ja" im Schritt S206 der [Fig. 5](#)), geschlossen wird, dass keine Punkte in dem Block ausgebildet werden, und die Fehler, die durch den Zielblock erzeugt werden, werden auf umgebende Pixel ausgebreitet (Schritt S212 oder 224 in [Fig. 5](#)).

**[0140]** Eine Alternative, die übernommen wird, wenn die Summe S eines Zielblockes kontinuierlich gleich Null ist, ist es, Null dem Diffusionsfehler zuzuweisen, der für jedes der Pixel in dem Block gespeichert wird. Mit anderen Worten kann eine Prozedur wie diejenige der [Fig. 18](#) im Schritt S224 der [Fig. 5](#) durchgeführt werden. Es wird zunächst bestimmt, ob die Summe S der Tonwerte für die Pixel, die den Zielblock bilden, gleich Null ist (Schritt S300), ein Wert von Null wird einem Flag F zugewiesen (Schritt S302), wenn die Summe S nicht gleich Null ist, und die Tonfehler, die durch den Zielblock erzeugt werden, werden auf umgebende Pixel ausgebreitet (Schritt S304). Die spezielle Prozedur, die im Schritt S304 ausgeführt wird, ist dieselbe wie die Prozedur, die im Schritt S224 oben ausgeführt wird.

**[0141]** Es wird im Schritt S300 bestimmt, ob das Flag F "1" zeigt, wenn die Summe S eines Zielblockes Null ist (Schritt S306). Das Flag F wird im Schritt S302 auf Null eingestellt, wenn die zuvor bestätigte Summe S des Zielblockes nicht Null ist. In diesem Fall ("Nein" im Schritt S306) wird das Flag F auf "1" gesetzt (Schritt S308), was der Wert ist, der angibt, dass die Summe S eines Zielblockes Null ist, und die Tonfehler, die durch den Zielblock erzeugt werden, werden auf umgebende Pixel ausgebreitet (Schritt S304). Das Flag F wird im Schritt S308 auf "1" eingestellt, wenn die zuvor bestätigte Summe S des Zielblockes Null ist. In einem derartigen Fall ("Ja" im Schritt S306) wird die Prozedur, bei der die Tonfehler, die durch den Zielblock erzeugt werden, ausgebreitet werden, durch eine Prozedur ersetzt, bei der die Ausdrucksfehler, die für die Pixel des Zielblockes gespeichert werden, zu Null initialisiert werden (Schritt S310).

**[0142]** Da die Tonwerte sämtlicher Pixel, die einen Zielblock bilden, gleich Null sein müssen, um die Summe S des Zielblockes auf einen Null-Pegel zu bringen, zeigt die Tatsache, dass die Summe S kontinuierlich gleich Null ist, an, dass keine Bilder in diesem Bereich zu erzeugen sind, das heißt, dass dieser

Bereich des Druckpapiers ungefärbt bleibt. Gemäß der oben beschriebenen ersten Modifikation wird der Diffusionsfehler eines jeweiligen Pixels in derartigen Bereichen initialisiert. Es ist daher möglich Situationen zu verhindern, bei denen Fehler, die von der Umgebung verteilt werden, die Auswirkung des Ausbildens von Punkten in den Bereichen, die ursprünglich ausgelegt sind, frei von Bildern zu bleiben, haben, und Bilder höherer Qualität können somit ausgebildet werden. Eine bestimmte Erhöhung der Verarbeitungsgeschwindigkeit kann ebenfalls erzielt werden, da keine Notwendigkeit besteht, Tonfehler zu verteilen, die durch die Blöcke erzeugt werden, deren Summen S kontinuierlich gleich Null sind.

#### E-2. Zweite Modifikation

**[0143]** Obwohl die obige Verarbeitung des Umwandels der Anzahl der Töne mit Bezug auf einen Fall beschrieben wurde, bei dem ein geeignetes Verfahren zum Bestimmen der Punktausbildung auf der Grundlage der Summe S oder der Korrekturdaten eines Zielblockes ausgewählt wurde, besteht keine Notwendigkeit, die Auswahl stets auf der Basis der Summe oder der Korrekturdaten durchzuführen, solange wie ein geeignetes Verfahren auf der Grundlage der Tonwerte der Pixel, die den Zielblock bilden, ausgewählt werden kann. Es ist beispielsweise möglich, ein optimales Bestätigungsverfahren durch Bestimmen, ob die Position des Zielblockes einer Bildkante entspricht, das heißt, in einem Bereich einer abrupten Änderung der Tonwerte der Bilddaten liegt, auszubilden.

**[0144]** [Fig. 19](#) ist ein Flussdiagramm eines Prozesses, bei dem der Punkt-Ein-Aus-Zustand unter Verwendung eines geeigneten Verfahrens bestimmt wird, das in Abhängigkeit nicht nur von der Summe oder den Korrekturdaten eines Zielblockes ausgewählt wird, sondern ebenfalls auf der Grundlage, ob sich der Zielblock auf oder außerhalb eines Kantenbereiches befindet. Der Abschnitt, der eine hinzugefügte Prozedur (Schritt S408) zum Bestimmen, ob der Zielblock auf einer Kantenposition angeordnet ist, enthält, unterscheidet sich signifikant von dem Prozess des Umwandels der Anzahl der Töne der [Fig. 5](#).

**[0145]** Der Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne gemäß der zweiten Modifikation wird im Folgenden anhand des Flussdiagramms der [Fig. 19](#) skizziert, wobei Betonung auf die Abschnitte gelegt wird, die sich von der Prozedur der [Fig. 5](#) unterscheiden.

**[0146]** Ähnlich dem Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne, der unten mit Bezug auf [Fig. 5](#) beschrieben ist, wird der Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne der zweiten Ausführungsform derart durchgeführt, dass ein Zielblock zunächst errichtet

wird (Schritt S400), Tonwerte und Diffusionsfehler für die Pixel innerhalb des Blockes gelesen werden, und eine Summe S für den Zielblock berechnet wird (Schritt S402). Es wird dann bestimmt, ob die Summe S, die somit berechnet wird, gleich Null ist (Schritt S404), und es wird geschlossen, dass keine Punkte in irgendeinem der Pixel, die den Zielblock bilden, ausgebildet werden, wenn die Summe S tatsächlich gleich Null ist (Schritt S412). Korrekturdaten Bx werden berechnet (Schritt S406), wenn die Summe S des Zielblockes nicht Null ist. Die Korrekturdaten Bx können unter Verwendung der Gleichung (2) auf dieselbe Weise wie in dem Fall des Prozesses des Umwandeln der Anzahl der Töne, der oben mit Bezug auf [Fig. 5](#) beschrieben wurde, berechnet werden.

**[0147]** Es wird dann bestimmt, ob die Position, die für den Zielblock eingestellt ist, sich auf oder außerhalb des Kantenbereiches befindet (Schritt S408). Das Vorhandensein des Zielblockes auf oder außerhalb des Kantenbereiches kann durch Vergleichen der Tonwerte benachbarter Pixel in dem Zielblock durchgeführt werden. Es ist möglich zu folgern, dass sich der Zielblock außerhalb des Kantenbereiches befindet, wenn das Pixel Pa und die Differenz zwischen den Tonwerten der Pixel Pa und Pb, Pa und Pc, oder Pa und Pd nicht größer als ein spezieller Wert sind, wie es beispielsweise in [Fig. 20a](#) gezeigt ist. Insbesondere ist es möglich zu folgern, dass die Position, die für den Zielblock ausgewählt ist, nicht auf dem Kantenbereich eines Bildes angeordnet ist, wenn Folgendes erfüllt ist.

$$\begin{aligned} \text{abs}(\text{DTa} - \text{DTb}) &< \text{thedge, und} \\ \text{abs}(\text{DTa} - \text{DTc}) &< \text{thedge, und} \\ \text{abs}(\text{DTa} - \text{DTd}) &< \text{thedge,} \end{aligned} \quad (3)$$

wobei  $\text{abs}(X)$  eine Funktion zum Bestimmen des Absolutwertes von X ist, und der Schwellenwert  $\text{thedge}$  im Voraus auf einen geeigneten Pegel eingestellt wird. Die Pfeile zwischen dem Pixel Pa und den Pixeln Pb, Pc und Pd in [Fig. 20a](#) geben an, ob das Vorhandensein einer Kante auf der Grundlage der Differenz zwischen den Tonwerten der fraglichen Pixel gefunden wurde.

**[0148]** Die folgende einfache Prozedur kann an Stelle der Prozedur, die Gleichung (3) beinhaltet, verwendet werden, um zu bestimmen, ob der Zielblock auf einem Kantenbereich angeordnet ist. Insbesondere kann gefolgert werden, dass die Position des Zielblockes auf dem Kantenbereich angeordnet ist, wenn die Differenz zwischen den Tonwerten der Pixel Pa und Pd oder den Pixeln Pb und Pc nicht größer als ein spezieller Wert ist, wie es in [Fig. 20b](#) gezeigt ist. Alternativ kann gefolgert werden, dass der Zielblock auf dem Kantenbereich angeordnet ist, wenn die Differenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Tonwert der Pixel, die den Zielblock bilden, größer als ein spezieller Schwellenwert ist.

