



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 27 130 T2** 2006.07.13

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 029 674 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 27 130.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 304 014.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **25.05.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.08.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **07.09.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.07.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B41J 2/045** (2006.01)
B41J 2/05 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

253377 19.02.1999 US

(73) Patentinhaber:

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

(74) Vertreter:

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**Barbour, Michael J., Corvallis, US; Beck, Jeffrey
S., Corvallis, US; Corrigan, III, George H.,
Corvallis, US; Ghozeil, Adam L., Corvallis, US;
Klaus, Richard I., Ridgefield, US**

(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zur Steuerung der Aktivierung eines Tintenstrahl Druckkopfes**

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

(auch als „Abfeuern“ bekannt).

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Tintenstrahl- und andere Druckertypen und insbesondere auf ein neuartiges Drucksystem, das ein System und Verfahren zum Steuern der Abfeuerungsoperationen eines Tintenstrahldruckkopfs umfasst.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Tintenstrahldrucker sind auf dem Gebiet der Computer weit verbreitet. Diese Drucker werden von W. J. Lloyd and H. T. Taub in „Ink Jet Devices“, Kapitel 13 von Output Hardcopy Devices (Ed. R. C. Durbeck and S. Sherr, San Diego: Academic Press, 1988) und in den U.S.-Patenten 4,490,728 und 4,313,684 beschrieben. Tintenstrahldrucker erzeugen einen Druck von hoher Qualität, sind kompakt und tragbar und drucken schnell und leise, da nur Tinte ein Druckmedium, beispielsweise Papier, berührt.

[0003] Ein Tintenstrahldrucker bildet ein gedrucktes Bild durch Drucken eines Musters von einzelnen Punkten an bestimmten Stellen eines für das Druckmedium definierten Arrays. Die Stellen stellt man sich zweckmäßigerweise als kleine Punkte in einem geradlinigen Array vor. Die Stellen sind manchmal „Punktstellen“, „Punktpositionen“ oder „Pixel“. Somit kann der Druckvorgang als das Füllen eines Musters von Punktstellen mit Tintenpunkten angesehen werden.

[0004] Tintenstrahldrucker drucken Punkte durch Ausstoßen sehr kleiner Tropfen Tinte auf das Druckmedium und umfassen in der Regel einen beweglichen Wagen, der eine oder mehrere Druckkassetten trägt, die jeweils einen Druckkopf mit Tintenausstoßdüsen aufweisen. Der Wagen bewegt sich quer über die Oberfläche des Druckmediums. Ein Tintenvorrat, wie z. B. ein Tintenreservoir, liefert Tinte an die Düsen. Die Düsen sind gesteuert, um Tintentropfen zu geeigneten Zeitpunkten auszustoßen, nach einem Befehl eines Mikrocomputers oder einer anderen Steuerung. Die Zeitgebung der Aufbringung der Tintentropfen entspricht typischerweise dem Pixelmuster des Bildes, das gedruckt wird.

[0005] Im Allgemeinen werden die kleinen Tintentropfen durch Öffnungen oder Düsen von den Düsen ausgestoßen, durch schnelles Erwärmen einer kleinen Menge an Tinte, die in Verdampfungskammern angeordnet ist, mit kleinen elektrischen Heizelementen, wie z. B. kleinen Dünnschichtwiderständen. Die kleinen Dünnschichtwiderstände sind normalerweise benachbart zu den Verdampfungskammern angeordnet. Das Erwärmen der Tinte bewirkt, dass die Tinte verdampft und von den Öffnungen ausgestoßen wird

[0006] Genauer gesagt, für einen Tintenpunkt aktiviert eine entfernte Druckersteuerung, die normalerweise als Teil der Verarbeitungselektronik des Druckers angeordnet ist, einen elektrischen Strom von einer externen Leistungsversorgung. Der elektrische Strom wird durch einen ausgewählten Dünnschichtwiderstand einer ausgewählten Verdampfungskammer geleitet. Der Widerstand wird dann erwärmt zum Übererhitzen einer dünnen Tintenschicht, die in der ausgewählten Verdampfungskammer angeordnet ist und bewirkt eine explosive Verdampfung und folglich wird ein Tintentröpfchen durch eine zugeordnete Öffnung des Druckkopfs ausgestoßen.

[0007] Die EP 0698492 A2 beschreibt ein Drucksystem, bei dem Aufzeichnungselemente in Blöcke unterteilt sind und weiter in Unterblöcke unterteilt sind. Eine Mehrzahl von Pulssteuersignalen wird verwendet, um die Gesamtaufzeichnungszeit zwischen den Unterblöcken aufzuteilen, um die Last auf die Leistungsversorgung zu reduzieren. Die Anzahl von verwendeten Unterblöcken ist variabel, um das Überlappen der Ein-Zeit von jeweils zwei Unterblöcken zu verhindern, um sicherzustellen, dass die Elemente ausreichend erwärmt sind.

[0008] Ein bei Tintenstrahldruckern übliches Problem, das die Effizienz eines Tintentropfenausstoßes reduziert, ist jedoch Abtastachsendirektionalität (SAD). Die Abtastachse ist die Achse, entlang der sich der Druckkopf und der Wagen während verschiedener Operationen bewegen, wie z. B. während einer Druckoperation. SAD ist die Messung eines Fehlers (in Grad) in einer ausgestoßenen Tintentropfenbahn bezüglich der Abtastachse. Allgemein tritt SAD auf, wenn ein ausgestoßener Tintentropfen nicht an der gewünschten Stelle auf dem Druckmedium (wie z. B. Papier) landet. Der Bahnfehler reduziert die Genauigkeit und Effizienz der Druckoperation.

[0009] Ein weiteres Problem, das bei Tintenstrahldruckern üblich ist, ist Strahlungsstörung. Allgemein ist eine große Menge an Leistung über eine kurze Zeitperiode erforderlich, um jeden Tintentropfen zu verdampfen. Das Ein- und Ausschalten von Leistung über eine kurze Zeitdauer erzeugt unerwünschte Elektromagnetische-Strahlung-Störung (EMI). Wenn dieses Schalten gleichzeitig an einer großen Anzahl von Verdampfungskammern durchgeführt wird, ist das EMI-Problem intensiviert. Tatsächlich bewirkt EMI, dass die Verdrahtung und Verkabelung, die Leistung von der Leistungsversorgung zu der Verdampfungskammer liefert, Energie wie eine Antenne ausstrahlt. Diese Strahlung stört innere Komponenten des Druckers und auch elektronische Geräte außerhalb des Druckers.

[0010] Ein übliches Verfahren zum Reduzieren von

EMI ist durch Abschirmen der Druckerverkabelung und -verdrahtung. Abschirmen ist jedoch teuer und erhöht das Gewicht und die Masse des Druckers. Abgeschirmte Verkabelung und Verdrahtung ist auch steif, unbiegsam und beschränkt die Bewegung dynamischer Komponenten in dem Drucker.

[0011] Was daher benötigt wird, ist ein neues Drucksystem und -verfahren, das eine Druckkopfanordnung umfasst, die die Abfeuerungsoperationen des Druckkopfs effizient steuern und optimieren kann.

Zusammenfassung der Erfindung

[0012] Die vorliegende Erfindung schafft ein Drucksystem zum selektiven Aufbringen von Tintentropfen auf ein Medium, das folgende Merkmale umfasst: einen Verarbeitungstreiberkopf mit einem Tintenausstoßtreiberkopf, der mit einem Prozessor integriert ist; eine Mehrzahl von Wärmeelementen, die auf dem Verarbeitungstreiberkopf angeordnet sind und Wärmeenergie zum Ausstoßen von Tinte liefern; eine Abfeuerungssteuerung zum Senden mehrerer Abfeuerungspulse, die die Wärmeelemente anweisen, Tinte auszustoßen; und eine Abfeuerungsverzögerungsteilsteuerung zum Reduzieren elektromagnetischer Störung in dem Verarbeitungstreiberkopf.

[0013] Außerdem ist ein Druckverfahren für eine Druckkopfanordnung vorgesehen, wobei die Druckkopfanordnung folgende Merkmale umfasst: einen Verarbeitungstreiberkopf mit einem Tintenausstoßtreiberkopf, der mit einem Prozessor integriert ist; eine Mehrzahl von Wärmeelementen, die auf dem Verarbeitungstreiberkopf angeordnet sind und Wärmeenergie zum Ausstoßen von Tinte liefern; eine Abfeuerungssteuerung zum Senden mehrerer Abfeuerungspulse, die die Wärmeelemente anweisen, Tinte auszustoßen; und eine Abfeuerungsverzögerungsteilsteuerung zum Reduzieren elektromagnetischer Störung in einer Druckkopfanordnung, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst: Senden einer Mehrzahl von Abfeuerungspulsen an zumindest einige der Wärmeelemente; und Verzögern der Abfeuerungspulse zwischen zumindest zwei der Wärmeelemente.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Die vorliegende Erfindung ist besser verständlich durch Bezugnahme auf die folgende Beschreibung und die angehängten Zeichnungen, die das bevorzugte Ausführungsbeispiel darstellen. Andere Merkmale und Vorteile werden von der folgenden detaillierten Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen, die beispielhaft die Prinzipien der Erfindung darstellen, offensichtlich werden.

[0015] [Fig. 1A](#) zeigt ein Blockdiagramm eines Ge-

samtdrucksystems, das die vorliegende Erfindung umfasst.

[0016] [Fig. 1B](#) zeigt ein Blockdiagramm eines Gesamtdrucksystems, das das bevorzugte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst.

[0017] [Fig. 2](#) ist ein beispielhafter Drucker, der die Erfindung umfasst und nur zu Darstellungszwecken gezeigt ist.

[0018] [Fig. 3](#) zeigt nur zu Darstellungszwecken eine perspektivische Ansicht einer beispielhaften Druckkassette, die die vorliegende Erfindung umfasst.

[0019] [Fig. 4](#) ist eine detaillierte Ansicht des integrierten Verarbeitungstreiberkopfs von [Fig. 4](#), der den Distributionsprozessor und den Treiberkopf der Druckkopfanordnung zeigt.

[0020] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm, das die Interaktion zwischen dem Distributionsprozessor und dem Treiberkopf der Druckkopfanordnung zeigt.

[0021] [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm, das die Gesamtfunktionsinteraktion zwischen den Komponenten des Drucksystems zeigt.

[0022] [Fig. 7](#) ist ein Übersichtsblockdiagramm der Durchgangsprüfung.

[0023] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm der Durchgangsprüfung spezifischer Signalanschlussflächen auf der Verbindungsanschlussfläche.

[0024] [Fig. 9](#) ist ein Funktionsblockdiagramm eines Arbeitsbeispiels von Leck/Kurzschluss testen.

[0025] [Fig. 10](#) ist ein Übersichtsblockdiagramm der Widerstandsabfeuerungsoperation.

[0026] [Fig. 11](#) stellt ein Beispiel der Abfeuerungspulsverzögerung der vorliegenden Erfindung dar.

[0027] [Fig. 12](#) stellt die Auswirkung dar, die eine Verzögerungsvorrichtung auf ein Eingangssignal hat.

[0028] [Fig. 13](#) ist eine Darstellung von Strom über Zeit, die ein unverzögertes Abfeuerungssignal zeigt.

[0029] [Fig. 14](#) ist eine Darstellung von Strom über Zeit, die ein verzögertes Abfeuerungssignal zeigt.

[0030] [Fig. 15](#) stellt ein Beispiel der Schnittpunktverzögerung der vorliegenden Erfindung dar.

[0031] [Fig. 16](#) ist ein Beispiel dafür, wie Düsendaten in ein Register geladen werden.

[0032] [Fig. 17](#) stellt ein Übersichtsfunktionsblockdi-

agramm des Betriebs der Druckkopfanordnung dar.

[0033] [Fig. 18](#) stellt ein Beispiel einer einzelnen Pro-Grundelement-Leistungssteuerung dar.

[0034] [Fig. 19](#) ist eine detaillierte Darstellung der Pro-Grundelement-Adresssteuerung von [Fig. 18](#).

[0035] [Fig. 20](#) ist eine detaillierte Darstellung der Pro-Grundelement-Datensteuerung von [Fig. 18](#).

[0036] [Fig. 21](#) ist ein Funktionsblockdiagramm eines Beispiels eines Kommunikationsblocks zum Steuern der internen Druckkopfanordnungskommunikation.

[0037] [Fig. 22A](#) stellt ein Arbeitsbeispiel einer Registerschreiboperation dar.

[0038] [Fig. 22B](#) stellt ein Arbeitsbeispiel einer Registerleseoperation dar.

[0039] [Fig. 23](#) stellt ein Schema einer beispielhaften Energiesteuervorrichtung dar.

[0040] [Fig. 24](#) stellt ein allgemeines Flussdiagramm einer Herstellungskalibrierungstechnik gemäß der vorliegenden Erfindung dar.

[0041] [Fig. 25](#) stellt ein allgemeines Flussdiagramm einer Hochfahrkalibrierungstechnik gemäß der vorliegenden Erfindung dar.

[0042] [Fig. 26](#) stellt ein allgemeines Flussdiagramm einer Kalibrierung während der Druckoperation dar.

[0043] [Fig. 27](#) stellt dar, wie Betriebskalibrierung und Drucken auftreten.

[0044] [Fig. 28](#) stellt ein Flussdiagramm des allgemeinen Betriebs der Wärmesteuervorrichtung der vorliegenden Erfindung dar.

[0045] [Fig. 29](#) ist ein Blockdiagramm eines beispielhaften Wärmesteuersystems der vorliegenden Erfindung.

[0046] [Fig. 30](#) stellt ein beispielhaftes Erwärmungsvorrichtungssystem der vorliegenden Erfindung dar.

[0047] [Fig. 31](#) ist eine detaillierte Darstellung der Düsentreiberlogik von [Fig. 20](#), die die Erwärmungsvorrichtung von [Fig. 30](#) umfasst.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0048] Bei der folgenden Beschreibung der Erfindung wird auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil derselben bilden und in de-

nen durch Darstellung ein spezifisches Beispiel gezeigt ist, in dem die Erfindung praktiziert werden kann. Es ist klar, dass andere Ausführungsbeispiele verwendet werden können und Strukturänderungen durchgeführt werden können, ohne von dem Schutzbereich der Erfindung abzuweichen.

I. ALLGEMEINE ÜBERSICHT

[0049] [Fig. 1A](#) zeigt ein Blockdiagramm eines Gesamtdrucksystems, das die vorliegende Erfindung umfasst. Das Drucksystem **100** kann zum Drucken eines Materials, wie z. B. Tinte, auf ein Druckmedium, das Papier sein kann, verwendet werden. Das Drucksystem **100** ist elektrisch mit einem Host-System **106** gekoppelt, das ein Computer oder ein Mikroprozessor zum Erzeugen von Druckdaten sein kann. Das Drucksystem **100** umfasst eine Steuerung **110**, die mit einer Tintenvorratsvorrichtung **112**, einer Leistungsversorgung **114** und einer Druckkopfanordnung **116** gekoppelt ist. Die Tintenvorratsvorrichtung **112** umfasst eine Tintenvorratsspeichervorrichtung **118** und ist fluidisch mit der Druckkopfanordnung **116** gekoppelt, zum selektiven Liefern von Tinte an die Druckkopfanordnung **116**. Die Druckkopfanordnung **116** umfasst einen Verarbeitungstreiberkopf **120** und eine Druckkopfspeichervorrichtung **122**. Der Verarbeitungstreiberkopf **120** besteht aus einem Datenprozessor **124**, wie z. B. einem Distributionsprozessor, und einem Treiberkopf **126**, wie z. B. einem Array von Tintenstrahldüsen oder Tropfengeneratoren.

[0050] Während dem Betrieb des Drucksystems **100** liefert die Leistungsversorgung **114** eine gesteuerte Spannung an die Steuerung **110** und den Verarbeitungstreiberkopf **120**. Außerdem empfängt die Steuerung **110** die Druckdaten von dem Host-System und verarbeitet die Daten in Druckersteuerinformationen und Bilddaten. Die verarbeiteten Daten, Bilddaten und andere statische und dynamisch erzeugte Daten (nachfolgend näher erörtert) werden zum effizienten Steuern des Drucksystems mit der Tintenvorratsvorrichtung **112** und der Druckkopfanordnung **116** ausgetauscht.

[0051] Die Tintenvorratsspeichervorrichtung **118** kann verschiedene tintenvorratsspezifische Daten speichern, einschließlich Tintenidentifikationsdaten, Tintencharakterisierungsdaten, Tintenverbrauchsdaten und dergleichen. Die Tintenvorratsdaten können zu dem Zeitpunkt, zu dem die Tintenvorratsvorrichtung **112** hergestellt wird, oder während dem Betrieb des Drucksystems **100** in die Tintenvorratsspeichervorrichtung **118** geschrieben und gespeichert werden. Gleichartig dazu kann die Druckkopfspeichervorrichtung **122** verschiedene druckspezifische Daten speichern, einschließlich Druckkopfidifikationsdaten, Garantiedaten, Druckkopfcharakterisierungsdaten, Druckkopfverbrauchsdaten usw. Diese Daten können zu dem Zeitpunkt, zu dem die Druck-

kopfanordnung **116** hergestellt wird, oder während dem Betrieb des Drucksystems **100** in die Druckkopfspeichervorrichtung **122** geschrieben und gespeichert werden.

[0052] Obwohl der Datenprozessor **124** mit den Speichervorrichtungen **118**, **122** kommunizieren kann, kommuniziert der Datenprozessor **124** vorzugsweise hauptsächlich mit der Steuerung **110** auf eine bidirektionale Weise. Die bidirektionale Kommunikation ermöglicht es dem Datenprozessor **124**, seine eigene Abfeuerung- und Zeitgebungsoperationen dynamisch zu formulieren und durchzuführen, auf der Basis von erfassten und gegebenen Betriebsinformationen zum Regeln der Temperatur des Verarbeitungstreiberkopfs **120** und der Energie, die an denselben geliefert wird. Diese formulierten Entscheidungen basieren vorzugsweise unter anderem auf erfassten Druckkopftemperaturen, erfassten zugeführten Leistungsmengen, Echtzeittests und vorprogrammierten bekannten optimalen Betriebsbereichen, wie z. B. Temperatur- und Energiebereiche, Bewegungsachsenrichtungsfehler. Als Folge ermöglicht der Datenprozessor **124** einen effizienten Betrieb des Verarbeitungstreiberkopfs **120** und erzeugt Tintentröpfchen, die auf ein Druckmedium gedruckt werden, um ein gewünschtes Muster zum Erzeugen verbesserter gedruckter Ausgaben zu bilden.

[0053] [Fig. 1B](#) zeigt ein Blockdiagramm eines Gesamtdrucksystems **100**, das das bevorzugte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst. Der Datenprozessor **124** der vorliegenden Erfindung umfasst ferner eine Abfeuerungssteuerung **130**, eine Energiesteuervorrichtung **132**, eine Digitalfunktionsvorrichtung **134** und eine Wärmesteuervorrichtung **136**. Der Treiberkopf **126** umfasst ferner eine Erwärmungsvorrichtung **138** und Sensoren **140**. Obwohl die Abfeuerungssteuerung **130**, die Energiesteuervorrichtung **132**, die digitale Funktionsvorrichtung **134**, die Wärmesteuervorrichtung **136**, die Erwärmungsvorrichtung **138** und die Sensoren **140** Unterkomponenten anderer Komponenten sein könnten, wie z. B. der Steuerung **110**, sind dieselben bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung jeweilige Unterkomponenten des Datenprozessors **124** und des Treiberkopfs **126**, wie es in [Fig. 1B](#) gezeigt ist.

[0054] Die Abfeuerungssteuerung **130** kommuniziert mit der Steuerung **110** und dem Treiberkopf **126** (bei einem anderen Ausführungsbeispiel kommuniziert derselbe auch mit der Druckkopfanordnungsspeichervorrichtung **122**) zum Regeln der Abfeuerungswiderstände der zugeordneten Düsen **142** des Düsenbauglieds **144**. Die Abfeuerungssteuerung **130** umfasst eine Abfeuerungssequenzuntersteuerung **150** zum selektiven Steuern der Sequenz von Abfeuerungspulsen, eine Abfeuerungsverzögerungsteilsteuerung **152** zum Reduzieren elektromagnetischer

Störung (EMI) in dem Verarbeitungstreiberkopf **120** und eine Bruchteilverzögerungsuntersteuerung **154** zum Ausgleichen von Bewegungsachsenrichtungs-(SAD-)Fehlern des Treiberkopfs **126**.

[0055] Die Energiesteuervorrichtung **132** kommuniziert mit der Steuerung **110** und den Sensoren **140** des Treiberkopfs **126** zum Regeln der Energie, die an den Treiberkopf **126** geliefert wird. Gleichartig dazu kommuniziert die Wärmesteuervorrichtung **136** mit der Steuerung **110** und den Sensoren **140** der Erwärmungsvorrichtung **138** des Treiberkopfs **126** zum Regeln der Wärmecharakteristika des Treiberkopfs **126**. Die Wärmesteuervorrichtung **136** erreicht dies durch Aktivieren der Erwärmungsvorrichtung **138**, wenn die Sensoren **140** anzeigen, dass der Treiberkopf **126** unter einer Schwellenwerttemperatur ist. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel kommunizieren die Energie- und Wärmesteuervorrichtungen **132** auch mit der Druckkopfanordnungsspeichervorrichtung **122**. Die Digitalfunktionsvorrichtung **134** verwaltet interne Registeroperationen und Verarbeitungsaufgaben des Datenprozessors **124**. Die Abfeuerungssteuerung **130**, Energiesteuervorrichtung **132**, Digitalfunktionsvorrichtung **134**, Wärmesteuervorrichtung **136**, Erwärmungsvorrichtung **138** und Sensoren **140** werden nachfolgend näher erörtert.

Beispielhaftes Drucksystem

Strukturkomponenten

[0056] [Fig. 2](#) ist ein beispielhafter Hochgeschwindigkeitsdrucker, der die Erfindung umfasst, und nur zu Darstellungszwecken gezeigt ist. Allgemein kann der Drucker **200** das Drucksystem **100** von [Fig. 1A](#) umfassen und ferner eine Ablage **222** zum Halten von Druckmedien umfassen. Wenn eine Druckoperation eingeleitet wird, wird ein Druckmedium, wie z. B. Papier, von der Ablage **222** in den Drucker **200** zugeführt, vorzugsweise unter Verwendung einer Blattzuführungsvorrichtung **226**. Das Blatt wird dann in einer U-Richtung herumgeführt und verläuft in einer entgegengesetzten Richtung zu der Ausgabeablage **228**. Andere Papierwege, wie z. B. ein gerader Papierweg, können ebenfalls verwendet werden. Das Blatt wird in einer Druckzone **230** angehalten und ein Bewegungswagen **234**, der eine oder mehrere Druckkopfanordnungen **236** trägt (ein Beispiel der Druckkopfanordnung **116** von [Fig. 1](#)) wird dann über das Blatt bewegt, zum Drucken eines Tintenbands auf demselben. Nach einer einzigen Bewegung oder mehreren Bewegungen wird das Blatt dann inkremental verschoben zu einer nächsten Position in der Druckzone **230**, beispielsweise unter Verwendung eines Schrittmotors und Zuführrollen. Der Wagen **234** bewegt sich erneut über das Blatt, zum Drucken eines nächsten Tintenbandes. Der Prozess wiederholt sich, bis das gesamte Blatt gedruckt wurde, an diesem Punkt wird dasselbe in die Ausgabeablage **228**

ausgestoßen.

[0057] Die vorliegende Erfindung ist gleichermaßen anwendbar bei alternativen Drucksystemen (nicht gezeigt), die alternative Medien- und/oder Druckkopfbewegungsmechanismen verwenden, weil z. B. diejenigen, die eine Grobkörniges-Rad-, Walzenvor-schub- oder Trommeltechnologie verwenden, um das Druckmedium relativ zu den Druckkopfanordnungen **236** zu tragen und zu bewegen. Mit einem Grobkörniges-Rad-Entwurf bewegen ein grobkörniges Rad und eine Andruckrolle das Medium zurück und vor entlang einer Achse, während ein Wagen, der eine oder mehrere Druckkopfanordnungen trägt, sich entlang einer orthogonalen Achse entlang dem Medium bewegt. Mit einem Trommeldruckerentwurf wird das Medium auf eine Drehtrommel befestigt, die entlang einer Achse gedreht wird, während sich ein Wagen, der eine oder mehrere Druckkopfanordnungen trägt, entlang einer orthogonalen Achse entlang dem Medium bewegt. Sowohl bei dem Trommel- als auch dem Grobkörniges-Rad-Entwurf wird die Bewegung typischerweise nicht in einer Vor- und Zurückweise durchgeführt, wie es für das in [Fig. 2](#) dargestellte System der Fall ist.

[0058] Die Druckanordnungen **236** können entfernbar oder permanent an dem Bewegungswagen **234** befestigt sein. Außerdem können die Druckkopfanordnungen **236** in sich geschlossene Tintenreservoirs (beispielsweise kann das Reservoir in dem Druckkopfkörper **304** von [Fig. 3](#) angeordnet sein) als den Tintenvorrat **112** von [Fig. 1](#) aufweisen. Die in sich geschlossenen Tintenreservoirs können mit Tinte nachgefüllt werden, zum Wiederverwenden der Druckkopfanordnungen **236**. Alternativ kann jede Druckkassette **236** über eine flexible Leitung **240**, mit einem einer Mehrzahl von festen oder entfernbaren Tintenbehältern **242** fluidisch gekoppelt sein, die als Tintenvorrat **112** von [Fig. 1](#) wirken. Als eine weitere Alternative können die Tintenvorräte **112** ein oder mehrere Tintenbehälter sein, die von den Druckkopfanordnungen **116** getrennt oder abtrennbar sind und entfernbar an dem Wagen **234** befestigbar sind.

[0059] [Fig. 3](#) zeigt lediglich zu Darstellungszwecken eine perspektivische Ansicht einer beispielhaften Druckkopfanordnung **300** (ein Beispiel der Druckkopfanordnung **116** von [Fig. 1](#)), die die vorliegende Erfindung umfasst. Eine detaillierte Beschreibung der vorliegenden Erfindung folgt mit Bezugnahme auf eine typische Druckkopfanordnung, die mit einem typischen Drucker verwendet wird, wie z. B. dem Drucker **200** von [Fig. 2](#). Die vorliegende Erfindung kann jedoch in jede Druckkopf- und Druckerkonfiguration eingebaut werden. Mit Bezugnahme auf [Fig. 1A](#) und [Fig. 2](#) zusammen mit [Fig. 3](#) besteht die Druckkopfanordnung **300** aus einer thermischen Tintenstrahl-druckkopfanordnung **302**, einem Druckkopfkörper **304** und einer Druckkopfspeichervorrichtung **306**, die

ein Beispiel einer Speichervorrichtung **122** ist und in [Fig. 5](#) nachfolgend näher erörtert wird. Die thermische Kopfanordnung **302** kann ein flexibles Material sein, das allgemein als automatische Bandkontaktierungs-(TAB-)anordnung bezeichnet wird, und kann einen Verarbeitungstreiberkopf **310** (ein Beispiel des Verarbeitungstreiberkopfs **120** von [Fig. 1](#)) und Verbindungskontaktanschlussflächen **312** umfassen. Die Verbindungskontaktanschlussflächen **312** sind geeignet an dem Druckwagen **300** befestigt, beispielsweise durch ein haftendes Material. Die Kontaktanschlussflächen **308** sind ausgerichtet mit und kontaktieren Elektroden (nicht gezeigt) auf dem Wagen **234** von [Fig. 2](#) auf elektrische Weise.

[0060] Der Verarbeitungstreiberkopf **310** umfasst einen Distributionsprozessor **314** (ein Beispiel des Datenprozessors **124** von [Fig. 1](#)), der vorzugsweise mit einem Düsenbauglied **316** (ein Beispiel des Treiberkopfs **126** von [Fig. 1](#)) integriert ist. Der Distributionsprozessor **314** umfasst vorzugsweise eine digitale Schaltungsanordnung und kommuniziert über elektrische Signale mit der Steuerung **110**, dem Düsenbauglied **316** und verschiedenen analogen Vorrichtungen, wie z. B. Temperatursensoren (nachfolgend näher beschrieben), die auf dem Düsenbauglied **316** angeordnet sein können. Der Distributionsprozessor **314** verarbeitet die Signale zum genauen Steuern von Abfeuerung, Zeitgebung, Wärme- und Energieaspekten der Druckkopfanordnung **300** und des Düsenbauglieds **316**. Das Düsenbauglied **316** umfasst vorzugsweise mehrere Öffnungen oder Düsen **318**, die beispielsweise durch Laserablation erzeugt werden können, zum Erzeugen von Tintentropfenerzeugung auf einem Druckmedium.

[0061] [Fig. 4](#) ist eine detaillierte Ansicht eines beispielhaften integrierten Verarbeitungstreiberkopfs von [Fig. 3](#), der den Distributionsprozessor und den Treiberkopf der Druckkopfanordnung zeigt. Die Elemente von [Fig. 4](#) sind nicht maßstabsgerecht und sind zur Vereinfachung übertrieben dargestellt. Mit Bezugnahme auf [Fig. 1](#)–[Fig. 3](#) zusammen mit [Fig. 4](#), wie es oben erörtert ist, sind Leiter (nicht gezeigt) auf der Rückseite der thermischen Kopfanordnung **302** gebildet und enden in Kontaktanschlussflächen **312** zum Kontaktieren von Elektroden auf dem Wagen **234**. Die Elektroden auf dem Wagen **234** sind mit der Steuerung **110** und der Leistungsversorgung **114** gekoppelt, zum Liefern von Kommunikation mit der thermischen Kopfanordnung **302**. Die anderen Enden der Leiter sind mit dem Verarbeitungstreiberkopf **310** verbunden, über Anschlüsse oder Elektroden **406** eines Substrats **410**. Auf dem Substrat **410** sind Tintenausstoßelemente **416** gebildet und elektrisch mit den Leitern gekoppelt. Die Steuerung **110** und der Distributionsprozessor **314** führen den Tintenausstoßelementen **416** elektrische Betriebssignale zu.

[0062] Eine Tintenausstoß- oder Verdampfungs-

kammer (nicht gezeigt) ist benachbart zu jedem Tintenausstoßelement **416** und vorzugsweise hinter einer einzigen Düse **318** des Düsenbauglieds **316** angeordnet. Außerdem ist eine Barrierschicht (nicht gezeigt) auf der Oberfläche des Substrats **410** nahe den Verdampfungskammern gebildet, vorzugsweise unter Verwendung von photolithographischen Techniken, und kann eine Schicht aus Photoresist oder einem anderen Polymer sein. Ein Teil der Barrierschicht isoliert die Leiterbahnen von dem darunter liegenden Substrat **410**.

[0063] Jedes Tintenausstoßelement **416** wirkt als ohmsches Heizelement, wenn es selektiv mit Energie versorgt wird durch ein oder mehrere Pulse, die sequentiell oder gleichzeitig an eine oder mehrere der Kontaktanschlussflächen **312** angelegt werden. Die Tintenausstoßelemente **416** können Heizwiderstände oder piezoelektrische Elemente sein. Die Düsen **318** können jede Größe, Anzahl und Struktur aufweisen und die verschiedenen Figuren sind entworfen, um die Merkmale der Erfindung einfach und klar zu zeigen. Die relativen Abmessungen der verschiedenen Merkmale wurden aus Klarheitsgründen stark verändert.

[0064] Wie es in [Fig. 4](#) gezeigt ist, ist jedes Tintenausstoßelement **416** ein Widerstand. Jeder Widerstand **416** ist einer bestimmten Widerstandsgruppe zugeordnet, die hierin nachfolgend als Grundelement **420** bezeichnet wird. Der Verarbeitungstreiberkopf **310** kann in jeder einer Anzahl von mehreren Unterabschnitten angeordnet sein, wobei jeder Unterabschnitt eine bestimmte Anzahl von Grundelementen aufweist, die eine bestimmte Anzahl von Widerständen enthalten.

[0065] Bei dem beispielhaften Fall von [Fig. 4](#) hat der Verarbeitungstreiberkopf **310** 524 Düsen mit 524 zugeordneten Abfeuerungswiderständen. Es gibt vorzugsweise sechsunddreißig Grundelemente in zwei Spalten von jeweils 18 Grundelementen. Die mittleren sechzehn Grundelemente in jeder Spalte weisen jeweils 16 Widerstände auf, während die zwei Endgrundelemente in jeder Spalte jeweils drei Widerstände aufweisen. Somit weisen die sechzehn mittleren Grundelemente **512** Widerstände auf, während die vier Endgrundelemente **12** Widerstände aufweisen, was insgesamt die 524 Widerstände ergibt. Die Widerstände auf einer Seite haben alle ungerade Nummern, beginnend bei dem ersten Widerstand (R1) und fortsetzend mit dem dritten Widerstand (R3), fünften Widerstand (R5) usw. Die Widerstände auf der anderen Seite haben alle gerade Nummern, beginnend bei dem zweiten Widerstand (R2) und fortgehend zu dem vierten Widerstand (R4), dem sechsten Widerstand (R6) usw.

[0066] Folglich ist der Verarbeitungstreiberkopf **310** in vier ähnlichen Teilabschnitten oder Quadranten

(Q1–Q4) angeordnet, wobei jeder Quadrant acht Grundelemente aufweist (beispielsweise hat Q1 die Grundelemente P3–P17) mit jeweils 16 Widerständen und ein Grundelement (P1) mit drei Widerständen (R1, R3, R5). Wenn dieselbe in dem Druckerwagen **234** platziert ist, ist die Druckkopfanordnung ausgerichtet, so dass die Tinte, die von der zweiten Düse durch R2 ausgestoßen wird, Tintenpunkte zwischen den Tintenpunkten auf das Druckmedium druckt, die durch R1 und R3 gedruckt werden. Somit fallen allgemein die Tintenpunkte, die durch den Widerstand N gedruckt werden, auf das Druckmedium zwischen den Tintentropfen, die durch den Widerstand N – 1 und den Widerstand N + 1 gedruckt werden.

[0067] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Verarbeitungstreiberkopf auch in Leistungsunterabschnitten unterteilt, zum Zweck der Leistungsverorgung der Widerstände **416**. Leistungsanschlussflächen **406PP** zwischen den Anschlussflächen **406** sind angeordnet zum effizienten Liefern von Leistung an die Leistungsunterabschnitte mit minimalen parasitären Energieverlusten. Bei dem in [Fig. 4](#) dargestellten beispielhaften Ausführungsbeispiel ist jeder der Quadranten Q1 bis Q4 ein Leistungsunterabschnitt, wobei die Leistungsanschlussflächen **406PP1** bis **406PP4** jeweils Leistung an die Quadranten Q1 bis Q4 liefern. Durch Positionieren der Leistungsanschlussflächen **406PP** an den vier Ecken (in nächster Nähe oder nahe zu den Leistungsunterabschnitten) des Substrats, ist der Leistungsverlust durch verbindende Leistungsleitbahnen minimiert. Vorzugsweise sind die Leistungsanschlussflächen **406PP** erweitert für die Leitung von relativ hohen Strompegeln. Vorzugsweise sind noch breitere Masseanschlussflächen **406G** vorgesehen, für den Rückstrom von den Leistungsunterabschnitten, wobei eine Masseanschlussfläche zwischen den Leistungsanschlussflächen **406PP1** und **406PP2** angeordnet ist, die Rückstrom für die Quadranten Q1 und Q2 trägt, und die andere Masseanschlussfläche zwischen den Leistungsanschlussflächen **406PP3** und **406PP4** angeordnet ist, die Rückstrom für die Quadranten Q3 und Q4 trägt. Selbstverständlich sind andere Leistungsverteilungsanordnungen möglich, wie z. B. das Kombinieren der Anschlussflächen **406P1** und **406P2** in eine Anschlussfläche, Ändern der Größe der Unterabschnitte, die durch bestimmte Leistungsanschlussflächen mit Leistung versorgt werden, usw.

[0068] Bei einem Ausführungsbeispiel befindet sich in jedem mittleren Sechzehn-Düsen-Grundelement eine Mikrostaffelung, wie z. B. 3,75 Mikrometer. Anders ausgedrückt, die erste Düse eines bestimmten Grundelements ist 3,75 Mikrometer näher zu der Mitte des Kopfs **310** als die letzte Düse in dem bestimmten Grundelement. Dies ermöglicht es, dass der Abfeuerungszyklus abgeschlossen wird und erlaubt einen Spielraum für Jitter. Jitter ist ein Zeitgebungsfeh-

ler von Codiererpulsen im Zusammenhang mit der Schwingung des Wagens **234**. Die Mikrostaffelung ermöglicht es der Druckkopfanordnung **116**, alle Düsen in einem Grundelement in grob 90% des Abfeuerungszyklus abzufeuern und dadurch etwa 10% Jitter Spielraum zu belassen.

[0069] Bei dem beispielhaften Verarbeitungstreiberkopf **310** von [Fig. 4](#) erzeugt diese Mikrostaffelung **512** Widerstände, die schräg oder versetzt sind. Als Folge ist die Druckkopfanordnung vorzugsweise bezüglich der Papierachse gedreht, um die versetzten Widerstände auszugleichen. In nicht-versetzten Druckkopfanordnungen sind die Druckkopfanordnungen mit der Druckkopfanordnungsachse parallel zu der Druckmedienachse ausgerichtet. Im Gegensatz dazu ist bei diesem Ausführungsbeispiel Druckkopfanordnung **116** geeignet gedreht (für eine 3,75 Mikrometer Staffelung ist die Drehung vorzugsweise Arkustangens 1/32 oder 1,79 Grad).

[0070] Wenn die Druckkopfanordnung mit mikrogestaffelten Widerständen in den Wagen **234** eingefügt ist, ist dieselbe folglich geneigt, so dass eine vertikale Spalte, die durch einen stationären Druckkopf gedruckt wird, um 1,79 Grad von der Vertikalen versetzt ist. Da es wünschenswert ist, mit einem beweglichen geneigten Druckkopf eine vertikale Linie zu drucken, müssen die Widerstände in einer Sequenz abgefeuert werden, bei der die vorderen Widerstände in jeder Spalte zuerst abfeuern. Während sich der Druckkopf vor und zurück über das Medium bewegt, wird sich der vordere Widerstand nachfolgend ändern und somit ändert sich die Abfeuerungssequenz. Die Abfeuerungssequenz wird durch die Steuerung und den Verarbeitungstreiberkopf gesteuert und wird nachfolgend näher erörtert.

Betrieb und Funktion

[0071] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm, das die Interaktion zwischen dem Distributionsprozessor und den anderen Systemen des Drucksystems darstellt. Der Distributionsprozessor **314** kommuniziert mit der Steuerung in einer bidirektionalen Weise über eine bidirektionale Datenleitung (Kasten **510**). Die Steuerung sendet Befehle an den Distributionsprozessor (Kasten **520**) und empfängt und verarbeitet Signale, wie z. B. Statussignale, von dem Distributionsprozessor (Kasten **530**). Der Distributionsprozessor **314** empfängt auch Sensorsignale von den Sensoren **514**, die auf dem Treiberkopf **310** angeordnet sind. Die Sensoren können auch über eine direkte Verbindung oder durch die Drucker Speichervorrichtung mit der Steuerung verbunden sein, zum fortlaufenden Aktualisieren der Steuerung. Außerdem sendet die Steuerung die Druckkopfanordnungsorganisationsdaten über unterschiedliche Kanäle (Kästen **560** und **570**), wie z. B. gerade und ungerade Düsendaten. Ferner wird eine Abfeuerungssequenz zum Abfeuern

der Düsen (beispielsweise Freigabesignale) durch den Distributionsprozessor empfangen (Kasten **580**), und auch ein Signal zum Beginnen der Abfeuerungssequenz (beispielsweise ein Abfeuerungssignal) (Kasten **590**).

[0072] Auf der Basis seiner Eingangssignale trifft der Distributionsprozessor **314** Entscheidungen und führt Aktionen durch. Beispielsweise werden Abfeuerungs-, Zeitgebungs- und Pulsbreitenentscheidungen durch den Distributionsprozessor getroffen zum Korrigieren von Bewegungsachsenrichtungsfehlern, zum Ausgleichen von parasitären Widerständen, zum Reduzieren elektromagnetischer Störung und zum intelligenten Schalten zwischen Druckmodi.

[0073] [Fig. 6](#) ist eine schematische Darstellung, die die Gesamtfunktion und Interaktion zwischen den Komponenten von [Fig. 3–Fig. 4](#) darstellt, die in einer beispielhaften Druckumgebung arbeiten. Eine Druckersteuerung **610** ist mit einer Speichervorrichtung **612** und einem Tintenpegelsensor **614** einer Tintenvorratsvorrichtung **616**, einer Leistungsversorgung **618**, einer Speichervorrichtung **620**, einem Verarbeitungstreiberkopf **622** und Sensoren **623** einer Druckkopfanordnung **626**, einem Druckkopfwagen **627** und einem Codiererstreifen **632** über einen Detektor **630** gekoppelt.

[0074] Die Tintenvorratsvorrichtung **616** ist fluidisch mit der Druckkopfanordnung **620** gekoppelt, zum selektiven Liefern von Tinte an die Druckkopfanordnung **620**. Der Verarbeitungstreiberkopf **622** besteht aus einem Datenprozessor **624**, wie z. B. einem Distributionsprozessor und einem Treiberkopf **629**, wie z. B. einem Array von Tintenstrahldüsen oder Tropfengeneratoren zum Ausstoßen von Tintentropfen **628**. Die Sensoren **623** können Temperatursensoren sein (nachfolgend näher erörtert) zum Steuern der Energie, die an die Druckkopfanordnung **626** geliefert wird, und der Temperatur derselben. Der Detektor **630** erfasst eine Position der Druckkopfanordnung **626** und des Druckkopfwagens **627** relativ zu dem Codiererstreifen **632**, formuliert Positionssignale und sendet die Positionssignale an die Steuerung zum Anzeigen einer genauen relativen Position der Druckkopfanordnung **626**. Ein Transportmotor **634** ist mit der Steuerung **610** und der Druckkopfanordnung **626** gekoppelt, zum Positionieren und Bewegen der Druckkopfanordnung **626**.

[0075] Während dem Betrieb des Drucksystems **600** liefert die Leistungsversorgung **618** eine gesteuerte Spannung oder Spannungen an die Druckersteuerung **610** und den Verarbeitungstreiberkopf **622**. Der Datenprozessor **624** kann mit der Steuerung **610** auf eine bidirektionale Weise mit serieller Datenkommunikation kommunizieren. Die bidirektionale Kommunikation ermöglicht es dem Datenprozessor **624**, seine eigenen Abfeuerungs- und Zeitge-

bungsoperationen dynamisch zu formulieren und durchzuführen, auf der Basis erfasster und gegebener Betriebsinformationen zum Regeln der Temperatur der Druckkopfanordnung **626** und der Energie, die an dieselbe geliefert wird. Diese formulierten Entscheidungen basieren auf Druckkopftemperaturen, die durch die Sensoren **623** erfasst werden, erfassten gelieferten Leistungsmengen, Echtzeittests und vorprogrammierten bekannten optimalen Betriebsbereichen, wie z. B. Temperatur- und Energiebereiche, Bewegungsachsenrichtungsfehler usw. Darüber hinaus ermöglicht die serielle Kommunikation das Hinzufügen von Düsen ohne den inhärenten Bedarf, Leitungen und Verbindungen zu erhöhen. Dies reduziert die Kosten und die Komplexität des Liefers innerer Kommunikation für die Druckkopfanordnung **626**.

Komponenteneinzelheiten

[0076] Die Druckkopfanordnung der vorliegenden Erfindung umfasst sowohl komplexe analoge als auch digitale Vorrichtungen (wie z. B. Mikroelektronikschaltungsanordnung), die mit dem Distributionsprozessor kommunizieren. Die Kommunikation zwischen den digitalen und analogen Vorrichtungen und dem Distributionsprozessor ermöglicht eine ordnungsgemäße Steuerung und Überwachung des Verarbeitungstreiberkopfs, wie z. B. unter anderem das Ermöglichen, dass Tests durchgeführt werden, erfasste Daten interpretiert werden und der Verarbeitungstreiberkopf kalibriert wird. Beispielsweise kann der Distributionsprozessor der Druckkopfanordnung gespeicherte oder erfasste Daten von anderen Vorrichtungen empfangen, zum Steuern und Regeln von Abfeuerungspulscharakteristika, Registeradressierung (als auch das Laden von Abfeuerungsdaten in diese Register), Fehlerkorrektur von Tintentropfen-trajektorie, Verarbeiten von Treiberkopftemperatur, elektromagnetische Störung, Düsenenergie, optimale Betriebsspannung und anderes elektrisches Testen der Druckkopfanordnung.