**[0149]** Derselbe Prozess des Umwandeln der Anzahl der Töne wie der mit Bezug auf [Fig. 5](#) beschriebene wird durchgeführt, wenn gefolgert wird, dass der Zielblock nicht auf dem Kantenbereich angeordnet ist ("Nein" im Schritt S408). Insbesondere werden die Korrekturdaten Bx des Zielblockes mit speziellen Schwellenwerten  $\text{th1}$ ,  $\text{th2}$  und  $\text{th3}$  verglichen (Schritte S410, S414, und S418), der Punkt-Ein-Aus-Zustand wird durch ein spezielles Verfahren entsprechend den entsprechenden Werten der Korrekturdaten Bx für den Zielblock bestimmt (Schritte S412, S416 und S420), und die Tonfehler, die durch den gesamten Zielblock erzeugt werden, werden auf umgebende Pixel ausgebreitet (Schritte S422 und S424). Der Punkt-Ein-Aus-Zustand wird für jedes Pixel bestimmt, während die Tonfehler, die durch die Pixel erzeugt werden, auf nicht bestimmte umgebende Pixel ausgebreitet werden, wenn die Werte der Korrekturdaten Bx für den Zielblock den Schwellenwert  $\text{th3}$  überschreiten (Schritt S426).

**[0150]** Wenn gefolgert wird, dass der Zielblock auf dem Kantenbereich eines Bildes angeordnet ist ("Ja" im Schritt S408 der [Fig. 19](#)), wird der Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel bestimmt, während der Fehler des Pixels auf nicht bestimmte umgebende Pixel unabhängig von dem Wert der Korrekturdaten Bx ausgebreitet wird (Schritt S426). Das Übernehmen dieses Ansatzes ermöglicht es, dass die Bilddatenauflösung aufrechterhalten wird, da der Punkt-Ein-Aus-Zustand stets für die Pixel entsprechend dem Kantenbereich des Bildes bestimmt wird. Dieser Ansatz wird daher bevorzugt, da der Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne auf einfache Weise durchgeführt werden kann, ohne Bildumrisse zu verschmieren.

**[0151]** Es wurden oben verschiedene Ausführungsformen beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt und kann in einer Vielzahl von Ausführungsformen implementiert werden, solange wie das Wesentliche nicht verloren geht.

**[0152]** Die obigen Ausführungsformen wurden beispielsweise mit Bezug auf Fälle beschrieben, bei denen die Beschreibung unter der Annahme vereinfacht wurde, dass nur zwei Zustände für die Pixel möglich sind: einer, bei dem ein Punkt ausgebildet wird, und einer, bei dem keine Punkte ausgebildet werden. Es ist jedoch offensichtlich, dass dieses Konzept ebenso für Drucker übernommen werden kann, die in der Lage sind, Punkte unterschiedlicher Größen auszubilden, oder auf Drucker, die in der Lage sind, mehrere Punkttypen mit verschiedenen Tintendichten auszubilden. Der Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne der oben beschriebenen Ausführungsformen kann vorteilhaft für Drucker übernommen werden, da derartige Prozeduren dazu neigen, mit einer Erhöhung der Typen der Punkte, die



ausgebildet werden können, komplizierter und zeitintensiver zu werden.

**[0153]** Das Softwareprogramm (Anwendungsprogramm) zum Durchführen der oben beschriebenen Funktionen kann ausgeführt werden, nachdem es über eine Kommunikationsleitung in den Hauptspeicher oder eine externe Speichervorrichtung eines Computersystems heruntergeladen wurde. Es ist offensichtlich, dass Softwareprogramme, die auf CD-ROMs oder Disketten gespeichert sind, ebenfalls gelesen und ausgeführt werden können.

**[0154]** Obwohl die obigen Ausführungsformen mit Bezug auf einen Fall beschrieben wurden, bei dem eine Bilddatenumwandlungsprozedur (beinhaltet einen Prozess zum Umwandeln der Anzahl der Töne) durch einen Computer ausgeführt wird, ist es ebenfalls möglich eine Anordnung zu übernehmen, bei der ein Teil oder die ganze Bilddatenumwandlungsprozedur durch einen Drucker oder eine zweckgebundene Bildverarbeitungsvorrichtung ausgeführt wird.

**[0155]** Schließlich ist die Bildanzeigevorrichtung nicht notwendigerweise auf eine Druckvorrichtung zum Drucken von Bildern durch Ausbilden von Tintentropfen auf ein Druckmedium beschränkt und kann beispielsweise eine Flüssigkristallanzeige zum Anzeigen von Bildern mit sich kontinuierlich ändernden Tonwerten durch Streuen von hellen Lichtpunkten auf der Oberfläche einer Flüssigkristallanzeige mit geeigneter Dichte sein.

### Patentansprüche

1. Bildverarbeitungsvorrichtung, die einen Punkt-Ein-Aus-Zustand für jeden Pixel unter Berücksichtigung eines Tonwertes (DTa, DTb, DTc, DTd) des Pixels bestimmt und Bilddaten, die durch den Tonwert (DTa, DTb, DTc, DTd) jedes Pixels ausgedrückt werden, in ein spezielles Ausdrucksformat auf der Grundlage des Punkt-Ein-Aus-Zustands wandelt, wobei die Bildverarbeitungsvorrichtung aufweist: eine Blockbildungseinheit (12), die ausgelegt ist, eine spezielle Anzahl von benachbarten Pixeln (Pa, Pb, Pc, Pd) aus den Pixeln, die das Bild bilden, in Blöcke zu kombinieren und den Block, der das Pixel enthält, für das der Punkt-Ein-Aus-Zustand zu bilden ist, als einen Zielblock zu identifizieren; eine erste Bilddatenwandlungseinheit (12), die ausgelegt ist, die Bilddaten jedes Pixels, das in dem Zielblock enthalten ist, auf der Grundlage des Ein-Aus-Zustands in Blockeinheiten in das spezielle Ausdrucksformat zu wandeln; **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Bilddatenwandlungseinheit (12) ausgelegt ist, Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd), die in den umgewandelten Pixeln aufgrund der Bilddatenwandlung in dem Zielblock auftreten, auf die nicht gewandelten Pixel, die in der Peripherie des Zielblocks angeordnet

sind, auszubreiten, eine zweite Bilddatenwandlungseinheit (12) vorgesehen ist, die ausgelegt ist, die Bilddaten jedes Pixels, das in dem Zielblock enthalten ist, in das spezielle Ausdrucksformat zu wandeln und einen Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd), der in jedem gewandelten Pixel aufgrund der Bilddatenwandlung auftritt, auf die nicht gewandelten Pixel, die in der Peripherie des gewandelten Pixels angeordnet sind, unabhängig von dem Zielblock auszubreiten, eine Verarbeitungsbedingungsbestimmungseinheit (12) vorgesehen ist, die ausgelegt ist, den Tonwert (DTa, DTb, DTc, DTd) jedes Pixels, das in dem Zielblock enthalten ist, zu erfassen und auf der Grundlage der erfassten Größe der Tonwerte (DTa, DTb, DTc, DTd) der jeweiligen Pixel zu bestimmen, ob der Zielblock eine spezielle Verarbeitungsbedingung erfüllt; und eine Aktivierungseinheit vorgesehen ist, die ausgelegt ist, die erste Bilddatenwandlungseinheit (12) zu aktivieren, wenn die Verarbeitungsbedingungsbestimmungseinheit bestimmt, dass der Zielblock die spezielle Verarbeitungsbedingung erfüllt, und die zweite Bilddatenwandlungseinheit (12) zu aktivieren, wenn die Verarbeitungsbedingungsbestimmungseinheit bestimmt, dass der Zielblock die spezielle Verarbeitungsbedingung nicht erfüllt.

2. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Verarbeitungsbedingungsbestimmungseinheit außerdem eine Berechnungseinheit aufweist, die ausgelegt ist, eine Summe (S) von Tonwerten (DTa, DTb, DTc, DTd) der Pixel, die in dem Zielblock enthalten sind, zu berechnen, und die Bildverarbeitungsvorrichtung ausgelegt ist, die erste Bilddatenwandlungseinheit (12) zu verwenden, um die Bilddaten in Blockeinheiten zu wandeln, wenn die Summe (S) der Tonwerte (DTa, DTb, DTc, DTd) der Pixel, die in dem Zielblock enthalten sind, nicht größer als ein spezieller Schwellenwert (th3) ist, und die zweite Bilddatenwandlungseinheit (12) für die Bilddaten in Pixeleinheiten zu verwenden, wenn die Summe (S) der Tonwerte (DTa, DTb, DTc, DTd) der Pixel, die in dem Zielblock enthalten sind, größer als der spezielle Schwellenwert (th3) ist.

3. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Berechnungseinheit ausgelegt ist, den Tonwert, der durch Ausbreiten der Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd) erhalten wird, zu berechnen.

4. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Verarbeitungsbedingungsbestimmungseinheit (12) ausgelegt ist zu bestimmen, dass der Zielblock die spezielle Verarbeitungsbedingung nicht erfüllt, wenn Pixel vorhanden sind, für die die Differenz zwischen den Tonwerten (DTa, DTb, DTc, DTd) zweier benachbarter Pixel einen speziellen Wert (th1) in dem Zielblock überschreitet.

5. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Verarbeitungsbedingungsbestimmungseinheit (12) ausgelegt ist zu bestimmen, dass der Zielblock die spezielle Verarbeitungsbedingung nicht erfüllt, wenn die Differenz zwischen den maximalen und minimalen Tonwerten (DTa, DTb, DTc, DTd) der Pixel einen speziellen Wert (th1) in dem Zielblock überschreitet.

6. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die erste Bilddatenwandlungseinheit (12) ausgelegt ist, die Wandlung durch Bestimmen von Punkt-Ein-Aus-Zuständen für sämtliche Pixel, die in dem Zielblock enthalten sind, durchzuführen und die Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd), die in jedem gewandelten Pixel aufgrund der Bilddatenwandlung auftreten, auf die nicht gewandelten Pixel eines zum Zielblock benachbarten Blockes auszubreiten.

7. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die erste Bilddatenwandlungseinheit (12) ausgelegt ist, eine Summe (S) von Tonwerten (DTa, DTb, DTc, DTd) für sämtliche Pixel des Zielblockes zu berechnen und die Bilddaten durch Bilden von Punkten für Pixel, deren Zahl gemäß der Summe (S) spezifiziert wird, zu wandeln.

8. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei die erste Bildwandlungseinheit ausgelegt ist, die Bilddaten durch Ausbilden von Punkten für Pixel an speziellen Orten in dem Zielblock gemäß der Summe (S) zu wandeln.

9. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei die erste Bildwandlungseinheit ausgelegt ist, die Bilddaten durch Ausbilden von Punkten für die spezielle Anzahl von Pixeln in der Reihenfolge von den Pixeln mit größeren Tonwerten (DTa, DTb, DTc, DTd) in dem Zielblock zu wandeln.

10. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei die erste Bildwandlungseinheit ausgelegt ist, in Blockeinheiten die spezielle Anzahl von Positionen von Pixeln, an denen Punkte auszubilden sind, auszuwählen und die Bilddaten durch Ausbilden von Punkten der Pixel, die den ausgewählten Positionen zugeordnet sind, zu wandeln.

11. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei die erste Bildwandlungseinheit ausgelegt ist, die Bilddaten durch Nichtausbilden irgendeines Punktes der Pixel des Zielblocks zu wandeln, wenn die Summe (S) kleiner als ein spezieller Wert (th1) ist.

12. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 6, die außerdem ausgelegt ist, wenn die Summe (S), die durch Summieren der Tonwerte (DTa, DTb, DTc, DTd) der Pixel, die in einem Zielblock enthalten sind, ohne die ausgebreiteten Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd) zu berücksichtigen, erhalten wird, in mehreren

aufeinander folgenden Zielblöcken gleich Null ist, die Ausbreitung von Tonfehlern (EDa, EDb, EDc, EDd) auf einen folgenden Zielblock in den aufeinander folgenden Zielblöcken zu initialisieren.

13. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die erste Bildwandlungseinheit außerdem eine Summenfehlerausbreitungseinheit aufweist, die ausgelegt ist, den Summenfehler zu berechnen, der durch Summieren der Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd), die auf die Pixel des Zielblocks auszubreiten sind, erhalten wird, und den sich ergebenden Summenfehler auf die Pixel des Zielblocks entsprechend einem speziellen Verfahren auszubreiten.

14. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Summenfehlerausbreitungseinheit ausgelegt ist, den Summenfehler auf die Pixel des Zielblocks in einem speziellen Verhältnis auszubreiten.

15. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die erste Bildwandlungseinheit außerdem eine Ausbreitungseinheit für spezielle Pixel aufweist, die ausgelegt ist, sämtliche Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd), die auf die Pixel des Zielblocks auszubreiten sind, auf ein Pixel auszubreiten, das an einem bestimmten Ort in dem Zielblock angeordnet ist.

16. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 6, wobei die erste Bildwandlungseinheit ausgelegt ist, die Bilddaten durch Bestimmen des Punkt-Ein-Aus-Zustands für jedes Pixel, das in dem Zielblock enthalten ist, zu wandeln, während der Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd), der in jedem Pixel des Zielblocks auftritt, innerhalb der nicht gewandelten benachbarten Pixel in dem Zielblock ausgebreitet wird.

17. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Fehlerausbreitungseinheit außerdem eine Blockfehlerberechnungseinheit aufweist, die ausgelegt ist, einen Blockfehler zu berechnen, der durch Summieren der Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd), die in den Pixeln des Zielblocks aufgrund der Wandlung der Bilddaten auftreten, und die Fehlerausbreitungseinheit ausgelegt ist, den sich ergebenden Blockfehler auf das nicht gewandelte Pixel, das in einem Block benachbart zum Zielblock enthalten ist, auszubreiten.

18. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 17, wobei die Blockfehlerberechnungseinheit ausgelegt ist, den Blockfehler auf der Grundlage von Ergebnissen der Bestimmung des Punkt-Ein-Aus-Zustands für die Pixel des Zielblocks und auf der Grundlage einer Summe (S) von Tonwerten (DTa, DTb, DTc, DTd) jedes Pixels, das in dem Zielblock enthalten ist, vor der Ausbreitung der Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd) von dem benachbarten Block zu berech-

nen.

19. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 17, wobei die Fehlerausbreitungseinheit ausgelegt ist, den Blockfehler in einem speziellen Verhältnis auf das Pixel, das in einem Block benachbart zum Zielblock enthalten ist, auszubreiten.

20. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 17, wobei die Fehlerausbreitungseinheit ausgelegt ist, den Blockfehler auf das Pixel, das an speziellen Orten in dem Zielblock angeordnet ist, auszubreiten.

21. Bildverarbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Blockbildungseinheit (12) ausgelegt ist, vier Pixel, die in zwei Reihen und Spalten angeordnet sind, in einen Block zu kombinieren.

22. Drucksteuervorrichtung, die einen Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel unter Berücksichtigung eines Tonwertes des Pixels bestimmt und Bilddaten, die durch den Tonwert jedes Pixels ausgedrückt werden, auf der Grundlage des Punkt-Ein-Aus-Zustands in Druckdaten wandelt, die durch ein spezielles Ausdrucksformat beschrieben werden, wobei die Vorrichtung eine Druckeinheit steuert, die Tintentropfen auf einem Druckmedium ausbildet, um ein Bild durch die Ausgabe der Druckdaten zu drucken, und wobei die Vorrichtung aufweist:  
eine Bildverarbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, wobei  
die erste Bilddatenwandlungseinheit (12) ausgelegt ist, die Bilddaten für den Zielblock in die Druckdaten, die durch das spezielle Ausdrucksformat beschrieben werden, in Blockeinheiten zu wandeln,  
die zweite Bilddatenwandlungseinheit (12) ausgelegt ist, die Bilddaten jedes Pixels, das in dem Zielblock enthalten ist, in die Druckdaten, die durch das spezielle Ausdrucksformat beschrieben werden, zu wandeln, und  
eine Druckdatenausgabereinheit, die die Druckdaten, die von der ersten Bilddatenwandlungseinheit (12) und der zweiten Bilddatenwandlungseinheit (12) erhalten werden, an die Druckeinheit ausgibt.

23. Bildverarbeitungsverfahren, das einen Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel unter Berücksichtigung eines Tonwertes des Pixels bestimmt und Bilddaten, die durch den Tonwert jedes Pixels ausgedrückt werden, in ein spezielles Ausdrucksformat auf der Grundlage des Punkt-Ein-Aus-Zustands wandelt, wobei das Bildverarbeitungsverfahren die folgenden Schritte aufweist:  
Kombinieren einer speziellen Anzahl benachbarter Pixel (Pa, Pb, Pc, Pd) aus den Pixeln, die das Bild bilden, in Blöcke und Identifizieren des Blocks, der das Pixel, für das der Punkt-Ein-Aus-Zustand zu bilden ist, enthält, als einen Zielblock;  
gekennzeichnet durch

Erfassen des Tonwertes jedes Pixels, das in dem Zielblock enthalten ist, und Bestimmen auf der Grundlage der erfassten Größe der Tonwerte (DTa, DTb, DTc, DTd) jeweiliger Pixel, ob der Zielblock eine spezielle Verarbeitungsbedingung erfüllt,  
Wandeln der Bilddaten jedes Pixels, das in dem Zielblock enthalten ist, auf der Grundlage des Ein-Aus-Zustands in das spezielle Ausdrucksformat in Blockeinheiten und Ausbreiten von Tonfehlern (EDa, EDb, EDc, EDd), die in den gewandelten Pixeln aufgrund der Bilddatenwandlung in dem Zielblock auftreten, auf nicht gewandelte Pixel, die in der Peripherie des Zielblocks angeordnet sind, wenn der Zielblock die spezielle Verarbeitungsbedingung erfüllt; und  
Wandeln der Bilddaten jedes Pixels, das in dem Zielblock enthalten ist, in das spezielle Ausdrucksformat auf der Grundlage des Ein-Aus-Zustands in Pixeleinheiten und Ausbreiten eines Tonfehlers (EDa, EDb, EDc, EDd), der in jedem gewandelten Pixel aufgrund der Bilddatenwandlung auftritt, auf nicht gewandelte Pixel, die in der Peripherie des gewandelten Pixels angeordnet sind, unabhängig von dem Zielblock, wenn der Zielblock die spezielle Verarbeitungsbedingung nicht erfüllt.