Elektrisches Testen

[0077] Um eine optimale Leistungsfähigkeit der Druckkopfanordnung sicherzustellen, ist eine der Funktionen, die der Distributionsprozessor durchführen kann, elektrisches Testen. Typen von elektrischen Tests umfassen Durchgangsprüfung, Kurzschlussprüfung und Bestimmung ordnungsgemäßer Energiepegel in der Druckkopfanordnung. Vorzugsweise wird dieses elektrische Testen vor dem Betrieb der Druckkopfanordnung durchgeführt, um zu verifizieren, dass das System innerhalb annehmbarer Toleranzen liegt. Elektrisches Testen stellt sicher, dass die volle Steuerung der Druckkopfanordnung beibehalten werden kann und verhindert unvorhersehbares Verhalten und mögliche Schäden an der Druckkopfanordnung und dem Drucksystem. Falls beispielsweise zwischen der Signalanschlussfläche und

dem Drucksystem keine ordnungsgemäßen elektrischen Verbindungen beibehalten werden, verhält sich die Druckkopfanordnung unvorhersehbar und kann zu ungesteuertem Düsenabfeuern führen.

[0078] Wie es in [Fig. 7](#) gezeigt ist, werden durch den Distributionsprozessor **720** verschiedene Typen von elektrischem Testen der Druckkopfanordnung **710** ermöglicht. Der Prozess **730** ist eine Durchgangsprüfung der Druckkopfanordnung **710** unter Verwendung von in Sperrichtung vorgespannten Verbindungen. Der Prozess **740** ist eine Durchgangsprüfung der Signalanschlussfläche, die auf dem Verarbeitungstreiberkopf (nicht gezeigt) enthalten ist. Ferner ist der Prozess **750** das Testen nach Lecks und Kurzschlüssen in der Druckkopfanordnung. Jeder dieser Prozesse wird nachfolgend näher erörtert.

Durchgangsprüfung

[0079] Ein Typ von elektrischem Testen, das durch den Distributionsprozessor durchgeführt werden kann, ist die Durchgangsprüfung von elektrischen Verbindungen. Die Durchgangsprüfung untersucht den elektrischen Weg zwischen Komponenten, um sicherzustellen, dass der Weg nicht unterbrochen oder beschädigt ist, und dass keine Zwischenverbindungen existieren. Falls bestimmte Verbindungen getrennt werden, bevor die Widerstandsleistung abgeschaltet wurde, könnte für ausgedehnte Perioden die volle Leistung an die Widerstände geliefert werden. Diese Situation könnte die Widerstände dauerhaft schädigen. Intermittierende und lockere Verbindungen können durch mechanische Schwingungen des Drucksystems verursacht werden, oder wenn Papierstaus den Druckkopfanordnungskörper von den Verbindungen mit dem Druckkopfsystem verschieben. Daher ist es wichtig, Tests durchzuführen, die einen annehmbaren Durchgang zwischen Komponenten bestimmen, so dass elektrische Signale ordnungsgemäß über die Verbindungen verlaufen.

[0080] Wie es in [Fig. 7](#) gezeigt ist, ist der Prozess **740**, ein Typ von Durchgangsprüfung, die die Erfindung durchführen kann, eine eingebaute Signalanschlussflächendurchgangsprüfung. Die Signalanschlussflächen sind elektrische Verbindungen, die Komponenten des Drucksystems und der Druckkopfanordnung verbinden.

[0081] Mit Bezugnahme auf [Fig. 4](#) wird zusammen mit [Fig. 7](#) ein Arbeitsbeispiel der eingebauten Signalanschlussflächendurchgangsprüfung beispielhaft dargestellt. Bei diesem Beispiel weist der Verarbeitungstreiberkopf **314** eine Mehrzahl von Düsen **416** auf, die in den Schnittbereichen Q1, Q2, Q3, Q4 des Verarbeitungstreiberkopfs **314** angeordnet sind, wie z. B. auf gegenüberliegenden Seiten des Verarbeitungstreiberkopfs **314**. Eine Seite kann mit geradzähligen Düsen gekennzeichnet sein, und die gegen-

überliegende mit ungeradzahligten Düsen. Außerdem kann der Verarbeitungstreiberkopf **314** eine obere und untere Verbindungsanschlussfläche **406** aufweisen. Jede einzelne Anschlussfläche in den Verbindungsanschlussflächen **406** mit der Ausnahme der Logikmasseanschlussflächen ist durch N/P Halbleiterübergänge mit einem Substrat verbunden. Die Logikmasseanschlussflächen haben ohmsche Kontakte zu dem Substrat.

[0082] Die Druckkopfanordnung kann in Abschnitte, Gruppen oder Sätze unterteilt werden, wobei jeder Abschnitt, jede Gruppe oder jeder Satz typischerweise eine Mehrzahl von Düsen **416** umfasst. Die Leistung, die erforderlich ist, um Tintentropfen von diesen Düsen **416** auszustoßen, wird durch die Signalanschlussflächen an jeden Abschnitt geliefert. Nachdem die Leistung zu jedem Abschnitt geliefert wurde, wird die Leistungsschaltung abgeschlossen durch Leiten der Leistung zur Masse durch Masseanschlussflächen.

[0083] Die untere Verbindungsanschlussfläche des integrierten Verarbeitungstreiberkopfs enthält mehrere Signalanschlussflächen, deren Durchgang geprüft werden kann, um einen ordnungsgemäßen Betrieb sicherzustellen. Diese Signalanschlussflächen können (von links nach rechts) eine Dateneingangsanschlussfläche für gerade Düsendaten (EDATA-Anschlussfläche), eine Master-Clock-Eingangsanschlussfläche (MCLK-Pad), eine Befehls/Status-Dateneingabe/Ausgabe-Anschlussfläche (CSDA-TA-Pad), eine Widerstandsabfeuerungspuls-Eingabeanschlussfläche (nFIRE-Pad), eine Spaltensynchronisationssignal-Eingabeanschlussfläche (nC-SYNCH-Pad) und eine Dateneingabeanschlussfläche für ungerade Düsendaten (ODATA-Pad) umfassen.

[0084] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm der Durchgangsprüfung der sechs Signalanschlussflächen, die auf der unteren Verbindungsanschlussfläche angeordnet sind. Im Prozess **810** ist jede dieser sechs Signalanschlussflächen mit der Quelle einer internen Halbleitervorrichtung verbunden, wie z. B. einer PMOS-Pull-Up-Vorrichtung. Der Prozess **820** verbindet den Drain dieser Pull-Up-Vorrichtung mit einer VDD-Anschlussfläche (5-Volt-Logik-Versorgung), und der Prozess **830** verbindet das Gate der Pull-Up-Vorrichtung mit einer VCC-Anschlussfläche (12-Volt-Zufuhr für die Transistorgatespannung). Wie es oben angemerkt wurde, ist der Vorteil dieser Anordnung, dass eine begrenzte Durchgangsprüfung an den Signalanschlussflächen durchgeführt werden kann, ohne den Bedarf einer negativen Versorgungsspannung.

[0085] Eine Durchgangsprüfung wird in dem Prozess **840** bewirkt, indem zuerst die Leistungsversorgungen zu den Widerständen abgeschaltet werden.

Wie es in [Fig. 4](#) gezeigt ist, gibt es vier Anschlussflächen auf der Druckkopfanordnung, die Leistung an die Widerstände liefern. Auf der oberen Verbindungsanschlussfläche sind ein VPP_{TL}-Anschlussfläche (Widerstandsleistungsversorgungs-Anschlussfläche für geradzahlige Grundelemente 2 bis 18) und eine VPP_{TR}-Anschlussfläche (Widerstandsleistungsversorgungs-Anschlussfläche für ungerade Grundelemente 1 bis 17) angeordnet. Gleichartig dazu sind an der unteren Verbindungsanschlussfläche eine VPP_{BL}-Anschlussfläche (Widerstandsleistungsversorgungs-Anschlussfläche für gerade Grundelemente 20 bis 36) und eine VPP_{BR}-Anschlussfläche (Widerstandsleistungsversorgungs-Anschlussfläche für ungerade Grundelemente 19 bis 35) angeordnet. Außerdem müssen alle analogen Leistungsversorgungen, wie z. B. eine V12-Anschlussfläche (12-Volt reine Leistungsversorgung für die analoge Schaltungsanordnung), die an der oberen Verbindungsanschlussfläche angeordnet sind (in [Fig. 4](#) gezeigt), abgeschaltet werden. Das Abschalten von sowohl den Widerstands- als auch analogen Leistungsversorgungen vermeidet jeden Schaden an der Druckkopfanordnung im Fall eines Kontakts mit einer defekten elektrischen Verbindung.

[0086] Im Prozess **850** wird eine VCC-Anschlussfläche (12-Volt Logikversorgung) auf zwei Volt oder niedriger getrieben (mit Masse bevorzugt). Die VDD-Versorgung wird im Prozess **860** eingeschaltet und die Pull-Up-Vorrichtungen sind dann betriebsfähig. Alle Eingänge der sechs Signalanschlussflächen werden in dem Prozess **870** extern niedrig gezogen, um zu testen, ob die Druckkopfanordnung zurücksetzt. Wenn ein ordnungsgemäßer Durchgang angenommen wird, wird die Druckkopfanordnung in dem Prozess **880** in den Rücksetzzustand gezwungen und dies zeigt an, dass der Anschlussflächendurchgang annehmbar ist. Falls die Druckkopfanordnung jedoch nicht in den Rücksetzzustand gezwungen wird, wie in dem Prozess **890**, dann ist der Anschlussflächendurchgang fehlerhaft und vor dem Betrieb der Druckkopfanordnung müssen Reparaturen durchgeführt werden. Jede Pull-Up-Vorrichtung gibt ein Maximum von 2,75 Milliampere aus, wenn eine jeweilige Anschlussfläche niedrig gezogen wird und jede Pull-Up-Vorrichtung treibt eine 100 Pikofarad kapazitive Last von 0 Volt auf 4 Volt in einem Maximum von 1,0 Mikrosekunden. Bei einem normalen Druckkopfanordnungsbetrieb ist die VCC-Anschlussfläche bei 12 Volt und alle Signalanschlussflächen-Pull-Up-Vorrichtungen sind aus.

[0087] Wie es in [Fig. 7](#) gezeigt ist, ist der Prozess **730**, ein anderer Typ von Durchgangsprüfung, die die vorliegende Erfindung durchführen kann, eine Durchgangsprüfung von in Sperrichtung vorgespannten Übergängen. Im Allgemeinen tritt Vorspannung in Sperrichtung auf, wenn eine Spannung, die an einen zu testenden Übergang angelegt wird, eine Polarität

aufweist, so dass der Strom an dem Übergang nahe oder gleich Null ist. Typischerweise sind die meisten der Signalanschlussflächen durch Halbleiterübergänge mit Masse verbunden. Als solches wird die Kontinuität der Signalanschlussflächen durch Vorspannen der Anschlussflächen in Sperrrichtung und Analysieren der Spannung und des Stromflusses durch den Übergang getestet. Falls ein Durchgang vorliegt, wird der Übergang vorwärts vorgespannt und der Strom erhöht sich. Falls jedoch der elektrische Weg unterbrochen wurde, fließt kein Strom durch den Übergang.

[0088] Als ein Beispiel können zuerst alle Anschlussflächen auf der Druckkopfanordnung geerdet sein. Bei diesem Beispiel sind die meisten der Anschlussflächen auf der Druckkopfanordnung durch N/P Halbleiterübergänge mit einem Substrat verbunden. Ein normaler Betrieb liefert Vorspannung in Sperrrichtung für die Halbleiterübergänge, weil das Substrat die Masse (das niedrigste Potential) auf der Druckkopfanordnung ist.

[0089] Der Durchgang jeder Anschlussfläche kann getestet werden, indem jede Anschlussfläche zu einer negativen Spannung gebracht wird (beispielsweise niedriger als -1 Volt), während der Strom in der Anschlussfläche auf eine minimale Empfindlichkeit einer Strommessvorrichtung begrenzt ist. Bei diesem Beispiel ist der minimale Strom 100 Mikroampere. Ein Durchgang liegt in einer Anschlussfläche vor, wenn der Halbleiterübergang vorwärts vorgespannt ist und mehr als 100 Mikroampere liefert. Im Gegensatz dazu zeigen Anschlussflächen mit einer offenen Verbindung, bei denen kein Strom durch den Übergang fließt, an, dass der elektrische Weg dieser Schaltung unterbrochen ist.

Leck/Kurzschluss-Testen

[0090] Wie es in [Fig. 7](#) gezeigt ist, ist der Prozess **750** ein weiterer Typ von Test, der durch den Distributionsprozessor durchgeführt werden kann, Leck/Kurzschluss-Testen. Kurzschlüsse können auftreten, falls es der Tinte ermöglicht wird, zwei oder mehr Leiter miteinander zu verbinden. Dies kann außerhalb der Druckkopfanordnung an Verbindungspunkten zwischen der Druckkopfanordnung und dem Drucksystem, an der Drucksystem-Flexschaltung, der Druckkopfanordnungs-Flexschaltung oder in der Druckkopfanordnung als Folge von Materialversagen auftreten. Die Verarbeitungstreiberkopfleistungsversorgung kann große Mengen an Leistung liefern und somit kann ein Tintenkurzschluss das Drucksystem beschädigen und sogar eine Feuergefahr verursachen. Daher ist es wesentlich, jedes elektrische Leck und Kurzschlüsse in der Druckkopfanordnung und an den Druckkopfanordnung/Drucksystemschnittstellen zu verhindern und zu erfassen.

[0091] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung umfasst Testen auf Lecks und Kurzschlüsse während und nach der Einfügung der Druckkopfanordnung in das Drucksystem und zu dem Zeitpunkt, zu dem die Druckkopfanordnung eingeschaltet wird. Dieses Testen testet auf Lecks und Kurzschlüsse, beispielsweise in Leistungsleitungen, Masseleitungen und digitalen Leitungen.

[0092] [Fig. 9](#) ist ein Funktionsblockdiagramm eines Arbeitsbeispiels von Leck/Kurzschluss-Testen. Der Prozess **905** zeigt, dass das Testen während der Einfügung der Druckkopfanordnung in das Drucksystem auftritt, der Prozess **910** zeigt, dass das Testen auch nach der Einfügung auftritt und der Prozess **915** zeigt, dass Testen jedes Mal auftritt, wenn das System eingeschaltet wird. Obwohl [Fig. 9](#) zeigt, dass die folgenden Prozesse in einer bestimmten Reihenfolge auftreten, sollte angemerkt werden, dass dieselben in jeder Reihenfolge und sogar gleichzeitig auftreten können. Der Prozess **920** testet die Leistungsanschlussflächen-Zuführspannung (V_{pp}) zu Masse. Der Prozess **920** sucht nach einer Unregelmäßigkeitsbedingung in der Rückkopplungsleitung von V_{pp} . Falls eine Unregelmäßigkeitsbedingung gefunden wird, wurde der Test nicht bestanden und bei diesem Beispiel sendet der Prozess **925** eine Fehlermitteilung an das Drucksystem zurück und die Steuerung wird benachrichtigt **927**, und die Leistung wird vorzugsweise abgeschaltet **929**. Falls der Test bestanden ist, wird der nächste Test durchgeführt.

[0093] Der Prozess **930** testet auf Lecks und Kurzschlüsse in Leistungsleitungen zu Masse. Bei diesem Beispiel hat die Druckkopfanordnung eine 5-Volt- und eine 12-Volt- Leistungsleitung, die von linearen Reglern kommen. Falls ein Leck oder ein Kurzschluss erfasst wird, sendet der Prozess **925** eine Fehlermitteilung zurück. Andernfalls beginnt der Prozess **935** das Testen der Leistungsleitung-zu- V_{pp} -Verbindung, um sicherzustellen, dass kein Leck oder Kurzschluss existiert. Erneut, falls dieser Test nicht bestanden wird, sendet der Prozess **925** eine Fehlermitteilung zurück und falls der Test bestanden wird, wird der nächste Test durchgeführt.

[0094] Der Prozess **940** führt das Testen der digitalen Leitungen in der Druckkopfanordnung durch. Die Heftigkeit dieser Art von Kurzschluss ist schwierig zu definieren, weil der Leckstrom und die Menge an Leitungen, die miteinander kurzgeschlossen sind, bekannt sein muss. Ein Schwellenwert ist jedoch definiert und dieser Wert wird mit dem Widerstand verglichen, den der Prozess **940** findet. Falls der gemessene Wert den Schwellenwert überschreitet, ist der Test nicht bestanden und der Prozess **925** sendet eine Fehlermitteilung zurück. Andernfalls zeigt der Prozess **945** an, dass der Leck/Kurzschluss-Test bestanden wurde.

[0095] Leck/Kurzschluss-Testen kann auch implementiert werden, so dass, wenn ein Fehler erfasst wird, der Distributionsprozessor oder die Steuerung die Leistung zu der Druckkopfanordnung automatisch abschaltet. Dieser Implementierungstyp trägt dazu bei, das Drucksystem vor den Lecks und Kurzschlüssen der Druckkopfanordnung zu schützen. Außerdem kann bei Mehrfachdruckkopfanordnungsanwendungen dieses Testen implementiert werden, um zu bestimmen, welche Druckkopfanordnung schlecht ist. Falls somit ein Druckprozess aufgrund einer schlechten Druckkopfanordnung gelöscht wird, wird das Drucksystem benachrichtigt, welche Druckkopfanordnung das Problem bewirken kann.

II. ENERGIEPEGEL-BESTIMMUNG

[0096] Der Distributionsprozessor kann auch die ordnungsgemäßen Betriebsenergiepegel für die Druckkopfanordnung bestimmen. Mehrere Komponenten und Systeme in der Druckkopfanordnung haben sowohl eine minimale Betriebs- als auch eine maximale Betriebstemperatur und -spannung, und der Distributionsprozessor trägt dazu bei, die Druckkopfanordnung innerhalb dieser Grenzen zu halten. Maximale Betriebstemperaturen sind eingerichtet, um die Druckkopfzuverlässigkeit sicherzustellen und Druckqualitätsdefekte zu vermeiden. Gleichartig dazu sind maximale Leistungszufuhrspannungen eingerichtet, um die Druckkopflebensdauer zu maximieren.

[0097] Eine Art von Energiepegelbestimmung ist die Bestimmung der Betriebsspannung der Druckkopfanordnung. Die Betriebsspannung wird vorzugsweise zum Herstellungszeitpunkt bestimmt und in die Anordnungsspeichervorrichtung codiert. Nachdem die Druckkopfanordnung in ein Drucksystem eingebaut ist, ist jedoch eine etwas höhere Leistungsverfolgungsspannung erforderlich, um die ordnungsgemäße Betriebsspannung an die Druckkopfanordnung zu liefern, aufgrund des zusätzlichen parasitären Widerstands, der durch die Verbindung zu dem Drucksystem eingeführt wird. Diese Spannung muss hoch genug sein, um die ordnungsgemäße Spannung an die Druckkopfanordnungen zu liefern, aber unterhalb der maximalen Leistungsversorgungsspannung. Somit ist es wichtig, dass die Leistungsversorgungsspannung in dem Drucker einstellbar ist.

[0098] Die optimale Betriebsspannung wird bestimmt, indem zunächst die Einschaltenergie (TOE) der Druckkopfanordnung gefunden wird. Die TOE ist die Energiemenge, die gerade ausreicht, um einen Tropfenausstoß von den Düsen der Druckkopfanordnung zu bewirken. Zum Herstellungszeitpunkt wird die TOE durch Anlegen einer hohen Menge an Energie und Beobachten eines Tropfenausstoßes bestimmt. Die TOE wird dann allmählich reduziert, bis der Tropfenausstoß endet. Der TOE Punkt ist diese

Energie genau über dem Punkt, wo der Tropfenausstoß endet. Diese TOE wird zusammen mit einem Überenergiespielraum verwendet, um die Betriebsspannung zu finden und diese Spannung wird in die Druckkopfanordnungsspeichervorrichtung geschrieben.

[0099] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die optimale Betriebsspannung eingestellt, um einen Energiepegel von etwa 20% über der Einschaltenergie (TOE) zu erreichen. Dieser Energiepegel ist gegeben durch:

$$\text{Energie} = \text{Leistung} \cdot \text{Zeit}$$

wobei die Pulsbreite des Abfeuerungspulses das Zeitmaß ist. Die Leistung ist gegeben durch:

$$\text{Leistung} = V^2/r$$

wobei r der Widerstand der Druckkopfanordnung und V die Betriebsspannung ist. Bei diesem Beispiel kann durch Einstellen des Energiewerts gleich 20% mehr als die TOE die optimale Betriebsspannung gefunden werden.

Widerstandsabfeuerung

[0100] Der Distributionsprozessor der vorliegenden Erfindung steuert einige Abfeuerungssequenzen der Widerstände. Diese Anordnung ermöglicht es dem Distributionsprozessor, Daten neu anzuordnen und syntaktisch zu analysieren und Pulse abzufeuern, um den Tintenausstoßprozess bei einer Vielzahl von Bedingungen zu optimieren. Einige der Operationen, die gemäß den Bedingungen gesteuert und variiert werden können, sind: (a) die Abfeuerungssequenz der Abfeuerungspulse; (b) Abfeuerungsverzögerungsschaltungsanordnung (zum Reduzieren elektromagnetischer Störung); (c) Eingangsdaten in die Düsen; und Bruchteilpunktverzögerungen (zum Reduzieren der Auswirkungen von Bewegungsachsenrichtungsfehlern).