24. Bildverarbeitungsverfahren nach Anspruch 23, wobei der Zielblock bestimmt wird, um die spezielle Verarbeitungsbedingung zu erfüllen, wenn die Differenz zwischen den maximalen und minimalen Tonwerten (DTa, DTb, DTc, DTd) von Pixeln einen speziellen Wert (th1) in dem Zielblock überschreitet.

25. Bildverarbeitungsverfahren nach Anspruch 23, wobei das Verfahren außerdem einen Schritt des Berechnens eines Blockfehlers aufweist, der durch Summieren der Tonfehler (EDa, EDb, EDc, EDd), die in den Pixeln des Zielblocks aufgrund der Wandlung der Bilddaten auftreten, erhalten wird, und der Schritt des Ausbreitens von Tonfehlern (EDa, EDb, EDc, EDd) ein Schritt des Ausbreitens des sich ergebenden Blockfehlers auf das nicht gewandelte Pixel, das in einem zum Zielblock benachbarten Block enthalten ist, ist.

26. Aufzeichnungsmedium, auf dem ein Programm auf computerlesbare Weise aufgezeichnet ist, wobei das Programm ein Verfahren verwirklicht, das einen Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pixel unter Berücksichtigung eines Tonwertes des Pixels bestimmt und Bilddaten, die durch den Tonwert jedes Pixels ausgedrückt werden, in ein spezielles Ausdrucksformat auf der Grundlage des Punkt-Ein-Aus-Zustands wandelt, wobei das Programm bewirkt, dass ein Computer sämtliche Verfahrensschritte gemäß einem der Ansprüche 23 bis 25 ausführt.

27. Programm zum Verwirklichen eines Verfahrens, das einen Punkt-Ein-Aus-Zustand für jedes Pi-



xel unter Berücksichtigung eines Tonwertes des Pixels bestimmt und Bilddaten, die durch den Tonwert jedes Pixels ausgedrückt werden, in ein spezielles Ausdrucksformat auf der Grundlage des Punkt-Ein-Aus-Zustands wandelt, wobei das Programm bewirkt, dass ein Computer sämtliche Verfahrensschritte nach einem der Ansprüche 23 bis 25 ausführt.

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

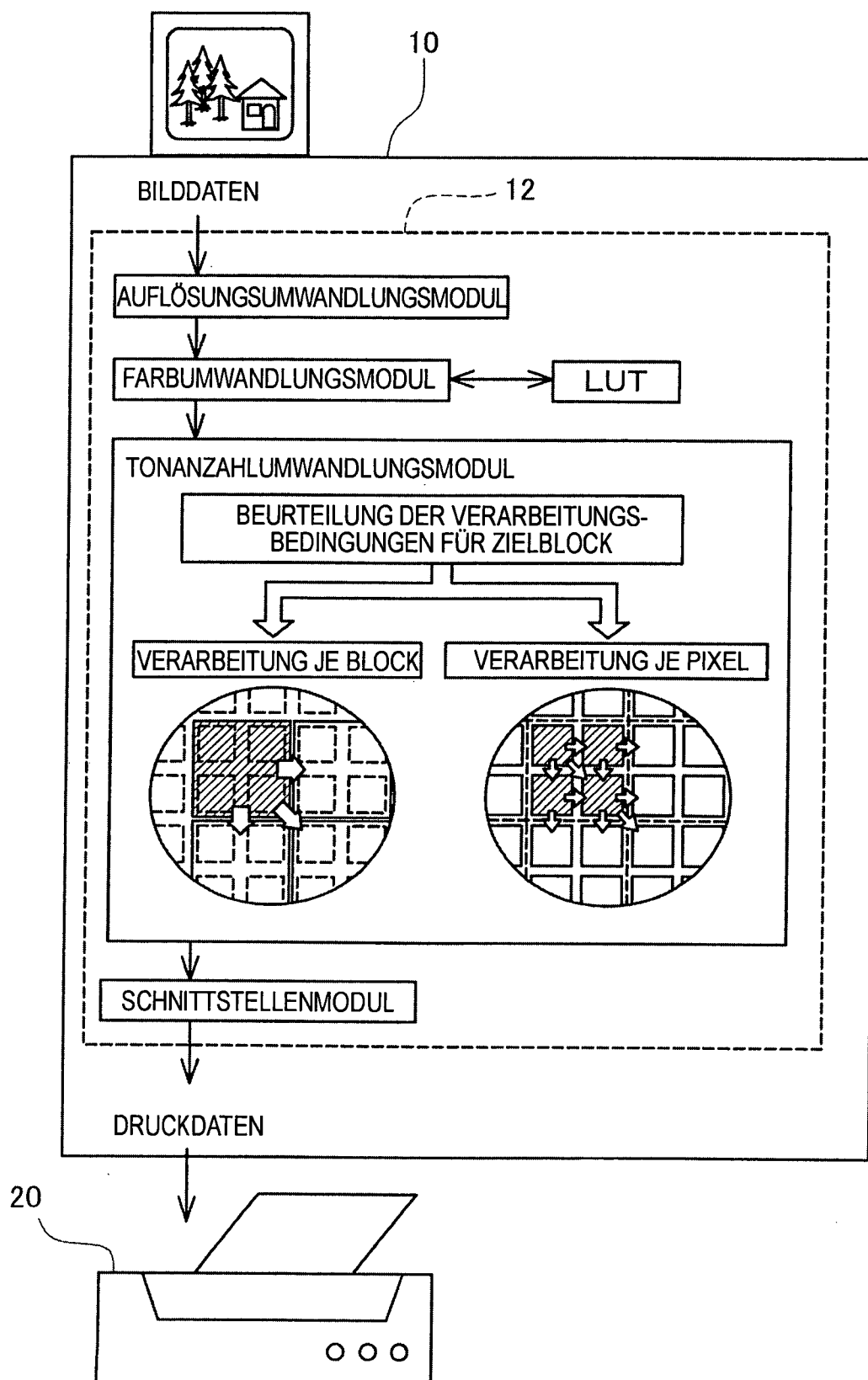
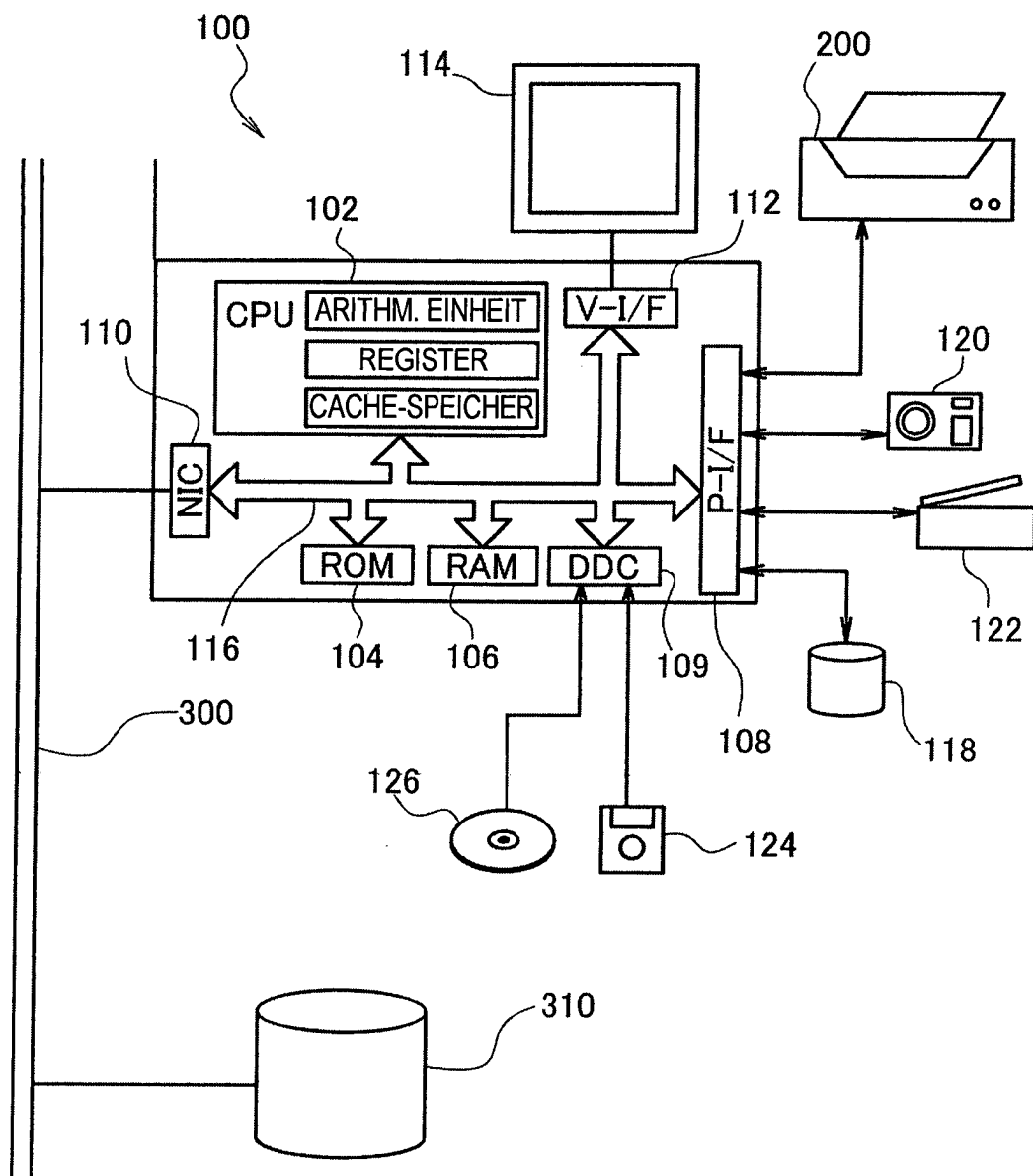


Fig. 2



*Fig. 3*

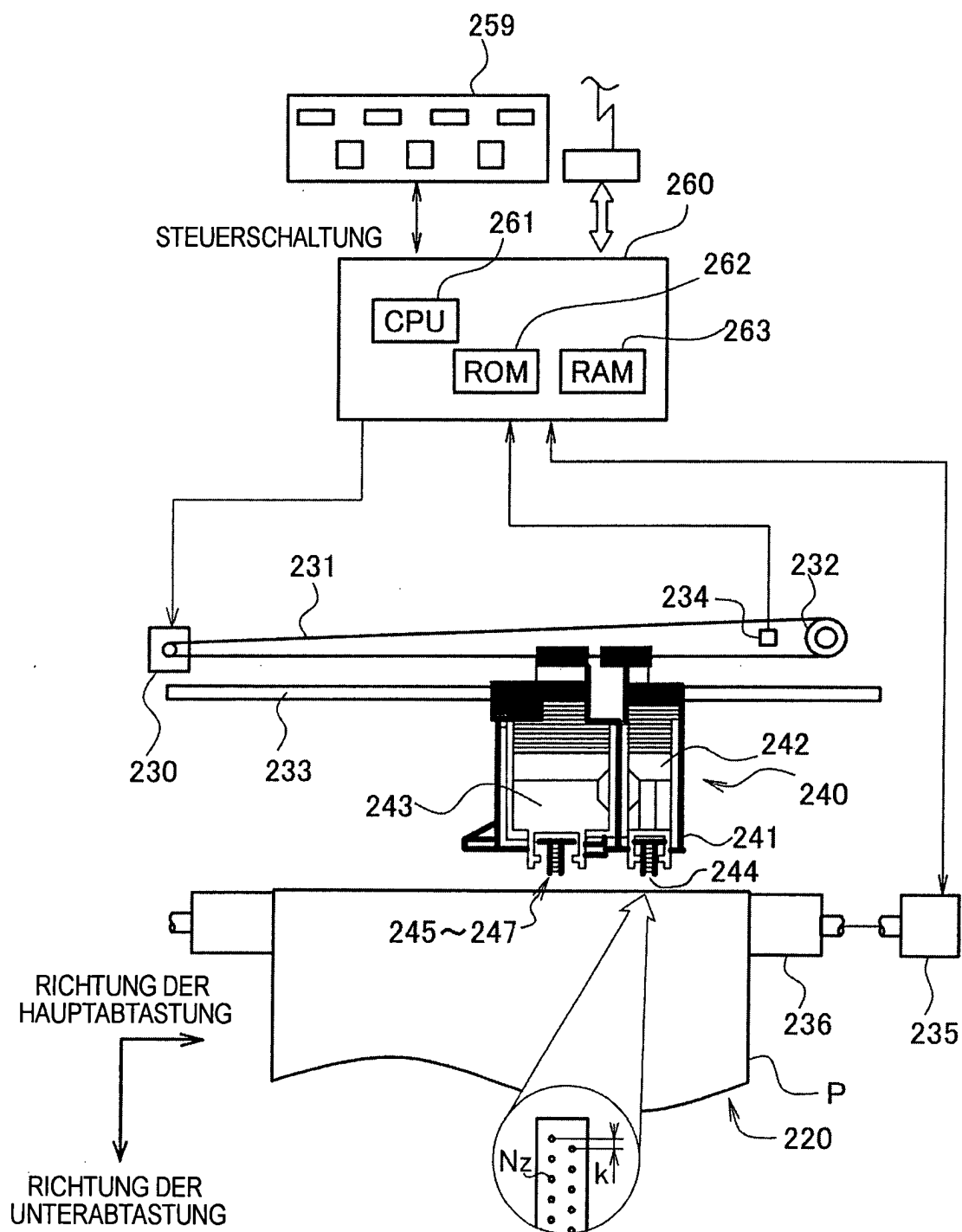


Fig. 4

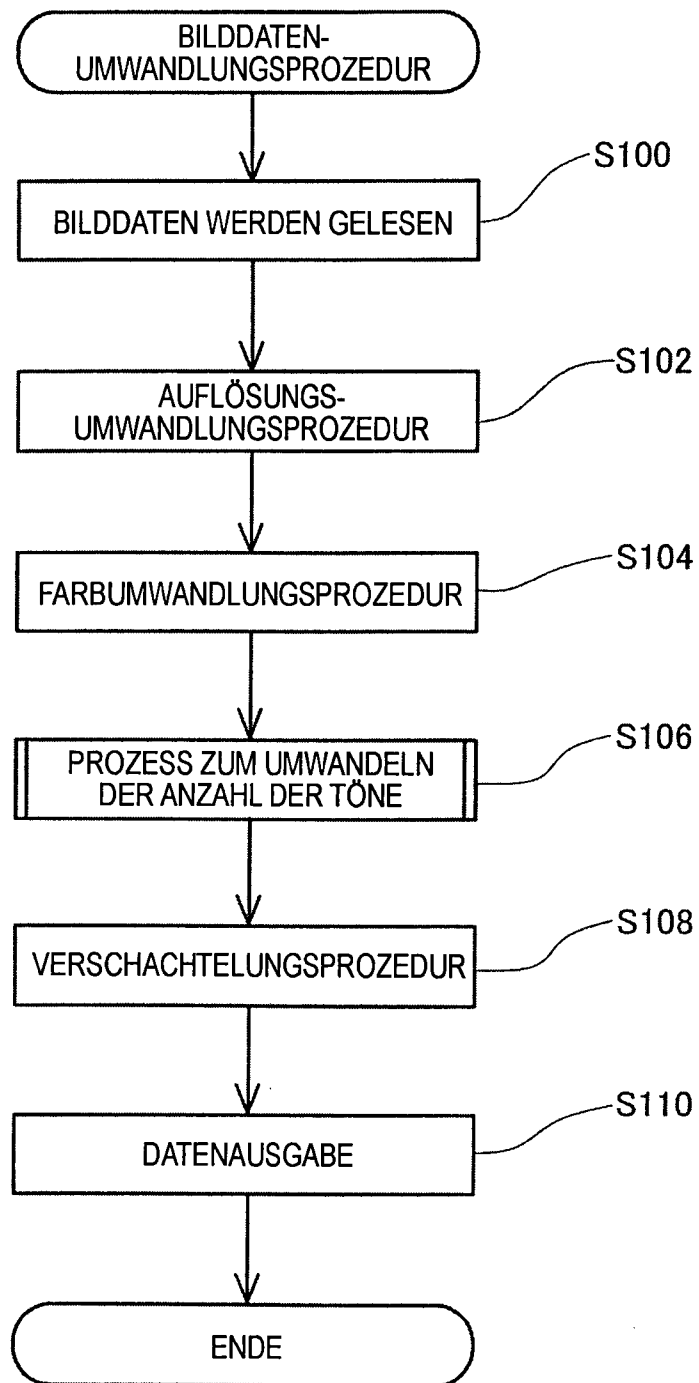
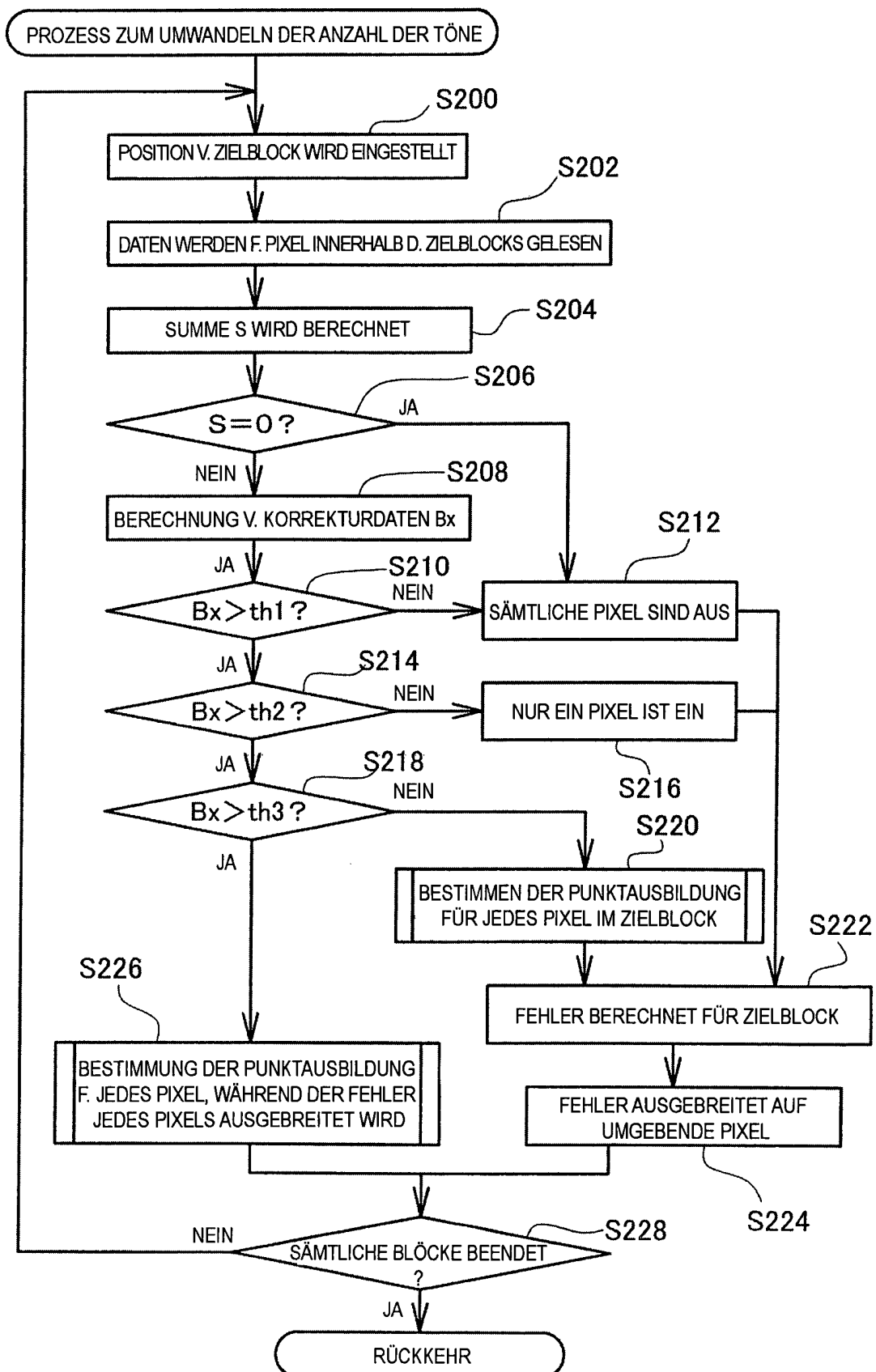
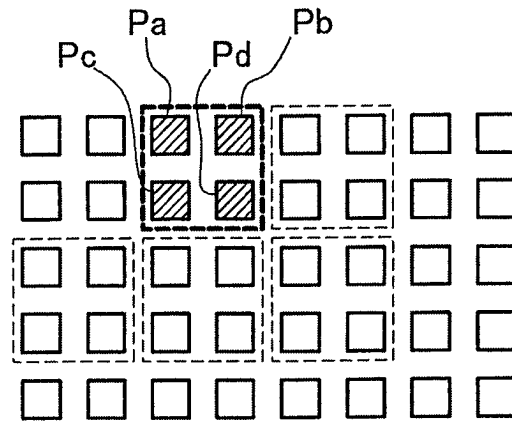


Fig. 5



*Fig. 6*



*Fig. 7a*



*Fig. 7b*



*Fig. 7c*



*Fig. 7d*



*Fig. 8a*