Widerstandsabfeuerungs-Sequenz

[0101] [Fig. 10](#) ist ein Übersichtsflussdiagramm der Widerstandsabfeuerungsoperation. Bei dem Prozess **1010** werden die Register zunächst initialisiert, vor dem Laden derselben mit Daten. Dies löscht den Registerspeicher, so dass neue Abfeuerungsdaten geladen werden können. Der Prozess **1020** programmiert die Register mit Befehlsdaten. Diese Befehlsdaten können jeden Datentyp umfassen, der es der Druckkopfanordnung ermöglicht, die Abfeuerung der Widerstände zu steuern. Die Befehlsdaten können beispielsweise maximale erlaubte Düsentemperatur, energiegesteuerte Sollwertinformationen und Sequenz- und Adressierinformationen umfassen. Nachdem die Register mit den Befehlsdaten programmiert

sind, beginnt der Prozess **1030** das Laden der Druckdaten in die Register.

[0102] In dem Prozess **1040** wird die Abfeuerungssequenz eingerichtet. Für jedes Grundelement sind zahlreiche Abfeuerungssequenzen möglich, da jede Sequenz auf vollständig unabhängigen Variablen basiert. Wie es oben erörtert wurde, ist ein Grundelement eine Gruppierung von Widerständen. Im Allgemeinen werden zumindest vier unabhängige Variablen verwendet, was zumindest 256 mögliche Abfeuerungssequenzen für jedes Grundelement erlaubt. Der Prozess **1040** umfasst auch das Laden jeder Düsenabfeuerungssequenz in die Register und ist nachfolgend näher erörtert. Nachdem die Abfeuerungssequenz geladen wurde, führt der Prozess **1050** die Abfeuerungssequenz aus und beginnt den tatsächlichen Druckprozess.

[0103] Obwohl sich die Anzahl und Art unabhängiger Variablen für die Abfeuerungssequenz zwischen Drucksystemen und Druckprozessen unterscheiden kann, umfasst ein Ausführungsbeispiel der Erfindung vier Variablen einschließlich einer Modusvariablen, einer Adresszählwertstartvariablen, einer Richtungsvariablen und einer Bruchteilverzögerungsvariablen. Die Modusvariable warnt die Druckkopfanordnung, welcher Auflösungstyp für den Druckprozess erforderlich ist. Als ein Beispiel kann die Modusvariable zwei Optionen eines 600-dpi-(dots per inch = Punkt pro Zoll) Modus und eines 1200-dpi-Modus aufweisen. Unter Verwendung der erfassten Temperatur, eines Wärmeantwortmodells der Druckkopfanordnung und einer maximal erlaubten Verarbeitungstreiberkopftemperatur (die in der Druckkopfanordnungsspeichervorrichtung oder dem Druck angeordnet sein kann) bestimmt die Steuerung, ob die Druckoperation in dem ausgewählten Modus die Druckparameter (wie z. B. die Temperatur) in einem annehmbaren Bereich hält.

[0104] Falls nicht, kann die Modusvariable in einen geeigneten Druckmodus geschaltet werden. Ein einmaliges Merkmal der Erfindung ist, dass das Ändern einer Abfeuerungssequenz in einem Grundelement nur das Ändern der Sequenz erfordert, in der Adressen erzeugt werden. Beispielsweise benachrichtigt die Adressstartvariable die Druckkopfanordnung, wo die Register zu finden sind, auf die zugegriffen werden soll. Die Adressen sind vorzugsweise inkrementiert, so dass dieselben benachbart zueinander sind, und die Adressstartvariable kann jede gewünschte Adresse sein. Durch Ändern der Startadresse kann die Abfeuerungssequenz ebenfalls geändert werden. Falls beispielsweise jede Düse eine feste 4-Bit-Adresse aufweist, wobei der obere Widerstand in jedem Grundelement eine Adresse von „0“ aufweist und der untere Widerstand eine Adresse von „15“ aufweist, würde das einfache Ändern der Startadressvariable zur Erzeugung einer anderen Abfeue-

rungssequenz führen. Die Fähigkeit, die Abfeuerungssequenz zu wählen, liefert eine Steuerung der vertikalen Ausrichtung und der Schaltdruckmodi.

[0105] Die Abfeuerungssequenz kann auch durch die Richtungsvariable geändert werden. Diese Variable teilt der Druckkopfanordnung mit, welche Seite der Druckkopfanordnung vorne ist, während sich die Druckkopfanordnung vor und zurück über die Seite bewegt. Beispielsweise sind bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Düsen in eine gerade und eine ungerade Seite unterteilt, und die Richtungsvariable ist gleich „0“, falls die ungerade Düse auf der vorderen Kante ist, und auf „1“ gesetzt, falls die gerade Düse auf der Vorderkante der Druckkopfanordnung ist.

Feuerpulsverzögerung

[0106] Stetige Entwicklungen des Druckkopfwurfs ermöglichen es nun, dass mehr Tintenabfeuerungsdüsen auf einem einzigen Druckkopf implementiert werden. Dieser Anstieg bei der Anzahl von Düsen hat die Bandbreite und somit die Druckgeschwindigkeit erhöht. Wenn die Anzahl von Düsen erhöht wird, ergeben sich jedoch Probleme, wenn Düsen ausgelöst werden, so dass ein Tintentropfen ausgestoßen wird („Abfeuern“). Das Abfeuern jeder Düse erfordert das Ein- und Ausschalten einer großen Menge an elektrischem Strom innerhalb einer kurzen Zeitdauer. Dieses „Schalten“ (das sich auf das Ein- und Ausschalten des Düsenstroms bezieht) einer großen Anzahl von Düsen gleichzeitig erzeugt eine unerwünschte elektromagnetische Strahlungsstörung (EMI). Die EMI, die durch Düsen schalten erzeugt wird, bewirkt, dass die Verdrahtung in dem Drucksystem als eine Antenne wirkt. EMI ist unerwünscht, weil dieselbe die internen Komponenten des Drucksystems und andere elektrische Geräte und Einrichtungen, die dem Drucksystem nicht zugeordnet sind (z. B. Computer, Radios und Fernsehgeräte) stört. Diese Störung mit anderen Systemen kann auch die Genehmigung durch Aufsichtsbehörden (z. B. der Federal Communications Commission, FCC (oberste US-Funkbehörde)) hindern, die elektrische Emissionsstandards für elektrische Geräte festzulegen.

[0107] Die vorliegende Erfindung reduziert unerwünschte EMI, ohne Systemkosten zu erhöhen und ohne Systembeschränkungen hinzuzufügen. Die Erfindung erreicht dies durch Staffeln des Schaltens der Düsen in der Druckkopfanordnung über die Zeit. Weil zu einem bestimmten Zeitpunkt weniger Düsen ein- und ausgeschaltet werden, wird EMI ohne die Nachteile bestehender EMI-Reduzierungsverfahren reduziert.

[0108] Bei einem Ausführungsbeispiel werden der Distributionsprozessor und eine Verzögerungsvor-

richtung (z. B. eine analoge Verzögerung) verwendet, um die Verzögerung zu liefern. Ein Abfeuerungspuls, der aus einem Abfeuerungssignal (einem Signal, das der Düse befiehlt, einen Tintentropfen auszustoßen) und einem Freigabesignal (einem Signal, das zumindest einen Puls zum Anweisen der Düse, wie lange sie einzuschalten ist, enthält), werden durch die Verzögerungsvorrichtung geleitet. Die Druckkopfanordnung ist in Abschnitte unterteilt (jeder Abschnitt enthält eine Anzahl von Grundelementen), und jedes Grundelement (außer dem ersten Grundelement) hat eine Verzögerungsvorrichtung, durch die der Abfeuerungspuls und der Freigabepuls durchgehen müssen. Um die EMI weiter zu reduzieren, verwendet die vorliegende Erfindung auch eine zusätzliche Verzögerung, die als eine Schnittpunktverzögerung bezeichnet wird. Diese Schnittpunktverzögerung verzögert den Abfeuerungspuls um einen zusätzlichen Betrag, bevor der Puls zwischen zwei Abschnitten weitergeleitet wird.

[0109] [Fig. 11](#) stellt ein Beispiel der Abfeuerungspulsverzögerung der vorliegenden Erfindung dar. Bei diesem Beispiel ist der Verarbeitungstreiberkopf in mehrere Abschnitte unterteilt. Eine solche Anordnung ist, die Abschnitte in eine verwaltbare, aber effiziente Weise zu unterteilen, wie z. B. Quadrantenabschnitte. Jeder Quadrant kann neun Grundelemente (Gruppierung von Widerständen), acht analoge Verzögerungsvorrichtungen (eine für jedes Grundelement außer dem ersten Grundelement) und einen Energiesteuerblock **1110** umfassen. Der Energiesteuerblock **1110** wird nachfolgend näher erörtert. Der Zweckmäßigkeit halber zeigt [Fig. 11](#) nur vier der neun Grundelemente in einem Quadrant **1100**.

[0110] Wie es in [Fig. 11](#) gezeigt ist, empfängt der Energiesteuerblock **1110** in dem Quadrant **1100** ein Feuersignal **1115**. Der Quadrant **1100** empfängt auch ein Freigabesignal **1120**. Das Abfeuerungssignal **1115** und das Freigabesignal **1120** werden parallel an jedes Grundelement in dem Quadrant **1100** gesendet. Anfangs werden das Abfeuerungssignal **1115** und das Freigabesignal **1120** unverzögert durch die erste Grundelementleistungssteuerung **1130** empfangen. Wie es nachfolgend näher erklärt wird, verwendet jede Grundelementleistungssteuerung einen Adresssteuerblock und einen Datensteuerblock um zu Steuern, wie jede Düse im Lauf der Zeit abgefeuert wird. Die erste Grundelementleistungssteuerung **1130** ist ein kurzes Grundelement (was bedeutet, dass das Grundelement weniger Düsen enthält als die anderen Grundelemente). Die erste Grundelementleistungssteuerung **1130** empfängt das unverzögerte Abfeuerungssignal **1115** und das Freigabesignal **1120** und leitet dieselben durch die Abfeuerungspulsverzögerung **1140**.

[0111] Sowohl das Abfeuerungssignal **1115** als auch das Freigabesignal **1120** werden in die Abfeue-

rungspulsverzögerungen **1140** geleitet, vor dem Senden derselben an die zweite Pro-Grundelementleistungssteuerung **1145**. Gleichartig dazu verzögert die nächste Abfeuerungspulsverzögerung **1150** das Abfeuerungssignal **1115** und das Freigabesignal **1120**, bevor dieselben an die dritte Pro-Grundelementleistungssteuerung **1155** gesendet werden. Schließlich verzögert die Abfeuerungspulsverzögerung **1160** das Abfeuerungssignal **1115** und das Freigabesignal **1120**, bevor dieselben an die vierte Pro-Grundelementleistungssteuerung **1165** gesendet werden. Diese Prozedur wird fortgesetzt, bis das Abfeuerungssignal **1115** und das Freigabesignal **1120** alle Grundelemente in dem Quadranten **1100** erreicht haben.

[0112] Die Verzögerungsvorrichtung kann jeder geeignete Mechanismus zum Verzögern des Signals sein, wie z. B. eine Phasenregelschleife, eine reaktive/kapazitive (RC) Präzisionszeitkonstante, die beispielsweise ein Inverterpaar verwendet, einen Referenzschwellenwert-Operationsverstärker, eine Verzögerungsleitung und herkömmliche Verfahren zum Erzeugen einer Verzögerung.

[0113] [Fig. 12](#) stellt die Auswirkung dar, die eine Verzögerungsvorrichtung auf ein Eingabesignal (z. B. das Abfeuerungssignal **1115** und das Freigabesignal **1120**) hat. Bei diesem Beispiel stellt jedes Eingabesignal sowohl das Abfeuerungssignal **1115** als auch das Freigabesignal **1120** dar, die an ein jeweiliges Grundelement gesendet werden. Das Signal **1210** ist ein unverzögertes Signal und ist das erste Abfeuerungssignal **1120** und Freigabesignal **1120**, die an einem ersten Grundelement empfangen werden. Das Signal **1120** wurde durch eine Verzögerungsvorrichtung geleitet und wird an einem anderen Grundelement empfangen, zeitlich etwas später als das Signal **1210**. Das Signal **1230** wurde n Mal verzögert und ein ntes Grundelement empfängt das Signal **1230**, nachdem das erste und das zweite Grundelement die Signale **1210** bzw. **1220** empfangen.

[0114] [Fig. 13](#) ist eine Darstellung von Strom über Zeit, die ein typisches Abfeuerungssignal für eine Mehrzahl von Düsen ohne Verzögerungen zeigt. Die Zeit t stellt eine kurze Zeitperiode dar und der Strom c stellt die große Menge an Strom dar, die erforderlich ist, um jede Düse, die das Abfeuerungssignal empfängt, gleichzeitig abzufeuern. Wie es von [Fig. 13](#) ersichtlich ist, steigt und fällt der Strom ohne Verzögerungen.

[0115] [Fig. 14](#) ist eine Darstellung von Strom über Zeit, die ein Abfeuerungssignal mit Verzögerungen gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt. Diese Verzögerungen werden durch die einzelnen Schritte des Abfeuerungssignals dargestellt und zeigen an, dass weniger Düsen das Abfeuern zu einem bestimmten Zeitpunkt beginnen oder beenden. [Fig. 14](#) zeigt, dass der Strom mit Verzögerungen allmählich steigt

und fällt, im Gegensatz zu dem Fall ohne Verzögerungen, wie in [Fig. 13](#). Außerdem reduziert das Staffeln der Abfeuerungs-signale die Erzeugung unerwünschter EMI.

Schnittpunktverzögerung

[0116] Wie es oben mit Bezugnahme auf [Fig. 11](#) erörtert wurde, werden das Abfeuerungs-signal **1120** und das Freigabesignal **1120** (hierin nachfolgend als „Abfeuerungspuls“ bezeichnet) an alle Quadranten oder Abschnitte auf dem Verarbeitungstreiberkopf gesendet. Eine weitere Möglichkeit, wie die vorliegende Erfindung EMI-Effekte eliminiert, ist durch Verzögern (entweder synchron oder asynchron) des Abfeuerungspulses (oder Abschnitten des Abfeuerungspulses, entweder mit dem Abfeuerungs-signal, dem Freigabesignal oder beiden) unter Verwendung einer „Schnittpunktverzögerung“ zwischen jedem Abschnitt des Verarbeitungstreiberkopfs.

[0117] [Fig. 15](#) stellt ein Beispiel der Schnittpunktverzögerung der vorliegenden Erfindung dar. Bei diesem Beispiel ist der Verarbeitungstreiberkopf **1500** in vier Abschnitte unterteilt, die als Quadranten bezeichnet werden. Jeder Abschnitt umfasst neun Grundelemente (acht mit voller Größe und ein kurzes Grundelement). Jeder Abschnitt empfängt als Eingang einen Abfeuerungspuls und verzögert den Abfeuerungspuls (oder Komponenten desselben) zwischen den Abschnitten. Diese Schnittpunktverzögerung ist zusätzlich zu der Abfeuerungspulsverzögerung zwischen den Grundelementen in jedem Abschnitt.

[0118] Der Abfeuerungspuls wird durch den Abschnitt **1500** empfangen und an den ersten Abschnitt **1510** in dem unteren linken Quadranten gesendet. Dieser Abfeuerungspuls an den ersten Abschnitt **1510** ist nicht verzögert. Der Abfeuerungspuls verläuft zu der ersten Schnittpunktverzögerung **1520**, wo der Abfeuerungspuls verzögert wird, bevor derselbe an den zweiten Abschnitt **1530** gesendet wird. Der zweite Abschnitt **1530** in dem unteren rechten Quadranten sendet den Abfeuerungspuls an die zweite Schnittpunktverzögerung **1540** und dann an den dritten Abschnitt **1550**, der in dem oberen rechten Quadranten angeordnet ist. Nach dem Verlaufen durch die dritte Schnittpunktverzögerung **1560** wird der Abfeuerungspuls durch den vierten Abschnitt **1570** empfangen.

[0119] Vorzugsweise verzögert jede der Schnittpunktverzögerungen den Abfeuerungspuls um einen Bruchteil des Mastertaktsignals (MCLK). Beispielsweise kann ein halber Zyklus MCLK (ein Halbtaktzyklus) in jedem der Schnittpunktverzögerungen verwendet werden. In diesem Fall würde der Abfeuerungspuls verzögert, wenn er zwischen Abschnitten (außer dem ersten Abschnitt) um eine Hälfte des

MCLK-Zyklus verläuft. Obwohl dieses Beispiel den Verarbeitungstreiberkopf in vier Abschnitte unterteilt hat, werden Fachleute auf diesem Gebiet erkennen, dass kleinere oder größere Anzahlen von Abschnitten verwendet werden kann.

[0120] Es gibt zusätzliche mögliche Abfeuerungsverzögerungssequenzen, die problematische EMI-Emissionen reduzieren oder eliminieren können. Als weiteres Beispiel betrachte man ein Substrat ähnlich wie [Fig. 4](#), außer dass dasselbe eine unterschiedliche Anzahl von Grundelementen und Düsen haben kann. Die Abfeuerungswiderstände können nahe dem Rand des Substrats angeordnet sein, wie in [Fig. 4](#), oder näher zu der Mitte des Substrats angeordnet sein. Bei diesem Beispiel sind die Grundelemente in Gruppen von Grundelementen unterteilt, die mit Gruppe 0, Gruppe 1, Gruppe 2 usw. nummeriert sind. Der Abfeuerungspuls erreicht zuerst die Grundelemente der Gruppe 0, ohne durch irgendwelche Verzögerungen zu gehen. Bevor die Grundelemente der Gruppe 1 erreicht werden, geht der Abfeuerungspuls durch ein Verzögerungselement. Derselbe geht; durch zwei Verzögerungen, bevor er die Gruppe 2 erreicht usw. und n Verzögerungen, bevor derselbe die Gruppe n erreicht. Bei einem spezifischeren Beispiel sind die Grundelemente 1 und 2 in der Gruppe 0, die Grundelemente 3 und 4 in der Gruppe 1 usw. Bei diesem Beispiel werden Paare von Grundelementen gleichzeitig mit Energie versorgt.

Verarbeitungstreiberkopfdaten

[0121] Bevor eine Druckoperation durchgeführt werden kann, müssen Daten an den Verarbeitungstreiberkopf gesendet werden. Diese Daten umfassen beispielsweise Düsendaten, die Pixelinformationen, wie z. B. Bittabellendruckdaten, enthalten. Bidirektionale Kommunikation tritt zwischen der Steuerung und dem Verarbeitungstreiberkopf auf, unter Verwendung der Befehls/Status-(CS-)Daten. Die Statusdaten der CS-Daten umfassen beispielsweise Verarbeitungstreiberkopftemperatur, Fehlerbenachrichtigung und Verarbeitungstreiberkopfstatus (wie z. B. die aktuelle Druckauflösung). Bei der vorliegenden Erfindung werden CS-Daten bidirektional über mehrere Multi-Bit- (z. B. Acht-Bit-)Busse übertragen. Die Busarchitektur wurde gewählt, um EMI zu minimieren, da das schnelle Schalten von Signalen große kapazitive Lasten aufweist. Vorzugsweise unterteilt der Verarbeitungstreiberkopf die Düsen in gerade Düsen auf einer Seite des Verarbeitungstreiberkopfs und ungerade Düsen auf der anderen. Sowohl die geraden als auch die ungeraden Düsen haben ihren eigenen Bus (d. h. gerader Datenbus und ungerader Datenbus). Außerdem haben CS-Daten ihren eigenen Bus. Das Bereitstellen eines Busses für die CS-Daten erlaubt es der Druckkopfanordnung, CS-Daten während dem Drucken an das Drucksystem zu liefern.

[0122] Für jede Druckoperation sendet das Drucksystem Düsendaten an den Verarbeitungstreiberkopf. Diese Düsendaten werden in seriellem Format gesendet und können in zwei oder mehr Abschnitte unterteilt werden (beispielsweise gerade und ungerade Düsendaten). Unabhängig von den Düsendaten können Befehlsdaten in den Treiberkopf geschrieben werden und Statusdaten von demselben gelesen werden, über die serielle bidirektionale CS-Datenleitung. Die CS-Daten in dem Verarbeitungstreiberkopf werden an die entsprechenden Register über die Mehrbit-CS-Datenbus verteilt. Düsendaten werden in dem Verarbeitungstreiberkopf auf einem getrennten Bus verteilt. Außerdem kann mehr als ein Bus für diese Düsendaten geliefert werden, beispielsweise ein gerader Düsendatenbus und ein ungerader Düsendatenbus.

[0123] Register werden als Eingangspuffer für Düsendaten verwendet. Sowohl die geraden als auch die ungeraden Düsendatenbusse sind mit Registern verbunden, die als Düsendatenladeregister bezeichnet werden. Diese Register werden nicht gelöscht, bis sie explizit mit neuen Düsendaten überschrieben werden. Folglich enthalten diese Register während einer typischen Druckoperation eine Mischung aus alten Düsendaten und neuen Düsendaten. Neue Daten werden in dieser Verarbeitungstreiberkopfspeichervorrichtung gespeichert, während alte Daten gedruckt werden, so dass Druckoperationen rationalisiert werden und die Druckgeschwindigkeit erhöht wird. Um Platz an dem Verarbeitungstreiberkopf zu sparen, können einige Register auf einer Pro-Grundelement-Basis dupliziert werden und auf dieselben kann durch Verbinden des CS-Datenbusses mit dem Düsendatenbus zugegriffen werden. Diese Anordnung ermöglicht auch, dass Düsendaten über den CS-Datenbus zurückgelesen werden.

[0124] [Fig. 16](#) ist ein Beispiel dafür, wie Düsendaten in ein Register geladen werden. Bei diesem Beispiel gibt es 524 Düsen, und die Hälfte sind gerade Düsen und die andere Hälfte sind ungerade Düsen. Die Eingangsdaten, die in [Fig. 16](#) gezeigt sind, sind gerade Düsendaten (EDATA 1600). Der Systemmastertakt (MCLK 1605) liefert eine Zeitreferenz. In der Periode 1610 hat die Datenübertragung noch nicht begonnen und das EDATA 1600 Signal ist bei dem Pegel „1“ (der hohen Position). Am Anfang der Periode 1620 wird die Düsendatenübertragung eingeleitet durch Senden einer Reihe von „0“ (die niedrige Position) für vier aufeinanderfolgende Halbzyklen von MCLK 1605. Die Düsendaten, die folgen, enthalten Abfeuerungsstrukturen für die Düse 2 bis 524 nacheinander. Eine „1“ bewirkt, dass die Düse abfeuert, während eine „0“ das Düsenabfeuern unterdrückt.

[0125] Die anfänglichen Düsendaten von EDATA 1600 nach der Periode 1620 entsprechen dem Grundelement Zwei, welches ein kurzes Grundelement ist

und nur drei Düsen enthält. Bei dem beispielhaften Ausführungsbeispiel werden die ersten fünf Bits der Düsendaten von EDATA weggeworfen (wie es durch X_1 bis X_5 dargestellt ist). Die drei Bits, die folgen, werden an die entsprechenden Düsen (dargestellt durch R_2 bis R_6) gesendet. Das nächste Grundelement (dargestellt durch R_6 bis R_{38}) ist voll. Die alten Düsendaten und die Befehl/Status-Daten werden auf ähnliche Weise geladen.

Bruchteilmittelverzögerung

[0126] Die vorliegende Erfindung verwendet auch einen anderen Verzögerungstyp, um Bewegungsachsenrichtungs-(SAD-)Fehler auszugleichen. SAD ist die Messung (in Grad) des Tintentropfenausstoßwinkels bezüglich der Normalen des Verarbeitungstreiberkopfs, der ein Fehler in der Tropfentrajektorie in der Bewegungsachsenrichtung ist. Die Bewegungsachse ist die Achse, entlang der sich die Druckkopfanordnung und der Wagen während verschiedenen Operationen bewegen, wie z. B. einer Druckoperation. Im Allgemeinen tritt ein SAD-Fehler auf, wenn ein ausgestoßener Tintentropfen nicht genau da auf dem Druckmedium landet (wie z. B. einem Stück Papier), wo derselbe entlang der Bewegungsachse gewünscht ist.

[0127] Normalerweise wird zumindest ein Abfeuerungspuls für jeden Punkt (z. B. einen einzelnen Tintentropfen), der gedruckt wird, an eine Düse gesendet. Als solches wird ein Satz von Punkten durch einen Satz von Abfeuerungspulsen erzeugt. Ein Satz, der beispielsweise ein Grundelement von Düsen sein kann, kann 16 Abfeuerungspulse pro Satz von 16 gedruckten Punkten aufweisen. Dies bedeutet, dass sich der Verarbeitungstreiberkopf während diesen 16 Abfeuerungspulsen um einen Punkt Durchmesser bewegt, um einen halben Punkt Durchmesser während 8 Abfeuerungspulsen usw. Das Versetzen der Stelle, wo die Punkte das Druckmedium kontaktieren, wird erreicht durch Bereitstellen einer Verzögerung, die der entsprechenden Anzahl von Abfeuerungspulsen entspricht, bevor der gesamte Satz von Abfeuerungspulsen (in diesem Fall sechzehn) an den Düsensatz gesendet wird. Durch Einstellen (man verwende entweder Verzögerungs- oder Wartezeit) gleicht die vorliegende Erfindung SAD-Fehler im Durchschnitt für einen Satz von 16 Düsen aus.

[0128] Im Allgemeinen hat jeder Düsensatz einen unterschiedlichen SAD-Fehler, der normalerweise zur Herstellungszeit bestimmt wird. Diese SAD-Daten sind in der Drucksystemspeichervorrichtung gespeichert und werden durch den Distributionsprozessor beim Ausgleichen von SAD-Fehlern verwendet. Das heißt, der Distributionsprozessor verwendet die gespeicherten Daten zum einzelnen Programmieren jeder Düse zum Verzögern deren Abfeuerung durch verschiedene Abfeuerungspulse. Folglich kann bei-

spielsweise (wenn sechzehn Abfeuerungspulse pro Punkt angenommen werden) ein Punktsatz um 4 Abfeuerungspulse (Viertelpunktverzögerung) verschoben sein, während ein anderer Satz um 8 Abfeuerungspulse (Halbpunktverzögerung) verschoben sein kann. Unter Verwendung dieser Bruchteilpunktverzögerung kann die vorliegende Erfindung SAD-Fehler in jedem und allen Düsensätzen ausgleichen. In dem Fall, dass die Drucksystemspeichervorrichtung eine begrenzte Kapazität hat, kann es wünschenswert sein, Trajektorie-Fehler für Gruppen von Düsen auszugleichen. Falls die Speicherkapazität kein Thema ist, kann jede Gruppe aus einer Düse bestehen.

III. DIGITALE FUNKTIONALITÄT

[0129] Daten sind (in digitaler Form) in einer digitalen Speichervorrichtung gespeichert, die in kleinere Abschnitte unterteilt ist, die als Register bezeichnet werden. Jedes Register hat seine eigene eindeutige Adresse, und Drucksystemkomponenten können durch Verwenden eines spezifischen Protokolls in ein Register schreiben oder von demselben lesen. Dieses Protokoll liefert ein Verfahren für eine interne Kommunikation zwischen einem Register und Systemkomponenten. Beispielsweise ermöglicht es der bidirektionale Zugriff auf die Register einigen Drucksystemkomponenten (wie z. B. der Druckkopfanordnung) Operationen (wie z. B. Abfeuerungspulsverzögerung) durchzuführen, durch Zugreifen auf bestimmte Daten (wie z. B. Pulsbreite) in den Registern. Falls die Daten in analogem Format sind (wie z. B. eine erfasste Temperatur), werden dieselben vor der Speicherung in ein Register vorzugsweise in ein digitales Format umgewandelt. Das Manipulieren von Daten unter Verwendung dieses digitalen Formats liefert eine Rauschimmunität.

[0130] Die Kommunikation zwischen den Registern und den Drucksystemkomponenten wird unter Verwendung von mehreren Multibitbussen durchgeführt. Die Busarchitektur unterstützt das Reduzieren unerwünschter Effekte (wie z. B. EMI), die durch das Schalten großer Leistungsmengen in einer kurzen Zeitperiode herbeigeführt werden. Ferner bedeuten mehrere Busse, dass Daten (wie z. B. Düsendaten) in kleinere Abschnitte (beispielsweise gerade Daten (Edata) und ungerade Daten (Odata)) unterteilt werden können. Die Busarchitektur liefert auch dynamische und konstante bidirektionale Kommunikation, beispielsweise zwischen der Steuerung und dem Verarbeitungstreiberkopf. Dies ermöglicht es, dass Aktionen und Entscheidungen schnell und gleichzeitig mit dem tatsächlichen Tintendruck durchgeführt werden.

[0131] Außerdem werden die Daten, die zwischen der Steuerung und der Druckkopfanordnung übertragen werden, vorzugsweise seriell übertragen. Eine serielle Datenübertragung ermöglicht das Hinzufü-

gen von Düsen ohne den inhärenten Bedarf, Leitungen und Verbindungen zu erhöhen. Dies reduziert die Kosten und Komplexität des Bereitstellens einer internen Kommunikation für die Druckkopfanordnung.

Übersicht über interne Funktionen

[0132] Die digitalen Operationen der Druckkopfanordnung sind eine Interaktion einer Mehrzahl von Komponenten und Systemen. Diese Prozesse in der Druckkopfanordnung arbeiten miteinander, um Daten zu empfangen und zu verteilen. Die Daten werden unter Verwendung der oben beschriebenen Kommunikationsprozedur bidirektional übertragen.

[0133] [Fig. 17](#) stellt die Hauptsysteme und Komponenten der Druckkopfanordnung dar, und wie dieselben miteinander interagieren. Die Düsenwiderstände können in Gruppen klassifiziert werden. Jede Gruppe von Düsenwiderständen wird hierin nachfolgend als Grundelement bezeichnet. Jedes Grundelement kann die Widerstände zum Verdampfen von Tintentropfen enthalten, und jeder Widerstand in dem Grundelement kann mit einer Leistungsversorgung auf einer Seite und mit einer Leistungsmasse auf der anderen Seite verbunden sein. In diesem Fall verläuft Leistung zum Abfeuern der Widerstände von der Leistungsversorgung zu den Widerstandsleistungsverbindungen, erwärmt den Widerstand und wird zur Masse geleitet. Vorzugsweise feuert nicht mehr als ein Widerstand in einem Grundelement zu einem bestimmten Zeitpunkt.

[0134] Als ein Arbeitsbeispiel kann eine Druckkopfanordnung **36** Grundelemente in zwei Spalten von jeweils 18 Grundelementen aufweisen. Die mittleren 16 Grundelemente haben jeweils 16 Düsenwiderstände, wobei die beiden Endgrundelemente jeweils nur drei Düsenwiderstände aufweisen (als „kurze“ Grundelemente bezeichnet). Die Düsenwiderstände auf einer Seite der Druckkopfanordnung haben alle gerade Nummern, während die Düsenwiderstände auf der anderen Seite alle ungerade Nummern haben, wie es in dem beispielhaften Ausführungsbeispiel von [Fig. 4](#) gezeigt ist.

[0135] Wie es in [Fig. 17](#) gezeigt ist, interagieren die Grundelemente und Verzögerungen **1710** mit der Wärmesteuerung **1715** und einem Energie-DAC (Digital/Analog-Wandler) **1720**. Die Wärmesteuerung **1715** umfasst einen Wärmesensor und eine Wärmesteuervorrichtung. Die Wärmesteuerung **1715**, die die Steuerung über den CS-Datenbus **1740** oder lokal einrichten kann, hält die Druckkopfanordnung über einer gewünschten Temperatur und schaltet die Druckkopfanordnung auch ab, falls die Temperatur eine maximale Temperatur überschreitet. Ein Eingang zu den Grundelementen und Verzögerungen **1710** ist der Energie-DAC **1720**, der den analogen

Sollwert für die Energiesteuerblöcke liefert, die nachfolgend näher erörtert werden. Der Energie-DAC **1720**, der Daten durch den CS-Datenbus **1740** sendet und empfängt, steuert auch die Abfeuerungspulsbreite.

[0136] Der Freigabegenerator **1750** empfängt ein Startsignal (nCSYNCH) **1751** zum Einleiten einer Abfeuerungssequenz und erzeugt zumindest ein Freigabesignal, das zusammen mit einem Abfeuerungssignal (nFIRE) **1752** einen Satz von Abfeuerungspulsen ergibt. Als ein Beispiel erzeugt der Freigabegenerator **1750** vier Freigabesignale, die jeweils sechzehn Puls breit sind.

[0137] Die Register/CS-Kommunikation **1760**, die nachfolgend beschrieben wird, handhabt Kommunikation über die Datenleitungen (z. B. die CSDATA-Leitung **1735**). Die Seriell-zu-Parallel **1765** transformiert ankommende serielle Daten in parallele Daten. Bei diesem Beispiel sind die geraden Düsendaten (EDATA) **1770** und die ungeraden Düsendaten (ODATA) **1775** Eingänge zu der Seriell-zu-Parallel **1765** und die EDATA **1770** und ODATA **1775** werden von einem seriellen Eingang zu einem parallelen Ausgang umgewandelt. Der Vorteil des seriellen Eingangs ist, dass weniger Leitungen und Verbindungen erforderlich sind. Außerdem sollte angemerkt werden, dass die Düsendaten **1770**, **1775** und die CSDATA **1735** gleichzeitig und parallel übertragen werden können.

[0138] Bezüglich der Grundelemente und Verzögerungen **1710** können den Grundelementen bestimmte Widerstandsabfeuerungsverzögerungen zugeordnet sein. Im Allgemeinen steuern die Grundelemente und die Verzögerungen **1710** die Düsen der Druckkopfanordnung. Jedes Grundelement in den Grundelementen und Verzögerungen **1710** hat eine Pro-Grundelement-Adresssteuerung (nicht gezeigt) zum Erzeugen von Adressen und eine Pro-Grundelement-Datensteuerung (nicht gezeigt). Diese beiden Systeme steuern zusammen die Düsenabfeuerung. Genauer gesagt, die Pro-Grundelementadresssteuerung handhabt die Bruchteilpunktverzögerungen, die Pro-Grundelementregister, wie es oben beschrieben ist, und den Adresszähler. Der Adresszähler schreitet durch die sechzehn Adressen und indexiert, welche Adresse in diesem Grundelement abfeuert, weil die Adressen vorzugsweise jeweils einzeln zu einem Zeitpunkt abgefeuert werden. Die Pro-Grundelement-Datensteuerung handhabt Düsendaten, das Decodieren des Adresszählers und das tatsächliche Abfeuern von Düsen.

[0139] [Fig. 18](#) stellt ein Beispiel einer einzelnen Pro-Grundelement-Leistungssteuerung des Typs dar, der oben kurz in Verbindung mit [Fig. 11](#) erörtert wurde. Mit erneuter Bezugnahme auf [Fig. 17](#) zusammen mit [Fig. 18](#) enthält jedes Grundelement auf der

Druckkopfanordnung vorzugsweise die Pro-Grundelement-Adresssteuerung **1810** und die Pro-Grundelement-Datensteuerung **1820**. Die Adresssteuerung **1810** empfängt EDATA und ODATA **1770**, **1775** von [Fig. 17](#), einen Abfeuerungspuls **1825** und ein Freigabesignal **1830**, wie z. B. den Bruchteilpunktverzögerungspuls, zum Erzeugen eines Abfeuerungsgrundelementsignals **1835**, eines Ladesignals **1835** und eines Adresssignals **1845**. Die Adresssteuerung **1810** erzeugt eine geeignete Adressierstruktur für die Abfeuerungsvariablen. Die Pro-Grundelement-Datensteuerung **1820** empfängt das Abfeuerungsgrundelementsignal **1835**, das Ladesignal **1840**, das Adresssignal **1845** und die nCSYNCH, EDATA- und ODATA-Signale **1751**, **1770**, **1775** von [Fig. 17](#) zum Steuern von Düsenabfeuerung.

[0140] [Fig. 19](#) ist eine detaillierte Darstellung der Pro-Grundelement-Adresssteuerung von [Fig. 18](#). Wie es oben erörtert wurde, ist die Pro-Grundelement-Adresssteuerung **1900** im Allgemeinen ein Adressgenerator, der einen Abfeuerungspuls **1905** und den Bruchteilpunktverzögerungspuls **1910** verwendet, um eine geeignete Adressierstruktur für die Abfeuerungsvariablen zu erzeugen. Die Adresssteuerung **1900** umfasst einen Auf/Ab-Zähler **1915**, ein Modus-Latch **1920**, ein Lade-Latch **1935** und ein Abfeuerungspulsreihenselektor **1945**.

[0141] Das Modus-Latch **1920** empfängt Düsendaten, wie z. B. die EDATA und ODATA **1770**, **1775** von [Fig. 17](#) und bestimmt den korrekten Zählerbetriebsmodus für den Auf/Ab-Zähler **1915** zum Arbeiten. Allgemein wird dieser Zählerbetriebsmodus durch die Richtungsvariable **1925** und die Druckmodusvariable **1930** bestimmt. Bei diesem Beispiel werden diese beiden Variablen durch alle Grundelemente auf der Druckkopfanordnung gemeinschaftlich verwendet. Das Lade-Latch **1935** empfängt die Daten (beispielsweise Düsendaten EDATA und ODATA **1770**, **1775** von [Fig. 17](#)) von der geeigneten Quelle (wie z. B. dem Drucksystem) und lädt die Daten über das Ladesignal **1940** in den Auf/Ab-Zähler **1915**.

[0142] Der Abfeuerungspulsreihenselektor **1945** empfängt und verarbeitet die Abfeuerungspulse **1905** und Bruchteilpunktverzögerungspulse **1910** durch Verzögern und Auswählen eines geeigneten Signals zum Erzeugen eines Freigabesignals **1960**, eines Abfeuerungssignals **1965** und eines Ladesignals **1970**. Dies kann beispielsweise durch ein Verzögerungslatch und einen Signalselektor erreicht werden. Das Freigabesignal **1960** und das Abfeuerungssignal **1965** werden an den Auf/Ab-Zähler **1915** gesendet. Das Abfeuerungssignal **1965** wird auch an eine Düsenantriebslogikvorrichtung (die nachfolgend näher erörtert wird) gesendet, und das Ladesignal wird an ein aktuelles Druckdatenregister gesendet (das nachfolgend näher erörtert wird).

[0143] Der Auf/Ab-Zähler **1915** ist ein Mehrfach-bit-Auf/Ab-Zähler, der die Richtungs- und Modus-Signale **1925**, **1930** von dem Modus-Latch **1920** empfängt, das Ladesignal **1940** von dem Lade-Latch **1935** empfängt und das Freigabe- und das Abfeuerungssignal **1960**, **1965** von dem Abfeuerungspulsreihenselektor **1945** empfängt. Der Auf/Ab-Zähler **1915**, der durch ein Taktsignal getaktet wird, kann verwendet werden, um sicherzustellen, dass nur die gewünschte Anzahl von Abfeuerungspulsen (beispielsweise sechzehn Abfeuerungspulse) nach einem Abfeuerungsbefehl an jedes Grundelement gesendet wird. Abhängig von dem Druckmodus sind unterschiedliche Adresssequenzen erforderlich. Bei diesem Beispiel hat der 600-dpi-Modus eine 4-Bit-Auf/Ab-Sequenz. Der 1200-dpi-Modus ist jedoch komplizierter und verwendet Adressverschiebung.

[0144] Ferner kann eine Decodiervorrichtung in der Pro-Grundelement-Adresssteuerung enthalten sein zum Decodieren einer Adresse und um es jedem Grundelement zu ermöglichen, auf Register des Modus-Latch **1920**, des Lade-Latch **1935** und des Abfeuerungspulsreihenselektors **1945** zuzugreifen.

[0145] [Fig. 20](#) ist eine detaillierte Darstellung der Pro-Grundelement-Datensteuerung von [Fig. 18](#). Allgemein nimmt die Pro-Grundelement-Datensteuerung die Adressinformationen, die durch die Pro-Grundelement-Adresssteuerung geliefert werden und kombiniert die Informationen mit Düsendaten. Auf diese Weise trägt die Pro-Grundelement-Datensteuerung dazu bei, zu bestimmen, welche Düse es abfeuern sollte.

[0146] Das Datensteuerschieberegister **2005** ist in eine Mehrzahl von Registern unterteilt und bereitet ankommende Daten für die Verwendung durch die Pro-Grundelement-Datensteuerung **1820** vor. Das Düsendatenladeregister **2010** ist auch in eine Mehrzahl von Registern unterteilt und empfängt Druckdaten von dem Drucksystem. Allgemein sind diese Register die Eingangspuffer für Druckdaten. Während einer typischen Druckoperation enthalten diese Register eine Mischung aus alten und neuen Druckdaten, während die neuen Druckdaten geladen werden. Diese Register sind statisch und halten den Inhalt, bis dieselben explizit durch neue Druckdaten überschrieben werden. Darüber hinaus werden diese Register nicht durch eine Druckkopfanordnungsrücksetzung gelöscht.

[0147] Das Düsendatenhalterregister **2015** ist ein Halterregister für die Inhalte des Düsendatenladeregisters **2010**. Das aktuelle Druckdatenregister **2020** puffert die Druckdaten durch ein Verzögerungsdatenlatch (nicht gezeigt), bevor die Düsen erreicht werden, die abgefeuert werden sollen. Das Verzögerungsdatenlatch wird durch das gleiche Signal ge-

steuert, das die Bruchteilpunktverzögerung steuert. Die Düsentreiberlogik **2025** enthält eine Mehrzahl von Elektronikvorrichtungen zum Liefern der Einrichtung zum Abfeuern der Düsen.

Register/Befehl/Status-Kommunikations-Funktionsübersicht

[0148] [Fig. 21](#) ist ein Funktionsblockdiagramm eines Beispiels einer Register/Befehl/Status-Kommunikationsvorrichtung von [Fig. 17](#). Die Register/Befehl/Status-Kommunikationsvorrichtung **2100** (ein Beispiel des Elements **1760** von [Fig. 17](#)) kann zum Steuern der internen Druckkopfanordnungskommunikation verwendet werden. Mit Bezugnahme auf [Fig. 17](#) zusammen mit [Fig. 21](#) werden Daten als Eingang empfangen und verschiedene Steuersignale werden erzeugt und empfangen. Diese interne Kommunikation wird erreicht unter Verwendung eines Befehlsstatus-Datenbusses und Protokolls über die Befehl/Status-(CSDATA)Datenleitung **2102**.

[0149] Die serielle Verschiebung **2110** ist sowohl ein Seriell/Parallel-Wandler als auch ein Parallel/Seriell-Wandler. Wenn die serielle Verschiebung **2110** serielle Informationen über die CSDATA-Leitung **2102** empfängt, prüft die serielle Verschiebung **2110** nach Startbits und speichert dann die Adress- und Datenwörter zwischen. Selbst wenn der Befehl ein Registerlesevorgang ist, werden im Interesse der Vereinfachung dieser Schnittstelle Blind-Daten gesendet und ignoriert. Die Adresse und die Daten werden durch den Befehlsdecodierer **2120** an die Registersteuerung **2115** gesendet. Wenn die serielle Verschiebung **2110** Daten über die CSDATA-Leitung **2102** überträgt, speichert die serielle Verschiebung **2110** ein paralleles Wort von dem CS-Bus **2125** zwischen und sendet es in seriellem Format wieder aus über die CSDATA-Leitung **2102**.

[0150] Der Befehlsdecodierer **2120** prüft das Adresswort jedes Befehls, um zu bestimmen, ob ein Befehl gültig ist und ob der Befehl ein Lese- oder Schreibbefehl ist. Diese Informationen werden dann an die Registersteuerung **2115** und die serielle Verschiebung **2110** geleitet. Die Registersteuerung **2115** handhabt die tatsächlichen Mechanismen zum Lesen von und Schreiben in die verschiedenen Register. Die Registersteuerung **2115** treibt auch die Bussteuerung **2128**, die das Signal enthält, das anzeigt, wenn eine Adresse oder ein Datenwort zwischenspeichern ist und ob ein Befehl ein Lese- oder Schreibbefehl ist.

[0151] Einige der Register haben Kopien, die über den Düsendatenbus geschrieben werden können. Diese Düsendaten können einen Gerade-Düsendaten-(EDATA-)Bus **2150** und einen Ungerade-Düsendaten-(ODATA-)Bus **2152** umfassen. Das Masterregister, auf das typischerweise über den CS-Bus **2125**

zugegriffen wird, muss mit dem EDATA-Bus **2150** und dem ODATA-Bus **2152** verbunden sein. Der Bus-zu-Bus **2160** führt diese Verbindung durch und weist Schreibsignale auf, die von der Bussteuerung **2128** kommen, und Lesesignale, die von den Lese-düsenregistern kommen. Diese Lesedüsenregister können Gerade-Düsenregister und Ungerade-Düsenregister umfassen.