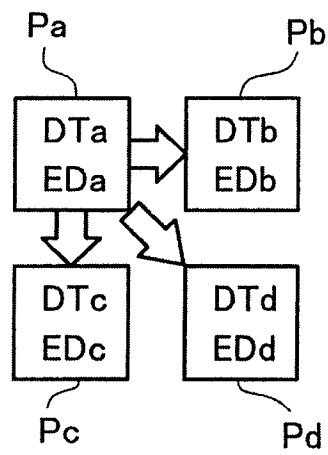


*Fig. 8b*

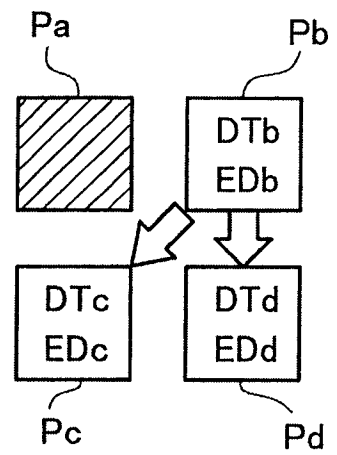




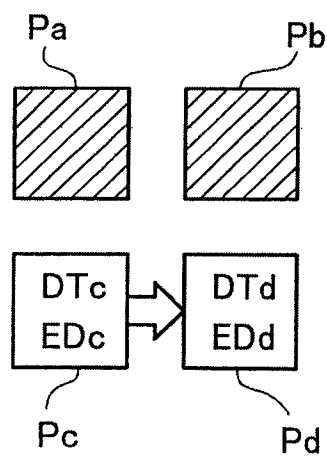
*Fig. 9a*



*Fig. 9b*



*Fig. 9c*



*Fig. 9d*

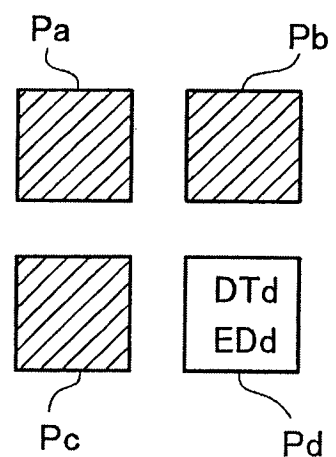
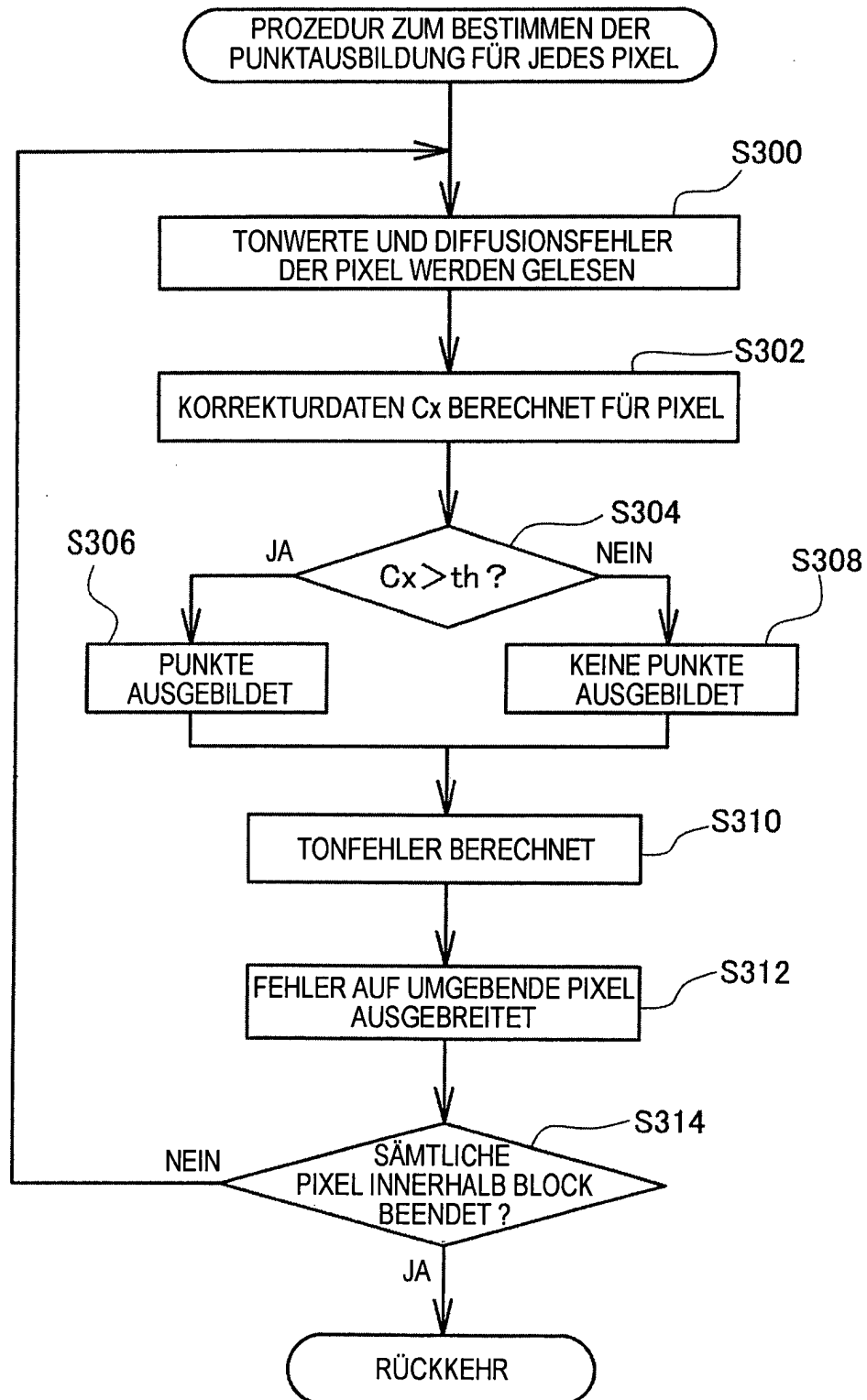
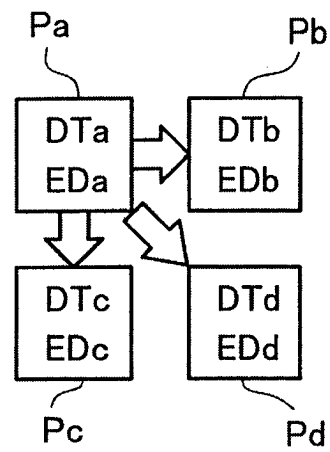