[0152] Der Modus/Fehler/Lade **2170** enthält die Modus-, Fehler- und Lademasterregister. Jedes dieser Register hat an jedem Grundelement lokale Versionen. Das Fehlerregister zeichnet die Temperaturfehler auf und erzeugt ein Fehlersignal **2175**, das die Düsenabfeuerung deaktiviert. Das Düsenregister (nicht gezeigt) enthält Daten, die das Zurücklesen von Düsendaten ermöglichen. Wie es in [Fig. 21](#) gezeigt ist, kann das Düsenregister in ein Lese-Gerade-Düsenregister **2180** und ein Lese-Ungerade-Düsenregister **2185** unterteilt werden, wobei das Zurücklesen der geraden Düsendaten in dem Lese-Gerade-Düsenregister **2180** auftritt und das Zurücklesen der ungeraden Düsendaten in dem Lese-Ungerade-Düsenregister **2185** auftritt. Die Einzelheiten über jedes dieser Register und wie Rücklesen durchgeführt wird, werden nachfolgend erörtert.

Systemoperationen

[0153] Die meisten Operationen in der Druckkopfanordnung empfangen ihre Befehle von ihren entsprechenden Registerinhalten. Diese Befehle können in die Register geschrieben und von denselben gelesen werden. Außerdem haben einige Register eine Rücklesefähigkeit, die es ermöglicht, dass alle Informationen, die in das Register geschrieben werden, verifiziert werden. Um physikalischen Platz auf der Druckkopfanordnung einzusparen, werden die meisten Register undefiniert gelassen, bis die Informationen explizit auf dieselben geschrieben werden. Beinahe alle Register-Lese- und -Schreiboperationen werden unter Verwendung des Befehl-/Status-Datenbusses und -protokolls durchgeführt.

[0154] Der CS-Datenbus und das -protokoll ermöglichen es dem Drucksystem, über eine Kommunikationsschnittstelle auf die Register auf der Druckkopfanordnung zuzugreifen. Diese Schnittstelle ist eine bidirektionale serielle Schnittstelle, die das Schreiben in und Lesen von dem Register ermöglicht. Das Drucksystem benachrichtigt das Register, dass das Drucksystem auf das Register zugreifen möchte, durch Senden eines Bitstroms an das Register als eine Reihe von Nullen, um anzuzeigen, dass Daten folgen werden. Das Bit, das den führenden Nullen folgt, zeigt an, ob das Register gelesen oder beschrieben werden soll. Nach diesem Lese-/Schreib-Bit folgt der Rest der Befehlsbits, die das Register anweisen, wie die umschlossenen Daten zu verarbeiten sind, denen die tatsächlichen Datenbits

folgen.

[0155] Eine Registerschreiboperation umfasst eine Befehls- und Datenübertragung zu der Druckkopfanordnung, gefolgt von einer Statusantworterfassung durch das Drucksystem. Gleichartig dazu umfasst eine Registerleseoperation eine Befehls- und Datenübertragung zu der Druckkopfanordnung, gefolgt von einer Statusantwort und einer Rückleseerfassung durch das Drucksystem. Alle Datenbefehls- und Statusübertragungen übertragen Daten mit dem höchstwertigsten Bit (MSB) zuerst und bei dem Zurücklesen der Daten erscheint das MSB zuerst. Die Statusantwort wird durch die Druckkopfanordnung an das Drucksystem gesendet und verifiziert den aktuellen Zustand der Lese- oder Schreiboperation.

[0156] [Fig. 22A](#) stellt ein Arbeitsbeispiel einer Registerschreiboperation dar. Das Mastertaktsignal (MCLK) **2205** wird durch das Drucksystem getrieben. Unter dem MCLK **2205** befindet sich das Befehls- und Statusdatensignal (CSDATA) **2210**, das auch durch das Drucksystem getrieben wird. Um Zugriff zu dem Register einzuleiten, hält das Drucksystem das CSDATA-Signal **2210** während vier Taktzyklen von MCLK **2205** niedrig (d. h., jedes Bit ist eine „0“), was bedeutet, dass vier aufeinanderfolgende Nullen durch den Drucker an die Druckkopfanordnung gesendet werden. Dies zeigt dem Register an, dass das Drucksystem Zugriff zu dem Register wünscht. Unmittelbar nach den führenden Nullen sind acht Befehlsbits, angezeigt durch Bits C7 bis C0. Das erste Befehlsbit C7 ist das MSB und spezifiziert, ob die Operation eine Leseoperation („1“) oder eine Schreiboperation („0“) ist. Nach den acht Befehlsbits kommen acht Datenbits, die die Daten enthalten, die in das Register geschrieben werden sollen. Nachdem die Daten in das Register geschrieben wurden, sendet die Druckkopfanordnung eine Statusantwort zurück, die bei diesem Beispiel aus drei Bits besteht. Diese Statusantwortbits werden nachfolgend in einem Arbeitsbeispiel einer Statusantwort beschrieben.

[0157] [Fig. 22B](#) stellt ein Arbeitsbeispiel einer Registerleseoperation dar. Das CSDATA-Signal **2220** wird für vier MCLK **2215** Taktzyklen durch das Drucksystem niedrig gehalten, um Zugriff zu dem Register zu erlauben. Das erste (MSB) Befehlsbit folgt und zeigt an, ob die Operation eine Lese- oder Schreiboperation ist. Bei diesem Beispiel ist das erste Befehlsbit eine „1“, um anzuzeigen, dass dies eine Leseoperation ist. Der Rest der Befehlsbits C6 bis C0 wird durch das Drucksystem gesendet, gefolgt von acht Datenbits.

[0158] Diese Datenbits sind „Blind“-Datenbits und dienen nur dazu, das Schnittstellenprotokoll zu vereinfachen und werden durch das Register nicht verwendet. Nachdem das Drucksystem diese acht

Blind-Datenbits sendet, sendet die Druckkopfanordnung dem Drucksystem eine Statusantwort zurück, die bei diesem Beispiel aus drei Bits besteht. Nach dieser Statusantwort werden die acht Befehlsbits, die durch das Drucksystem gesendet werden, zurück zu dem Drucksystem gesendet und acht Datenbits, die den Registerinhalt enthalten, werden durch die Druckkopfanordnung an das Drucksystem gesendet.

[0159] Wie es in [Fig. 22A](#) und [Fig. 22B](#) gezeigt ist, folgt einer Lese- oder einer Schreiboperation eine Statusantworterfassung durch das Drucksystem. Die Statusantwort wird durch die Druckkopfanordnung an das Drucksystem gesendet und verifiziert den aktuellen Zustand der Lese- oder Schreiboperation. Bei den Arbeitsbeispielen von [Fig. 22A](#) und [Fig. 22B](#) enthielt die Statusantwort drei Statusbits: (a) ein Bit, das die Gültigkeit des letzten Befehls anzeigt; (b) einen Zustand der Fehlerflag; und (c), ob der letzte Befehl als Statusleseoperation interpretiert wurde. Das erste Statusbit, ein „ungültiger-Befehl“-Bit ist „0“, falls der Befehl als gültig erkannt wird, und eine „1“, falls der Befehl ungültig ist. Falls der Befehl nicht als gültig erkannt wird, wird die Druckkopfanordnung nicht auf den Befehl reagieren. In dem Fall eines ungültigen Schreibbefehls werden die Daten, die an die Druckkopfanordnung gesendet werden, ignoriert. In dem Fall eines ungültigen Lesebefehls werden nach den drei Statusbits keine weiteren Daten durch die Druckkopfanordnung zu dem Drucksystem zurückgesendet.

[0160] Das zweite Statusbit ist das Fehlerbit und kann entweder eine „0“ sein, die anzeigt, dass die Druckkopfanordnung normal arbeitet, oder eine „1“, die anzeigt, dass eine Fehlerbedingung aufgetreten ist. Das Fehlerbit wird auf eine „1“ gesetzt, falls an der Druckkopfanordnung eine fatale Fehlerbedingung aufgetreten ist. Diese fatale Fehlerbedingung umfasst den Fall, wo die Fehlertemperatur überschritten wurde, was anzeigt, dass die Düsenabfeuerungsoperationen beendet werden sollten. Dies ist nur ein Beispiel einer fatalen Fehlerbedingung und mehrere andere sind für Durchschnittsfachleute auf diesem Gebiet offensichtlich.

[0161] Das dritte Statusbit ist das „keine Statusanforderung“-Bit. Dieses Bit zeigt an, ob die Druckkopfanordnung einen Statusanforderungsbefehl (einen Registerlesevorgang) von dem Drucksystem erfasst hat. Falls ein Statusanforderungsbefehl angefordert wurde, wird das Bit auf „0“ gesetzt und die Druckkopfanordnung wird Statusinformationen in das Drucksystem zurücksenden, unmittelbar nach dem dritten Statusbit. In dem Arbeitsbeispiel von [Fig. 22A](#) und [Fig. 22B](#) enthalten diese Statusinformationen sechzehn Bits. Falls dieses dritte Statusbit auf „0“ gesetzt ist, dann hat die Druckkopfanordnung einen Schreibbefehl erfasst. Der Zweck dieses dritten Statusbits ist das Liefern einer Warnung, falls irgendwel-

ches Rauschen bewirken sollte, dass die Druckkopfanordnung einen Registerschreibbefehl als einen Registerlesebefehl interpretiert. Falls dieses Bit am Ende eines Registerschreibbefehls als eine „0“ zurückgesendet wird, wird das Drucksystem gewarnt, das Treiben der CSDATA-Leitung für sechzehn weitere MCLK-Zyklen nicht zu beginnen.

Druckkopfanordnungszurücksetzen

[0162] Die Register der Druckkopfanordnung können während der Einschaltsequenz in eine Betriebsbedingung gesetzt werden durch einen Prozess, der als Rücksetzen bekannt ist. Das Rücksetzen liefert bekannte Daten an bestimmte Register, die vorzugsweise keine Zufallsregisterinhalte haben sollten. Diese Register müssen vor irgendwelchen Druckoperationen auf einen bekannten Wert gesetzt werden. Register, die nicht durch Rücksetzen beeinträchtigt sind, umfassen diese Register, die Fehlerdaten enthalten.

Treiberkopfsteuerung

[0163] Die vorliegende Erfindung verbessert die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Verarbeitungstreiberkopfs und durch Steuern der Energie, die an den Treiberkopf geliefert wird, und die Temperatur des Treiberkopfs. Mit erneuter Bezugnahme auf [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) kann der Distributions- oder Datenprozessor **124** Energiesteuervorrichtungen **132** und Wärmesteuervorrichtungen **136** in seiner eigenen Schaltungsanordnung umfassen, wie es in [Fig. 1B](#) gezeigt ist. Alternativ kann die Steuerung diese Vorrichtungen umfassen. Die Energiesteuervorrichtung **132** kann verwendet werden, um Schwankungen bei der Grundlelementversorgungsspannung (VPP) auszugleichen, die aufgrund eines parasitären Verbindungswiderstands zwischen dem Druckerwagen und der Verbindungsanschlussfläche der Druckkopfanordnung **116** entstehen. Dies kann z. B. erreicht werden durch Einstellen der Abfeuerungspulsbreite, um eine konstante Energielieferung sicherzustellen.

[0164] Die Wärmesteuervorrichtung **136** kann verwendet werden, um den Treiberkopf **126** bei einer programmierbaren Minimaltemperatur beizubehalten, und zum Liefern einer digitalen Rückkopplung an den Drucker und Anzeigen der aktuellen Treiberkopf-temperatur und des Temperaturregelungsstatus. Sowohl die Energie- als auch die Wärmesteuervorrichtung **132**, **136** können durch zugeordnete Steuerregister (oben erörtert) des Distributionsprozessors **124** deaktiviert werden. Vorzugsweise werden Analog/Digital-Wandler (ADCs) und Digital/Analog-Wandler (DACs) verwendet (in [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) nicht gezeigt). Ein Analogtemperatursensor **140** misst die Temperatur des Treiberkopfs **126** und der ADC wandelt die Messung in ein digitales Wort um. Der DAC empfängt das digital umgewandelte Si-

gnal und macht geeignete Energie- und Temperatureinstellungseinstellungen. Zugewiesene analoge ± 12 V- und Masseanschlussflächen können verwendet werden, um den Einfluss digitalen Rauschens auf die Leistungsfähigkeit zu minimieren.

IV. ENERGIESTEuerung

[0165] **Fig. 23** stellt ein Schema einer beispielhaften Energiesteuervorrichtung dar. Die Energiesteuervorrichtung **2300** umfasst einen Versorgungsspannungseingang **2310**, einen Energie-Sollwerteingang **2312**, einen Abfeuerungspulseingang **2314**, einen Spannungs/Leistungs-Wandler **2316**, einen Leistungs/Energie-Integrator **2318**, einen Energie/Sollwert-Komparator **2320** und einen Abfeuerungspulsprozessor **2322**. Der Versorgungsspannungseingang **2310**, wie z. B. VPP, ist an die Druckkopfanordnung angelegt, der Abfeuerungspulseingang **2314** aktiviert den Integrator **2318** und der Energie-Sollwerteingang ist an den Komparator **2320** angelegt. Der Komparator **2320** vergleicht die Energie an Punkt A und an Punkt B.

[0166] Falls die Energie an Punkt A die Sollwertenergie an Punkt B überschreitet und die normale Abfeuerungspulsbreite nicht überschritten wurde, gibt der Komparator **2320** einen Abschneidebefehl aus und der Prozessor **2322** schneidet den Abfeuerungspuls ab. Der Prozessor **2322** gibt dann ein Rücksetzsignal aus, das den Integrator **2318** zurücksetzt. Falls jedoch die Energie an Punkt A den Sollwert nicht überschreitet, bevor die normale Abfeuerungspulsbreite überschritten ist, wird kein Abschneidesignal ausgegeben. Nachdem die normale Pulsbreite erreicht ist, gibt der Prozessor **2322** ein Rücksetzsignal an den Integrator **2318** aus. Als Folge regelt die Energiesteuervorrichtung **2300** die gelieferte Energie an die Heizwiderstände der Druckkopfanordnung.

[0167] Die Energiesteuervorrichtung regelt gelieferte Energie an die Heizwiderstände durch Ausgleichen von Schwankungen in der Druckkopfanordnungszufuhrspannung (VPP) an jeder VPP-Anschlussfläche. Typischerweise kommt die Hauptfehlerquelle bei der gelieferten Energie von Laststromschwankungen, die mit parasitärem Widerstand, einschließlich Verbindungswiderstand, interagieren. Die Energiesteuervorrichtung der vorliegenden Erfindung kann konfiguriert werden, um die gelieferte Energie über eine große Vielzahl von Betriebsbedingungen zu regeln, einfach durch Programmieren eines Energie-Sollwertregisters des Distributionsprozessors. Dieses Register richtet die Ausgangsspannung des Energie-DAC ein, der wiederum die Energiemenge bestimmt, die an die Widerstände geliefert wird.

Kalibrierung

[0168] Die Energiesteuervorrichtung ist vorzugswei-

se Kalibrierungstechniken zugeordnet, so dass der optimale Regelpunkt der Steuerschaltungsanordnung bestimmt werden können und Inner-Substratversätze annulliert werden können. Da Halbleiter-Wafer-Prozessschwankungen normalerweise Gewinn- und Versatzfehler in die Steuerschleife einführen, wird die Energiesteuervorrichtung vorzugsweise vor der Verwendung kalibriert. Dies ermöglicht, dass der optimale Regelpunkt für jede Steuerschaltung eingestellt wird und Inter-Quadrant-Versätze annulliert werden. Somit liefert die vorliegende Erfindung Energie-Sollwertkalibrierung und Quadrantenneigungs-Kalibrierung.

Kalibrierung während der Herstellung

[0169] Vor der Lieferung und Verwendung wird die Druckkopfanordnung vorzugsweise einem einmaligen Fabrikkalibrierungsprozess unterzogen, zum Ausgleichen von Schwankungen in den Abschnitten der Druckkopfanordnung. Diese Schwankungen umfassen Schwankungen zwischen Widerständen und internen Leiterbahnen- und parasitären Widerständen. Die Widerstände in dem Drucksystem und in den Leistungsverbindungen zwischen der Druckkopfanordnung und dem Drucksystem neigen dazu, sich zwischen Drucksystemen und bei unterschiedlichen Einbauten der gleichen Druckkopfanordnung in das gleiche Drucksystem zu unterscheiden. Somit werden Schwankungen innerhalb einer gegebenen Druckkopfanordnung vorzugsweise während des Herstellungsprozesses identifiziert und kompensiert. Eine ordnungsgemäße Kalibrierung stellt eine ordnungsgemäße Energie zu den Widerständen sicher und erweitert die Widerstandslebensdauer.

[0170] Eine Herstellungskalibrierung dient dazu, die Betriebsunterschiede zwischen den vier Funktionsquadranten des Druckkopfchips zu identifizieren, insbesondere die unterschiedlichen Widerstände in den Leiterbahnen und Verbindungen für jeden verschiedenen Quadranten. Außerdem können die Widerstandsabmessungen innerhalb Toleranzen schwanken, und diese Schwankungen können, in jedem Quadranten einheitlich sein und zwischen Quadranten unterschiedlich sein. Außerdem kann der Halbleiterherstellungsprozess Schwankungen erzeugen, die in jedem Quadranten minimal sind, die aber in jedem Substrat von Quadrant zu Quadrant Schwankungen erzeugen.

[0171] **Fig. 24** stellt ein allgemeines Flussdiagramm einer Herstellungskalibrierungstechnik gemäß der vorliegenden Erfindung dar. Allgemein, wie es in **Fig. 24** gezeigt wird, wird zuerst ein Testbereich für die Druckkopfanordnung ausgewählt (Kasten **2410**). Elektrische Charakteristika der elektrischen Komponenten werden dann über den Testbereich gemessen (Kasten **2420**). Danach wird ein optimaler Kalibrierungswert für die elektrischen Charakteristika jedes

Abschnitts berechnet (Kasten **2430**). Als letztes werden die optimalen Kalibrierungswerte in der Speichervorrichtung des Druckers oder der Druckkopfanordnung gespeichert (Kasten **2440**).

[0172] Genauer gesagt, die Erstkalibrierung kann zuerst die Einschaltspannung (TOV) bestimmen, und dann eine Betriebsspannung (VOP) berechnen, die eine ausreichende Überenergie liefert. Diese Spannung wird als VOP in die Speichervorrichtung der Druckkopfanordnung geschrieben. Quadrantenabschneiden kann dann eingestellt werden, wie es auftritt, wenn VPP VOP überschreitet. Wenn die Speichervorrichtung so programmiert ist, kann die Druckkopfanordnung an einen Benutzer geliefert werden, entweder in Verbindung mit einem Drucker oder als Austauschdruckkopfanordnung. Außerdem kann die Steuerung oder Druckkopfanordnung einen Leistungsversorgungsspannungs- und Parasitärer-Widerstands-Test durchführen, um die korrekte Spannung zur Verwendung zu bestimmen und sicherzustellen, dass die Druckkopfanordnung ordnungsgemäß eingefügt wurde.

[0173] Die Zeit zwischen Abfeuerungspulsen ist gleich [Bewegungsgeschwindigkeit (Zoll/Sekunde)/Punkte pro Zoll] + Spielraum. Eine Art von Kalibrierung kann durch die folgenden Schritte erreicht werden. Wenn die Energieausgleichsschaltung abgeschaltet ist (so dass kein Abschneiden auftritt) und die Pulsbreite auf eine vorbestimmte nominale maximale Pulsbreite eingestellt ist, z. B. 2,0 μ Sek., wird die Einschaltspannung $V_{\text{turn-on,q}}$ für einen Quadranten zu einem Zeitpunkt gemessen. Das System bestimmt, welcher Quadrant bei der höchsten Einschaltspannung, $V_{\text{turn-on,high}}$, eingeschaltet wird, und welcher Quadrant bei der niedrigsten Einschaltspannung $V_{\text{turn-on,low}}$ eingeschaltet wird. Der Unterschied zwischen der höchsten Einschaltspannung und der niedrigsten Einschaltspannung wird bestimmt. Falls die Differenz einen spezifizierten maximalen Wert überschreitet, kann die Druckkopfanordnung zurückgewiesen werden.

[0174] Eine beispielhafte Kalibrierungsprozedur für eine Druckkopfanordnung während der Herstellung ist wie folgt. Zunächst wird die gewünschte Pulsbreite, minimale Überenergie, $OE_{\text{min}\%}$, und die maximale Überenergie, $OE_{\text{max}\%}$, ausgewählt. Nachfolgend misst das System die Einschaltspannung für jeden Quadranten für die ausgewählte Pulsbreite.

[0175] Die Betriebsspannung V_{oper} wird von der minimalen Überenergie, $OE_{\text{min}\%}$, berechnet unter Verwendung von

$$V_{\text{oper}} = V_{\text{turn-on,max}} [1 + (OE_{\text{min}\%})/100]^{1/2}$$

wobei $V_{\text{turn-on,max}}$ die maximale Einschaltspannung aller Quadranten ist.

[0176] Die Leistungsversorgungsspannung ist auf Voper eingestellt, und ohne die Druckkopfanordnung abzufeuern, werden der DAC und die Neigungseinstellungen zyklisch durchlaufen, um herauszufinden, ob zumindest eine Neigungseinstellung in jedem Quadranten nicht abschneidet. Falls keine DAC-Einstellung gefunden wird, bei der zumindest eine Neigung in jedem Quadranten nicht abschneidet, wird die Druckkopfanordnung vorzugsweise zurückgewiesen. Andernfalls werden die höchste DAC-Einstellung, die gefunden wird, die die obigen Bedingungen erfüllt und die höheren Neigungseinstellungen, die derselben entsprechen, notiert und die maximale Spannung, V_{max} , wird von der maximalen Überenergie, $OE_{\text{max}\%}$, berechnet unter Verwendung von

$$V_{\text{max}} = V_{\text{turn-on,min}} [1 + (OE_{\text{max}\%})/100]^{1/2}$$

wobei $V_{\text{turn-on,min}}$ die minimale Einschaltspannung aller Quadranten ist.

[0177] Nachfolgend wird die Leistungsversorgungsspannung VPP gleich der maximalen Spannung, V_{max} , gesetzt und die DAC-Einstellung und die Quadrantenneigungseinstellungen, die oben gefunden wurden, werden verwendet und das Abschneiden wird geprüft. Falls alle Quadranten abschneiden, wird die Druckkopfanordnung vorzugsweise angenommen. Dann wird die Betriebsspannung, V_{oper} , variiert, um die maximale Betriebsspannung zu finden, wo kein Quadrant mit den ausgewählten DAC-Einstellungen und Quadrantenneigungseinstellungen abschneidet. Die Betriebsspannung, V_{oper} , wird gleich der maximal gefundenen Spannung gesetzt. Die Betriebsspannung, DAC-Einstellung und die Quadrantenneigungseinstellung für jeden Quadranten, die ausgewählt wurden, werden in die Speichervorrichtung geschrieben.

[0178] Mit den Endeneinstellungen für Quadrantenneigungseinstellungen, DAC-Einstellung und Betriebsspannung, die während der Herstellung in die Speichervorrichtung geschrieben werden, kann die Druckkopfanordnung an einen Benutzer geliefert werden, entweder in Verbindung mit einem Drucker oder als eine Austausch Kassette. Dies ermöglicht es dem Drucker, in den die Druckkopfanordnung schließlich eingebaut wird, zu bestimmen, ob es unzulässig hohe parasitäre Widerstände gibt, die in der Druckkassette allein während der Herstellungskalibrierung nicht erfassbar waren. Solche Widerstände können bei einem Druckerverdrahtungsfehler oder einer schlechten Leitung an den Kassetten-Drucker-Kontakten auftreten. Falls ein hoher Widerstand auftritt, würde die Systemschaltungsanordnung mit einer höheren Eingangsspannung VPP ausgleichen. Dies ist bis zu einem Punkt annehmbar, aber eine zu hohe Spannung, die benötigt wird, um den Widerstand zu überwinden, wenn alle Widerstände abfeuern, führt zu einer viel höheren Spannung, wenn ein

einzelner Widerstand abgefeuert wird. Dies kann selbstverständlich ausgeglichen werden durch wesentliches Pulsbreitenabschneiden zum Erreichen einer gesteuerten Energie, aber über einen bestimmten Punkt hinaus ist der Widerstand nicht in der Lage, der übertragenen Leistung standzuhalten, wie es oben erörtert ist.

Kalibrierung beim Einschalten und während der Druckeroperation

[0179] Bezüglich der Einschalt- oder der Installierungskalibrierung kann allgemein die Kalibrierung verwendet werden, um die Betriebseinstellungen zu bestimmen, die an die Druckkopfanordnung angewendet werden sollen, die in den Drucker eingebaut ist. [Fig. 25](#) stellt ein allgemeines Flussdiagramm einer Einschaltkalibrierungstechnik gemäß der vorliegenden Erfindung dar. Kalibrierungsinformationen, die vorher in der Speichervorrichtung gespeichert waren, werden zuerst gelesen, bevor die Einschaltkalibrierung durchgeführt wird (Kasten **2510**). Der Drucker kann eingestellt werden, um die Kalibrierungsinformationen zu verwenden. Die Kalibrierungsinformationen können dann verwendet werden, um Tests durchzuführen, um die optimalen Betriebsbedingungen für den Drucker zu bestimmen (Kasten **2520**). Nachfolgend werden die Betriebsbedingungen für den Drucker unter Verwendung der Kalibrierungsinformationen eingestellt (Kasten **2530**). Als letztes können die Betriebsbedingungen in einer Speichervorrichtung des Druckers gespeichert werden (Kasten **2540**).

[0180] Genauer gesagt, die Steuerung kann Daten lesen, die in die Speichervorrichtung, wie z. B. die Druckkopfspeichervorrichtung, platziert werden, wenn das System eingeschaltet wird. Dieses Lesen kann in einem Druckertest verwendet werden, um zu bestimmen, ob es unerwünschte hohe parasitäre Widerstände gibt, die in der Druckkopfanordnung allein während der Herstellungskalibrierung nicht erfassbar waren. Solche Widerstände können bei einem Drucker-Verdrahtungsfehler oder einer schlechten Leitung an den Stift-Druckerkontakten auftreten. Die Steuerungs- oder Druckkopfanordnung verwendet diese Informationen zum Einstellen der ordnungsgemäßen Leistungsversorgungsspannung zum Regeln der Leistungsversorgungsspannung und auch zum Versorgen bestimmter Register mit Daten, wie z. B. Neigungsinformationen.

[0181] Falls beispielsweise ein hoher Widerstand auftritt, würde die Systemschaltungsanordnung mit einer höheren Leistungsversorgungsspannung VPP ausgleichen. Dies ist bis zu einem Punkt annehmbar, aber eine übermäßig hohe VPP, die benötigt wird, um einen übermäßigen Widerstand zu überwinden, wenn alle Widerstände abfeuern, wird zu einer viel höheren Spannung bei einem einzelnen Abfeue-

rungswiderstand führt. Dies kann beispielsweise ausgeglichen werden durch wesentliches Pulsbreiten-Abschneiden zum Erreichen einer gesteuerten Energie. Über einen bestimmten Punkt hinaus kann der Widerstand nicht in der Lage sein, der übertragenen Leistung zuverlässig standzuhalten.

[0182] Ferner kann die Energiesteuervorrichtung des beispielhaften Ausführungsbeispiels während der Druckeroperation kalibriert werden. [Fig. 26](#) stellt ein allgemeines Flussdiagramm einer Kalibrierung während einer Druckeroperation dar. Wie es in [Fig. 26](#) gezeigt ist, kann der Drucker kalibriert werden durch Bestimmen einer nominalen Eingangsspannung über einen Schwellenwert, der notwendig ist für eine gleichzeitige Operation einer Mehrzahl der Widerstände (Kasten **2610**). Während dem Drucken kann die Eingangsspannung auf dem Druckkopf an einem Eingangsknoten erfasst werden, der mit zumindest einigen der Widerstände verbunden ist (Kasten **2620**). Ein Abfeuerimpuls mit einer Dauer auf der Basis der erfassten Eingangsspannung an dem Knoten kann erzeugt werden, so dass eine erfasste Eingangsspannung, die höher ist als die nominale Spannung durch einen abgekürzten Abfeuerimpuls ausgeglichen wird (Kasten **2630**).

[0183] Beim Betrieb wird das System nämlich kalibriert, um eine Spannungsleistungsversorgung, VPS, auf einen Pegel einzustellen, der angemessen ist, um angemessene Abfeuerungsenergiepegel für Voll-Tropfenvolumenabfeuerungen in „Totalausfall-Bedingungen“ sicherzustellen, wenn alle Widerstände gleichzeitig abgefeuert werden. Weil die Abfeuerungsenergie typischerweise proportional zu dem Produkt des Quadrats der Spannung und der Zeitdauer ist, ist VPS vorzugsweise hoch genug, um eine angemessene Energie in der begrenzten Zeit zu liefern, die zum Drucken jedes Punkts benötigt wird, bevor der nächste Punkt bei der gewünschten Druckerbewegungsrate gedruckt werden soll. Ein Teil des Kalibrierungsprozesses umfasst das Einrichten einer Sollwertspannung zum Liefern eines begrenzten Abfeuerungsenergie-Schwellenwerts für alle Abfeuerungsbedingungen, unabhängig von der Anzahl von Düsen, die gleichzeitig abgefeuert werden.

[0184] Wenn die Ausgangsspannung eine vorausgewählte Sollwertspannung erreicht, die experimentell bei der Betriebskalibrierung bestimmt wird (wie es nachfolgend erörtert wird), beendet der Komparator des Steuerblocks den Puls, der an die Abfeuerungs-widerstände übertragen wird. Wenn bei diesem Prozess VPP höher ist, da nur eine begrenzte Anzahl von Widerständen zum Abfeuern ausgewählt werden, ist die Spannung an dem Spannungs/Leistungs-Wandler höher und die Laderate des Kondensators wird erhöht. Folglich wird der Puls nach einer kürzeren Dauer beendet, um eine einheitlich gelieferte Energie beizubehalten. In dem Fall, dass VPP un-

ter den Punkt fällt, der während der Kalibrierung bestimmt wird, und die Kondensatorspannung den Sollwert nicht erreicht, bevor der Druckerabfeuerungs-puls endet, wird der Druckerabfeuerungs-puls den Komparator übersteuern und die Energielieferung beenden. Es ist möglich, solche niedrigen VPP-Bedingungen durch leichtes Verlängern des Abfeuerungs-pulses nach der Kalibrierung auszugleichen, so lange die Anforderungen der Druckkopfanordnungs-frequenz und der Druckgeschwindigkeit nicht verletzt werden.

[0185] Um eine installierte Druckkopfanordnung wirksam zu kalibrieren, um parasitäre Widerstände in dem Drucker und der Drucker/Kassetten-Verbindung auszugleichen, kann VPP durch den Drucker auf einen Vorgabewert eingestellt werden, auf der Basis einer Testoperation, in der Düsen jeweils für einen Quadranten abgefeuert werden, um die schlimmstmöglichen parasitären Spannungsabfälle an den Eingangsleitungen für jeden der Sätze von Widerständen über alle Grundelemente bei der maximalen Abfeuerungs-frequenz zu erzeugen. Falls der Drucker einen angemessen schnellen Durchsatz und eine angemessen schnelle Wagenbewegungsgeschwindigkeit aufweist, wird die Spannung mit einem Abfeuerungs-puls eingestellt, der etwas kürzer ist als die gewünschte Zeit zwischen den Pulsen (d. h. weniger als [Bewegungsgeschwindigkeit/Punktabstand] + Spielraum). Mit dieser nominalen maximalen Pulsdauer wird die Vorgabespannung eingestellt, um sicherzustellen, dass alle Düsen über dem Übergangsbereich vollständig abfeuern. Die Bestimmung einer ordnungsgemäßen Abfeuerung und Funktion über dem Übergangsbereich wird für Tintenducken geeignet durchgeführt.

[0186] Wenn eine Vorgabe-VPP eingerichtet ist, wird ein Energiekalibrierungsmodus aktiviert. In diesem Modus ist die Energiesteuervorrichtung einschließlich des Erfassungsnetzwerks, des Vorspannungsstromgenerators und des Steuerblocks aktiviert. Der Drucker liefert erneut Signale zum Erzeugen von Abfeuerung von allen Düsen aller Grundelemente, wobei die Sollwertspannung bei einem relativ hohen Anfangspegel eingestellt ist, um eine hohe Abfeuerungsenergie gut über dem Übergangsbereich zu liefern. Dieser Prozess wird vorzugsweise bei wesentlich niedrigeren Sollwertspannungen wiederholt, bis das Ende der pulsbreiten Abschneidung anzeigt, dass ein optimaler Abfeuerungsenergiepegel erreicht ist. Dies wird erreicht durch Abfeuern eines Pulses bei einer Nennspannung, dann Prüfen eines Abschneidestatusbits, das anzeigt, ob ein Puls ordnungsgemäß abgefeuert wurde, dann Verringern der Spannung um ein kleines Inkrement und Wiederholen des Prozesses.

[0187] Während diesem Kalibrierungsprozess wird das Statusbit gesetzt, wenn der Abfeuerungs-puls

noch hoch oder aktiv ist, wenn der Komparator auslöst. Falls der Abfeuerungs-puls fällt oder endet, bevor der Komparator auslöst, ist das Statusbit nicht gesetzt. Wenn die Spannung bei einem ausreichend niedrigen Pegel ist, wird Abfeuern nicht auftreten und die herkömmliche Druckertropfenerfassungsschaltung, die optische Tropfendetektoren umfassen kann, setzt das Statusbit auf einen Zustand, der Nicht-Abfeuerung anzeigt. Die Sollwertspannung wird um einen Sicherheitsspielraum über diese Nicht-Abfeuerungsspannung gesetzt, um das Abfeuern sicherzustellen.

[0188] Vorzugsweise wird die Sollwertspannung gesetzt, so dass die Abfeuerungs-pulsdauer nicht kürzer als $1,6 \mu s$ ist, um Zuverlässigkeitsprobleme im Zusammenhang mit Hochspannungspulsen kürzerer Dauer zu vermeiden. Solche Zuverlässigkeitsprobleme können entstehen, wenn während einer kurzen Dauer eine zu hohe Leistung angelegt wird, um die benötigte Energie zu erhalten. Solche extreme Leistung erzeugt hohe Temperaturänderungsraten in den Widerständen, was potentiell schädliche Belastungen erzeugt. Optional kann der Betriebskalibrierungsprozess fortgesetzt werden, bis ein ausreichend niedriger Sollwert erreicht ist, so dass alle Quadranten Pulsabschneiden erfahren, wodurch sichergestellt wird, dass keiner der Quadranten bei Energiepegeln abfeuert, die höher als benötigt sind. Das Sicherstellen des Abschneidens durch das ganze System liefert auch einen Spielraum für Pulsausdehnung bei unerwartet niedrigen VPP-Bedingungen.

[0189] [Fig. 27](#) stellt dar, wie Betriebskalibrierung und Drucken auftreten. In dem oberen Abschnitt des Diagramms reflektiert die vertikale Achse die Spannung an dem Wandlerausgang. Wie es gezeigt ist, reflektiert die durchgezogene Linie „n“ eine ansteigende Spannung, während Energie verbraucht wird, da alle n Widerstände abfeuern. Während der Kalibrierung wird die Sollwertspannung heruntertransformiert, wie es gezeigt ist, bis eine geeignete Pulsbreite und Druckleistungsfähigkeit bei Vs3 erhalten wird. Die Spannungsleitung n erreicht den ausgewählten Sollwert zum Zeitpunkt t1 und beendet den Puls P1, wie es in dem unteren Abschnitt des Graphs gezeigt ist, der den Pulsausgang zu den Abfeuerungs-widerständen an der Leitung 74 reflektiert. Während der nachfolgenden Operation nach der Kalibrierung, wenn weniger als alle Widerstände abgefeuert werden, wie z. B. mit der Leitung (n – 1), die alle Widerstände reflektiert, die abgefeuert werden, außer einem, ist die Neigung der Spannungsleitung steiler, was bewirkt, dass dieselbe die ausgewählte Sollwertspannung Vs3 zu einem früheren Zeitpunkt t2 erreicht, was einen abgeschnittenen Puls mit einer Dauer P2 liefert, um die erhöhte VPP auszugleichen und eine einheitliche Abfeuerungsenergie zu erzielen.

[0190] Falls die Kalibrierung in der Fabrik durchgeführt wird oder Kalibrierungsdaten verfügbar sind, wenn die Druckkassette in den Drucker eingebaut wird, wird der Drucker einen Test an der installierten Druckkassette durchführen, um die korrekte Leistungsversorgungsspannung, VPS, zum Anlegen an die Druckkassette zu bestimmen. Beispielsweise kann der Drucker Quadrantenneigungseinstellungen lesen, wie z. B. +5%, 0 oder -5%, eine für jeden Quadranten, die DAC-Einstellung und die Betriebsspannung von der Speichervorrichtung. Davon kann das System den DAC und die Quadrantenneigungseinstellungsregister in dem Drucker auf diese ausgezeichneten Werte einstellen, und die Druckerleistungsversorgungsspannung VPS auf den Wert der Betriebsspannung V_{oper} einstellen, die in der Speichervorrichtung enthalten ist.

[0191] Der Drucker beobachtet die pulsbreiten Abschneidflags, die gesetzt sind, wenn das Abschneiden auftritt, für jeden Quadranten, während alle Widerstände in einem „Totalausfall“-Muster abgefeuert werden. Der Drucker erhöht die Druckerleistungsversorgungsspannung VPS in kleinen inkrementalen Schritten und feuert die Widerstände bei jedem Schritt ab, bis das erste der vier quadranten Abschneidflags Abschneiden zeigt und die Spannung $V_{ps, trunc}$ bei der dieses erste Abschneiden aufgetreten ist, durch den Drucker gespeichert wird.

[0192] Der Drucker bestimmt die Auswirkungen des Anstiegs bei der Versorgungsspannung durch Berechnen des Verhältnisses von $V_{PS, trunc}^2 / V_{oper}^2$. Falls dieses Verhältnis größer oder gleich einer maximalen Grenze ist, sollte die Druckkassette wieder eingefügt werden und der Test wiederholt werden. Falls das Verhältnis die maximale Grenze nicht überschreitet, wird VPS auf einen inkrementalen Schritt unter der Abschneidespannung $V_{PS, trunc}$ reduziert, und dieser Wert sollte durch den Drucker als die Leistungsversorgungsspannung verwendet werden. Falls das Verhältnis größer oder gleich der maximalen Grenze bleibt, sollte der Drucker gewartet werden.

[0193] Die maximale Grenze ist notwendig, denn wenn ein übermäßiger parasitärer Widerstand vorliegt, gibt es einen zu großen Unterschied bei der Spannungsgröße, die an die Druckkassette angelegt ist, wenn alle Düsen abfeuern und wenn nur eine Düse abfeuert. Das Verhältnis zeigt zusätzliche parasitäre Widerstände an, die, wenn die Widerstände einzeln abgefeuert werden, einen Leistungsanstieg bei den Heizwiderständen bewirken können. Die erhöhte Leistung in den Widerständen ist eine Resistorlebensdauer-Überlegung. Es ist daher notwendig, den Leistungsanstieg durch Begrenzen des zusätzlichen parasitären Widerstands zu begrenzen, wie es bei der obigen Prozedur durchgeführt wird.

[0194] Die vorliegende Erfindung umfasst auch ein Wärmesteuersystem, das Stabilität, Zuverlässigkeit und PQ-Ausgabe des Drucksystems verbessert. Das System behält die Druckkopfanordnungstemperatur bei einem gewünschten Optimum bei (das geändert werden kann) und steuert dieselbe, und liefert eine digitale Rückkopplung an das Drucksystem. Allgemein empfängt das Wärmesteuersystem eine erfasste Temperatur des Treiberkopfs und erzeugt einen digitalen Befehl, wie z. B. ein digitales Wort, proportional zu dieser erfassten Temperatur. Das Wärmesteuersystem analysiert die erfasste Temperatur und trifft Steuerentscheidungen auf der Basis der Analyse. Als solches ist das Wärmesteuersystem in der Lage, die Temperatur nahe dem optimalen Minimum beizubehalten.

[0195] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst der Verarbeitungstreiberkopf **120** einen Temperatursensor und eine Einrichtung zum Liefern eines digitalen Worts, das mit der erfassten Temperatur korreliert. Dieses digitale Wort wird von einer zusätzlichen Temperaturüberwachungs- und Steuerschaltungsanordnung verwendet, die vorzugsweise zumindest teilweise auf dem Verarbeitungstreiberkopf **120** angeordnet ist. Das Aufnehmen zumindest einiger dieser Überwachungs- und Steuerschaltungsanordnungen auf dem Verarbeitungstreiberkopf **120** verbessert die Temperatursteuergenauigkeit und verkürzt Antwortzeiten zu Temperaturschlenkungen. Die Temperaturüberwachungs- und Steuerschaltungsanordnung umfasst Schaltungselemente, wie z. B. Register, zum Speichern von temperaturbezogenen Informationen, Wandler zum Umwandeln von temperaturbezogenen Signalen zwischen analogem und digitalem Format, Steuerungen, die auf die temperaturbezogenen Signale ansprechen usw. Spezifische Beispiele dieser Temperatur- und Überwachungs-schaltungsanordnung sind in den nachfolgenden Erörterungen beschrieben.

[0196] [Fig. 28](#) stellt ein Flussdiagramm des allgemeinen Betriebs der Wärmesteuervorrichtung der vorliegenden Erfindung dar. Bei einem beispielhaften Ausführungsbeispiel, wie es in [Fig. 28](#) gezeigt ist, verwendet das System vorzugsweise einen Analog/Digital-Wandler (ADC) zum Wandeln eines analogen Spannungseingangssignals zu einem im Wesentlichen äquivalenten digitalen Ausgangssignal mit N Bits (Kasten **2810**). Der ADC umfasst vorzugsweise eine Wandlungsvorrichtung, wie z. B. einen Zähler (oder ein Schrittweise-Annäherung-Register (SAR)) zum Liefern des digitalen Ausgangssignals und zum Erzeugen eines digitalen Worts, das proportional zu der gemessenen Temperatur ist.

[0197] Als nächstes empfängt ein Digital/Analog-Wandler (DAC) das digitale Ausgangssignal und

wandelt das digitale Ausgangssignal in ein im Wesentlichen äquivalentes analoges Spannungssignal um (Kasten **2820**). Ein Entscheidungselement, wie z. B. ein digitaler Komparator, kann verwendet werden, um das analoge Eingangssignal mit dem analogen Spannungssignal von dem DAC zu vergleichen, um zu bestimmen, wann die digitale Darstellung des analogen Signals erreicht wurde (Kasten **2830**), um auf der Basis dieser gemessenen Temperatur Steuerentscheidungen durchzuführen (Kasten **2840**). Als Folge liefert das Wärmesteuersystem eine Geschlossene-Schleife-Steuerung zum Beibehalten (Kasten **2850**) des Verarbeitungstreiberkopfs an oder nahe einer optimalen programmierbaren Temperatur und zum Entscheiden, ob ein oberer Grenzwert überschritten wurde.

[0198] Da die unbeschnittene Genauigkeit des Sensors niedrig sein kann, sollte außerdem angemerkt werden, dass der Temperatursensor anfangs kalibriert werden kann, um den Sensorausgang auf eine bekannte Temperatur zu korrelieren.

Temperatursensor-Umwandlung

[0199] Genauer gesagt, ein Temperatursensor kann auf dem Verarbeitungstreiberkopf angeordnet sein, wobei ein Sensorspannungsausgangssignal proportional zu einer erfassten Temperatur ist. Der ADC wandelt die erfasste Temperatur in ein digitales Wort um und sendet das digitale Wort an den DAC. Der DAC hat einen digitalen Eingang und eine Ausgangsspannung proportional zu dem Wert eines digitalen Worts, das durch den digitalen Eingang empfangen wird. Der digitale Komparator weist einen ersten Eingang auf, der mit dem Sensorspannungsausgang verbunden ist, und einen zweiten Eingang, der mit dem Wandlerspannungsausgang verbunden ist. Der Komparator erzeugt ein Äquivalenzsignal, wenn die Wandlerspannung die Sensorausgangsspannung überschreitet. Der Druckkopf kann eine Temperatursteuerung aufweisen, die das digitale Wort mit einem vorausgewählten Temperaturschwellenwert vergleicht, um zu bestimmen, ob die Temperatur innerhalb eines ausgewählten Bereichs liegt. Außerdem kann eine Erwärmungsvorrichtung (nachfolgend näher erörtert) verwendet werden, um die Temperatur des Verarbeitungstreiberkopfs ansprechend auf eine Bestimmung zu ändern, dass die Temperatur unter dem ausgewählten Bereich liegt.