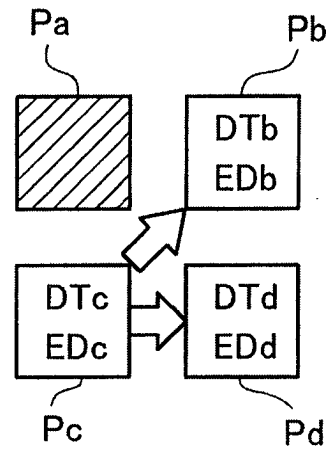
Fig. 10



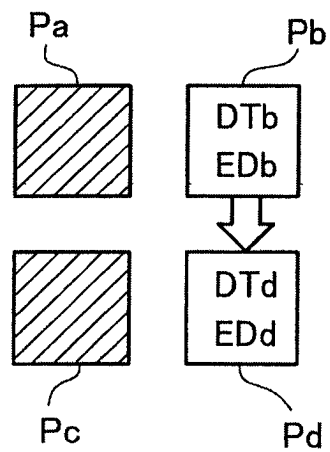
*Fig. 11a*



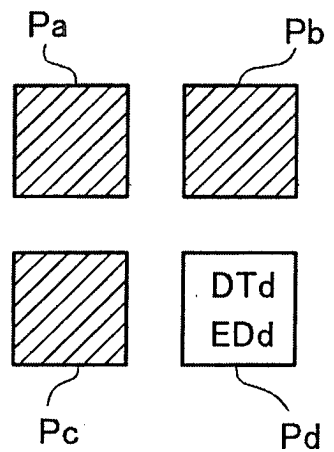
*Fig. 11b*



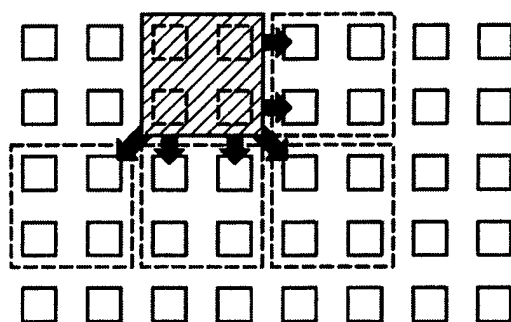
*Fig. 11c*



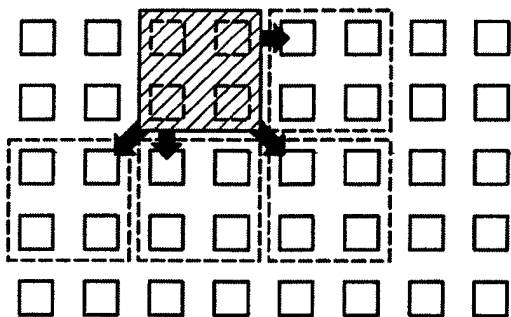
*Fig. 11d*



*Fig. 12*

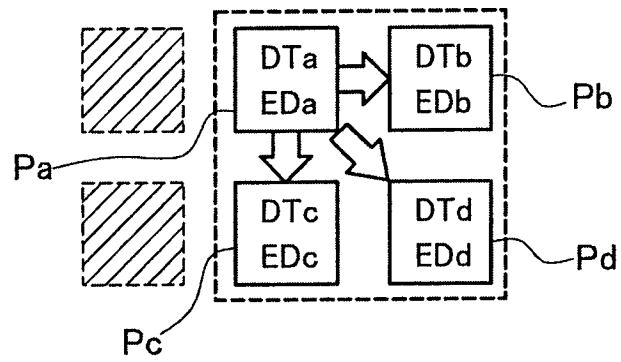


*Fig. 13*

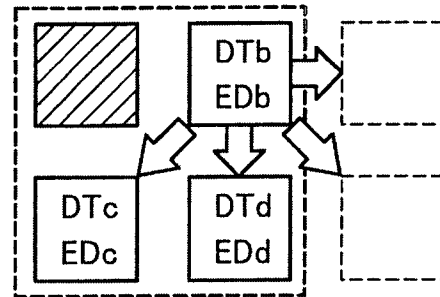




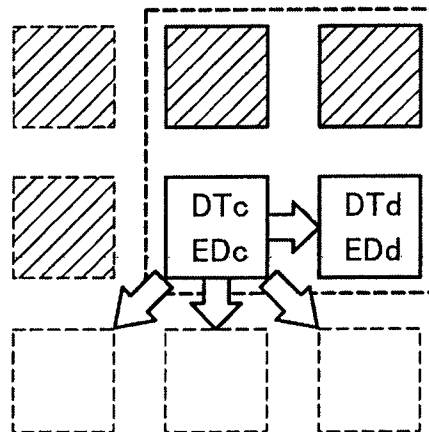
*Fig. 15a*



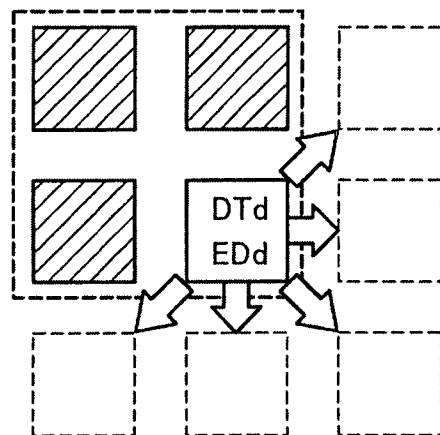
*Fig. 15b*



*Fig. 15c*



*Fig. 15d*



*Fig. 16a*

*	$\frac{3}{8}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$

*Fig. 16b*

	*	$\frac{1}{8}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}$

*Fig. 16c*

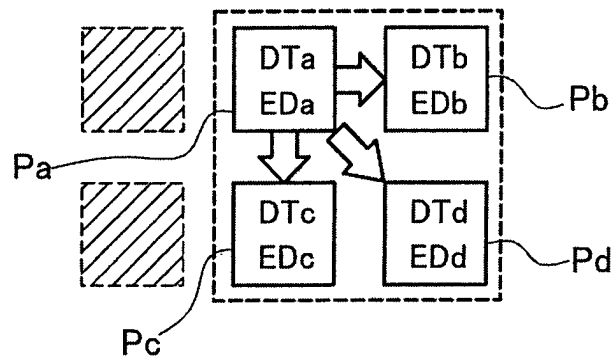
	*	$\frac{1}{4}$
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

*Fig. 16d*

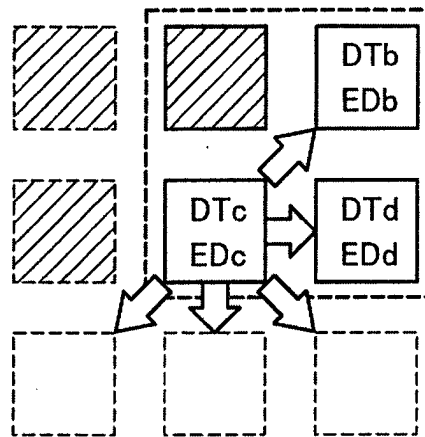
	*	$\frac{1}{8}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$



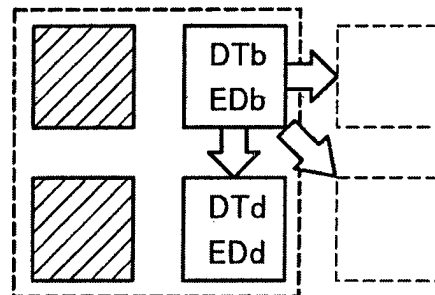
*Fig. 17a*



*Fig. 17b*



*Fig. 17c*



*Fig. 17d*

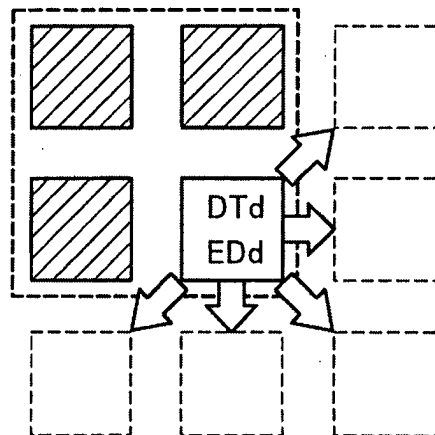


Fig. 18

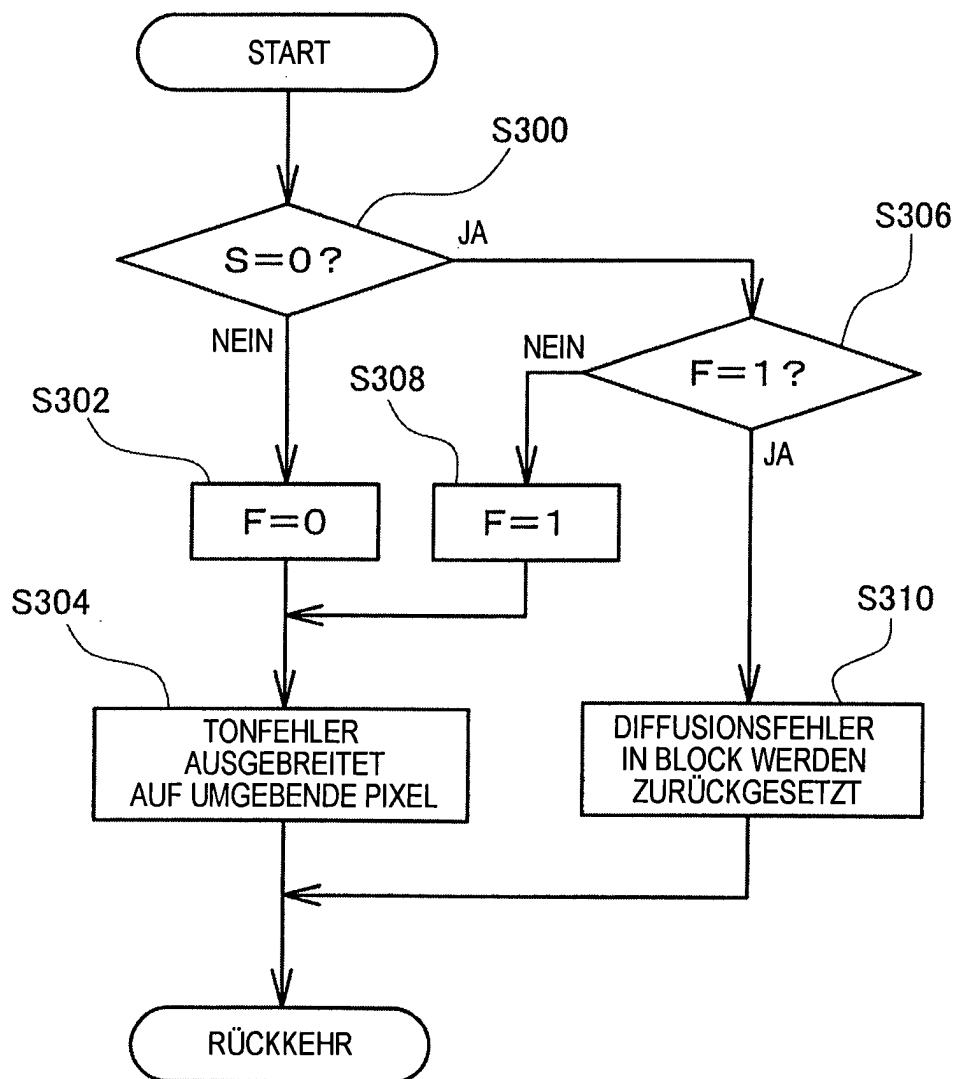
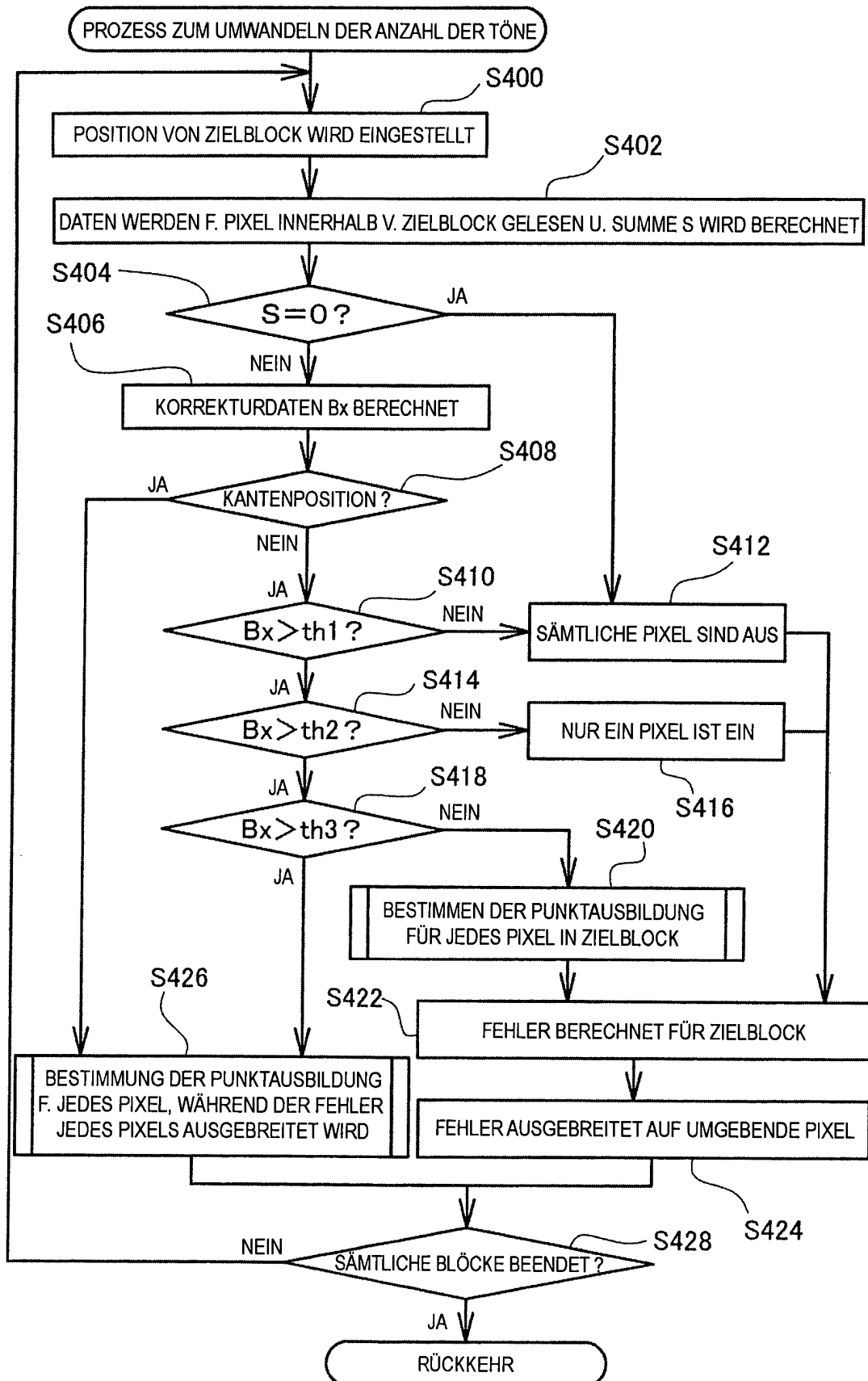
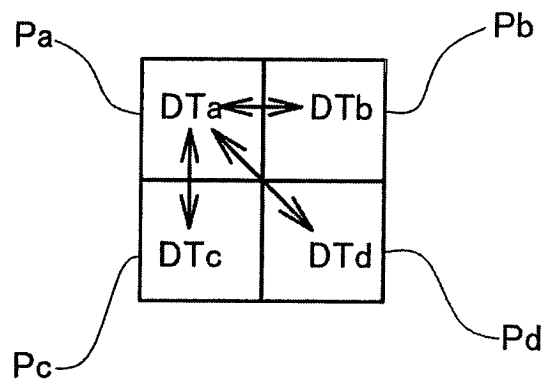


Fig. 19



*Fig. 20a*



*Fig. 20b*