[0200] Vorzugsweise sind dem Temperatursteuersystem vier Register zugeordnet. Ein Temperatursollwertregister, ein Fehlersollwertregister, ein Steuerregister und ein Sensorausgangsregister. Das Temperatursollwertregister hält die gewünschte minimale Verarbeitungstreiberkopftemperatur. Diese Temperatur wird beibehalten durch Aktivieren der Erwärmungsvorrichtung (nachfolgend näher erörtert), wenn die gemessene Treiberkopftemperatur unter

dem Sollwert liegt. Die Erwärmungsrate wird gesteuert durch den Zustand von zwei Freigabebits in dem Temperatursteuerregister, wobei jedes Bit **50** Erwärmung ermöglicht. Das Fehlersollwertregister hält die Temperatur, bei der die Abfeuerungspulse blockiert sind und ein Fehlersignal erzeugt wird. Sobald eine Temperaturfehlerbedingung erfasst und korrigiert wurde, löscht der Drucker vorzugsweise die Fehlerbedingung, um einen weiteren Düsenbetrieb zu ermöglichen.

[0201] Eine Temperaturumwandlung (analog zu digital) kann erreicht werden durch Vergleichen einer Proportional-zu-Absolut-Temperatur-(PTAT-)Spannung an dem Ausgang des Temperatur-DAC. Falls der Vergleich anzeigt, dass der DAC-Ausgang unter der PTAT-Spannung liegt, wird das Eingangswort zu dem DAC inkrementiert und ein weiterer Vergleich wird durchgeführt. Sobald eine Gleichheit zwischen den beiden Spannungen erfasst wird, wird das Eingangswort zu dem DAC in dem Sensorausgangsregister gespeichert. Der Wandler ist normalerweise freilaufend und aktualisiert das Sensorausgangsregister fortlaufend.

[0202] Das Steuerregister enthält vorzugsweise Bits für Tröpfelwärmesteuerung, Sensorfreigabe, Freilauf- oder Einschusssteuerung, DAC-Kalibrierungsfreigabe, Temperaturregelstatus und Temperaturfehlerstatus. Das Register ist ein Lese/Schreibregister und wird nach der Rücksetzung gelöscht. Das Sensorausgangsregister hält die Ergebnisse der aktuellsten Temperaturumwandlung und ist nach der Einschalt-Rücksetzung vorzugsweise nicht definiert.

Arbeitsbeispiel einer Temperatursensormwandlung

[0203] Wie es in [Fig. 29](#) gezeigt ist, ist die Wärmesteuervorrichtung **2910** vorzugsweise eine Temperaturschaltungsanordnung und ein Teil des Druckkopf-treiberkopfs **120** (in [Fig. 1](#) gezeigt) und umfasst einen Messabschnitt **2915** und einen Temperatursteuerabschnitt **2916**. Der Messabschnitt umfasst einen digitalen Zähler **2920** mit einem Freigabeeingang **2922**, einem Takteingang **2924** und einem Rücksetzeingang **2926**. Der Zähler hat einen Mehrfachbitausgangsbuss **2930** und einen Mehrfachbitsteuerbus **2932**. Der Zähler ist wirksam, um ein digitales Mehrfachbitwort in einem internen Register zu erzeugen, das ansprechend auf Pulse inkrementiert, die auf der Taktleitung **2924** empfangen werden, während die Freigabeleitung niedrig gehalten wird. Wenn das Freigabesignal hoch ist, werden die Registerinhalte konstant gehalten. Wenn die Rücksetzleitung **2926** gepulst ist, wird das Zählerregister auf Null gelöscht. Die Registerinhalte werden als hohe oder niedrige logische Zustände auf den jeweiligen Leitungen der Ausgangsbusse **2930**, **2932** ausgedrückt.

[0204] Der Steuerbus des Zählers ist mit den Ein-

gängen eines Digital/Analog-Wandlers (DAC) **2934** verbunden, der eine analoge Referenzspannungseingangsleitung **2936** und eine analoge Spannungsausgangsleitung **2940** aufweist. Der DAC erzeugt eine Ausgangsspannung, die proportional zu der Spannung auf der Eingangsleitung **2936** und dem Wert des digitalen Worts ist, das in dem Steuerbus **2932** empfangen wird. Wenn der Steuerbus nur Nullen empfängt, ist die Ausgangsspannung die Hälfte der Referenzspannung und wenn der Steuerbus nur Einsen empfängt, ist die Ausgangsspannung gleich der Referenzspannung auf der Leitung **2936**. Ein Referenzspannungsgenerator **2942** erzeugt Referenzspannung und umfasst eine herkömmliche Schaltungsanordnung zum Beibehalten einer stabilen Spannung, unabhängig von Temperaturschwankungen oder Herstellungsprozessschwankungen. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Referenzspannung 5,12 V +/- 0,1 V.

[**0205**] Der Messabschnitt **2915** umfasst einen Spannungsgenerator **2944** an dem Verarbeitungstreiberkopf, der eine Messspannung auf der Leitung **2946** erzeugt. Die Messspannung ist proportional zu der absoluten Temperatur des Chips und hat eine im Wesentlichen lineare Ausgangsspannung relativ zu der Temperatur. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Messspannung gleich $2,7\text{ V} + (10\text{ mV} \times T)$, wobei die Temperatur in Grad Celsius ausgedrückt wird, so dass die Spannung bei dem Gefrierpunkt von Wasser, beispielsweise 2,7 V ist.

[**0206**] Ein Spannungskomparator **2950** weist einen ersten Eingang auf, der mit der DRC-Ausgangsspannungsleitung **2940** verbunden ist, und einen zweiten Eingang, der mit dem Spannungsgeneratorsausgang **2946** verbunden ist. Wenn die Spannung des DAC die Messspannung auf der Leitung **2946** überschreitet, drückt der Komparator einen logisch hohen Zustand auf einer Wandlerausgangsleitung **2952** aus, die mit Steuerlogikschaltungsanordnung und der Freigabeleitung **2922** des Zählers verbunden ist.

[**0207**] Die Temperaturerfassungsschaltungsanordnung kann fortlaufend und unabhängig von Druckoperationen arbeiten. Wenn der Druckkopf beim Betrieb zuerst in einen Drucker installiert ist, oder wenn der Drucker zuerst eingeschaltet wird, wird der Zähler auf Null zurückgesetzt, damit eine Temperaturmessung beginnt. Wenn das digitale Wort Null zu dem DAC übertragen wird, bewertet der Komparator **2950**, ob der DAC **2934** Ausgang den Ausgang des Spannungsgenerators **2944** überschreitet. Falls dies der Fall ist, schaltet der Wandlerausgang zu hoch und signalisiert der Logikschaltungsanordnung, dass eine Messung abgeschlossen ist und deaktiviert den Zähler von weiterem Inkrementieren durch Übertragen dieser Spannung an den Freigabeeingang **2922**.

[**0208**] Falls die DAC-Spannung unter der Tempera-

turmessspannung liegt, bleibt der Komparatorausgang niedrig und hält den Zähler in einem freigegebenen Zustand. In diesem Zustand spricht der Zähler auf den nächsten Taktimpuls an durch Inkrementieren des digitalen Worts in seinem Register um ein einzelnes Bit. Ansprechend darauf wird die DAC-Ausgangsspannung um einen Schritt inkrementiert und der Komparator wertet aus, ob der erhöhte DAC-Ausgang die Messspannung überschreitet. Der Inkrementierprozess setzt sich nach oben fort, bis die DAC-Spannung die gemessene Spannung zuerst überschreitet.

[**0209**] Wenn dies auftritt, schaltet der Komparatorausgang zu hoch und signalisiert einer Logikschaltungsanordnung, dass eine Messung abgeschlossen ist und deaktiviert den Zähler von weiterem Inkrementieren durch Übertragung dieser Spannung an den Freigabeeingang **2922**. Wenn bei normalen Umständen die DAC-Spannung die Messspannung gerade überschritten hat, enthält das Zählerregister das digitale Wort, das dem Temperaturpegel des Chips entspricht, und behält dasselbe bei. Nachdem dieser codierte Temperaturwert von dem Zähler gelesen wird, kann die Logikschaltungsanordnung den Zähler zurücksetzen, so dass eine andere Messung beginnen kann.

[**0210**] Der Temperatursteuerabschnitt **2916** der Schaltung **2910** dient dazu, den berechneten Temperaturwertcode von dem Zähler zu lesen, um zu bestimmen, ob derselbe innerhalb eines vorausgewählten Bereichs liegt und den Verarbeitungstreiberkopf zu wärmen, falls derselbe zu kalt ist oder den Drucker zu deaktivieren oder zu wärmen, um die Druckoperationen zu verlangsamen, falls die Temperatur zu hoch ist. Der Steuerabschnitt umfasst ein Sensorausgangsregister **2960**, das mit dem Ausgangsbus **2930** verbunden ist, um das digitale Wort zu empfangen und zu speichern, das von dem Zähler empfangen wird. Das Register **2960** weist einen Ausgangsbus **2962** auf, der mit einer digitalen Komparatorschaltung **2964** verbunden ist. Das Register ist mit der Logikschaltungsanordnung verbunden, so dass die Logikschaltungsanordnung Speicherung des digitalen Worts einleiten kann, wenn das „Messung abgeschlossen“-Signal von dem Wandler **2950** empfangen wird, und so, dass der Zähler zurückgesetzt und neu aktiviert werden kann, nachdem das Wort in dem Register **2960** gespeichert wurde.

[**0211**] Der Komparator **2964** hat drei Eingangsbusse: Bus **2962** und zweiter und dritter Bus, die jeweils mit einem Niedrigtemperatursollwertregister **2966** und mit einem Fehlersollwertregister **2970** verbunden sind. Jedes Sollwertregister ist mit einer Logikschaltungsanordnung auf dem Distributionsprozessor **2971** verbunden, die über die serielle Befehlsleitung Sollwertdaten von dem Drucker empfängt. Die Sollwertwerte sind digitale Sieben-Bit-Wörter, die auf

der gleichen Skala codiert sind wie die gemessenen Temperaturdaten. Der Niedrigtemperatursollwert entspricht der minimalen annehmbaren Betriebstemperatur, unter der der Verarbeitungstreiberkopf als nicht-aufgewärmt betrachtet wird. Der Fehlersollwert entspricht der maximalen annehmbaren Betriebstemperatur, über der der Verarbeitungstreiberkopf als zu heiß zum sicheren oder zuverlässigen Betreiben angesehen wird.

[0212] Der Komparator hat eine Fehlerausgabelitung **2972**, die mit Logikschaltungsanordnung verbunden und die niedrig gesetzt ist, wenn der Wert des Sensorausgangswortes geringer ist als der Wert des Fehlersollwerts und hoch gesetzt ist, wenn der Wert des Sensorausgangsworts größer ist als der Wert des Fehlersollwerts. Eine Erwärmungsausgangsleitung **2974** von dem Komparator verbindet auch mit der Logikschaltungsanordnung und ist niedrig gesetzt, wenn der Wert des Sensorausgangsworts größer ist als der Wert des Temperatursollwerts und hoch, wenn der Wert des Sensorausgangsworts geringer ist als der Wert des Temperatursollwerts.

[0213] Die Logikschaltungsanordnung spricht auf ein niedriges Signal von beiden Ausgängen bei **2972**, **2974** mit normalem Betrieb an. Falls die Logikschaltungsanordnung einen hohen Pegel auf der Fehlerleitung erfasst, signalisiert derselbe dem Drucker über die Befehlsleistung entweder, das Drucken anzuhalten und eine Fehlermitteilung anzuzeigen oder das Drucken zu verlangsamen, um die Wärmesammlung zu reduzieren. Die Logikschaltungsanordnung kann auch direkt mit der Feuerschaltungsanordnung verbinden, um in dem Fall eines Druckerfehlers während dem Verarbeiten Treiberkopfdeaktivierungsfähigkeiten zu liefern. Falls die Logikschaltungsanordnung einen hohen Pegel auf der Erwärmungsleitung erfasst, aktiviert dieselbe die Erwärmungsschaltungsanordnung auf dem Verarbeitungstreiberkopf, die den Verarbeitungstreiberkopf weiterhin erwärmt, bis das Erwärmungssignal niedrig fällt, ansprechend darauf, dass die gemessene Temperatur auf den ausgewählten Sollwert steigt. Das Drucken wird verschoben oder unterbrochen, bis das Erwärmen abgeschlossen ist.

[0214] Beim normalen Betrieb ist die Temperatur unter dem niedrigen Sollwert, wenn der Drucker zuerst eingeschaltet wird, so dass Wärmen für mehrere Temperaturmesszyklen auftritt, bis der Sollwert erreicht ist. Wenn der Drucker eingeschaltet und im Leerlauf ist, wird das Erwärmen zyklisch weiter verlaufen, während die Verarbeitungstreiberkopftemperatur unter den Sollwert fällt, und endet, wenn die Verarbeitungstreiberkopftemperatur den Sollwert überschreitet, wobei eine minimale Temperatur in einem schmalen Bereich beibehalten wird, der nicht breiter ist als erforderlich zum ordnungsgemäßen Drucken aufgrund des fortlaufenden und schnellen

Messdurchgang. Wenn das Drucken beginnt, kann sich der Verarbeitungstreiberkopf von dem normalen Betrieb erwärmen, was weiteres Erwärmen unnötig macht, es sei denn, der Drucker wird inaktiv oder druckt eine Struktur mit großen Linienabständen, wobei wenige Düsen abgefeuert werden. Falls das Drucken stark ist, wobei die meisten oder alle Düsen für eine verlängerte Zeitperiode abfeuern, kann die Verarbeitungstreiberkopftemperatur den Fehlerschwellenwert erreichen und das Drucken kann verlangsamt oder unterbrochen werden, bis die Verarbeitungstreiberkopftemperatur unter den Fehlerpegel fällt oder vollständig angehalten wird.

[0215] Um eine zusätzliche Steuerung zu liefern, kann der Komparator **2964** die Größe bewerten, um die die gemessene Spannung von dem gewünschten Bereich abweicht und entsprechend mit einer schwankenden Größe handeln. Ein leichtes Überschreiten des Fehlersollwerts kann verlangsamtes Drucken einleiten, während ein größerer Abweichungsspielraum bewirkt, dass das Drucken angehalten wird. Gleichartig dazu kann an dem niedrigeren Sollwert eine schnellere Erwärmungsrate vorgeesehen sein, bis eine erste Temperatur erreicht ist, und eine langsamere Erwärmungsrate, bis eine höhere Temperatur erreicht ist. Diese Merkmale erfordern, dass die Ausgangsleitungen **2972**, **2974** Mehrfachbitbusse sind.

[0216] Bei einem Ausführungsbeispiel hat das System einen Erfassungsbereich von 0°C bis 120°C und eine nominale Umwandlungszeit von etwa 120 µs für 40°C bei 4 MHz Taktfrequenz. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der DAC 128-Element-Präzisionspolysiliziumstreifen mit 127 Vorsprüngen. Jeder Vorsprung wird durch eine Reihe von analogen Schaltern geleitet, die durch eine decodierte Version des Eingangsworts gesteuert werden. Die Referenzspannung wird von einer Bandzwischenraumreferenz abgeleitet und variiert nur um +/-4% über mögliche Permutationen von Prozess- und Betriebstemperaturen. Der DAC hat einen Versatz von 2,56 V zum Erleichtern von Entwurfsbeschränkungen der Sensor- und der Komparatorschaltungen und hat eine Auflösung von 20 mV pro Inkrement, was eine Temperaturentauflösung von +/-2°C ergibt und 2°C pro Zählwert in dem Ausgangsregister.

VI. ERWÄRMUNGSVORRICHTUNG

[0217] Ansprechend auf die Bestimmung, dass der Treiberkopf unter eine Schwellenwerttemperatur gefallen ist, wird eine Erwärmungsvorrichtung verwendet, um die Temperatur des Verarbeitungstreiberkopfs zu erhöhen. Der Treiberkopf umfasst Abfeuerungswiderstände zum Ausstoßen von Tintentropfchen, die jeweils einen Minimalstrom aufweisen, der den Ausstoß eines Tintentropfens bewirkt. Das Steuern des elektrischen Stroms ermöglicht es, dass die

Erwärmungsvorrichtung, die mit den Abfeuerungswiderständen gekoppelt ist, genug Strom an die Abfeuerungswiderstände liefert, um die Temperatur des Treiberkopfs zu erhöhen, ohne den minimalen Strom zu überschreiten, der erforderlich ist, um einen Tintentropfen auszustoßen.

[0218] Als ein Beispiel stellt [Fig. 30](#) ein beispielhaftes Erwärmungsvorrichtungssystem dar. Die Erwärmungsvorrichtung **3000** kann eine Erwärmungsschaltung **3010** mit segmentierten ersten und zweiten Abschnitten **3020**, **3030** sein. Die Erwärmungsschaltung **3010** ist elektrisch mit der Erwärmungssteuervorrichtung **3040** des Treiberkopfs **3050** gekoppelt, um Steuersignale zu empfangen. Ansprechend auf einen Bedarf, die Temperatur des Treiberkopfs **3050** zu erhöhen (wie es oben bei dem Erwärmungssteuerabschnitt erörtert ist), sendet der Treiberkopf **3050** ein Aktivierungssignal an die Erwärmungsschaltung **3010**. Der erste Abschnitt **3020** erwärmt zumindest einen Abfeuerungswiderstand und vorzugsweise einen Satz von Abfeuerungswiderständen durch Liefern von Strom unter dem Schwellenwertabfeuerungsstrom. Der zweite Abschnitt **3030** liefert Strom über dem Schwellenwert zum Ausstoßen eines Tintentropfens. Als Folge steigt die Temperatur des Treiberkopfs **3050** an, ohne zu bewirken, dass einer der Abfeuerungswiderstände durch die Aktionen der Erwärmungsvorrichtung **3000** einen Tintentropfen ausstößt.

[0219] Genauer gesagt ist [Fig. 31](#) eine detaillierte Darstellung der Düsentreiberlogik **3125** von [Fig. 20](#), die die Vorrichtung von [Fig. 30](#) umfasst. Bei dem Arbeitsbeispiel von [Fig. 31](#) gibt es n Düsen ($0 - n$), die gezeigt sind, und jeder beschriebene Prozess wird für jede dieser Düsen wiederholt. Jeder Widerstand **3105** ist durch einen Düsentransistor **3110** und eine Erwärmungsvorrichtung **3115** mit Masse verbunden. Der Düsenwiderstand **3110** und die Erwärmungsvorrichtung **3115** können Leistungsfeldeffekttransistoren (FETS) sein. Die Erwärmungsvorrichtung **3115** liefert die Fähigkeit, die Druckkopfanordnung vor und während Druckoperationen auf jede gewünschte Temperatur zu erwärmen. Dieser Prozess wird als „Tröpfelwärmen“ bezeichnet, weil es die Druckkopfanordnung einer kleinen Menge an Energie ermöglicht, durch die Erwärmungsvorrichtung **3115** zu fließen. Diese Tröpfelenergie liefert ausreichend Energie, um die Druckkopfanordnung zu erwärmen, aber nicht ausreichend Energie, um zu bewirken, dass die Widerstände einen Tintentropfen ausstoßen. Die Druckkopfanordnungstemperatur steigt, bis die gewünschte Temperatur erreicht ist, und die Erwärmungsvorrichtung **3115** wird dann ausgeschaltet.

[0220] Bei einem Ausführungsbeispiel, wie es in [Fig. 31](#) gezeigt ist, sind der Düsenschalter **3110** und die Erwärmungsvorrichtung **3115** parallel zu dem Widerstand **3105** geschaltet. Es ist der Zweck der Er-

wärmungsvorrichtung **3115**, eine Möglichkeit zu liefern, die Druckkopfanordnung zu erwärmen, wenn dieselbe unter einer optimalen Drucktemperatur liegt. Vorzugsweise liegt die Erwärmungsvorrichtung **3115** so nahe wie möglich an dem zugeordneten Widerstand **3105**. Der Düsenschalter **3110** wird durch die Kombination des Adressdecodierers **3120**, des „und“ Blocks **3125** und des Pegelschiebers **3130** eingeschaltet. Jede dieser Vorrichtungen trägt dazu bei, zu bestimmen, wenn der Düsenschalter **3110** eingeschaltet wird. Diese Bestimmung basiert auf (1), ob die Düse ausgewählt wurde, um Daten zu empfangen; (2), ob ein Abfeuerungspuls an die Düse gesendet wurde; und (3), ob die Adresse, die von dem Grundlelement gesendet wird, mit der Adresse des Düsentransistors übereinstimmt. Zusätzlich zu den obigen Systemen enthält die Düsentreiberlogik **3125** auch mehrere Datenlatches (nicht gezeigt). Diese Datenlatches liefern Datenspeicherung jeder Düse.

Arbeitsbeispiel einer Erwärmungsvorrichtung

[0221] Für jede Düse umfasst eine Druckkopfschaltungsanordnung vorzugsweise einen Erwärmungstransistor mit einem Antriebstransistor und einem Heizwiderstand. Der Antriebstransistor gibt einen Abfeuerungspuls an den Heizwiderstand aus. Der Abfeuerungspuls ist von einer Stromgröße, die ausreicht, um den Widerstand und die Tinte ausreichend zu wärmen, um die Tinte von einer Düse auszustoßen. Der Erwärmungstransistor erzeugt einen Erwärmungspuls zu dem Heizwiderstand. Der Erwärmungspuls ist von einer Stromgröße, die geringer ist als diejenige des Abfeuerungspulses. Der Zweck des Sendens von Erwärmungspulsen an jeweilige Heizwiderstände ist das Beibehalten des Druckkopfs bei einer gewünschten Temperatur während einem Druckzyklus.

[0222] Für jede Düse ist der Source-Übergang des Erwärmungstransistors gemeinsam mit dem Source-Übergang des Treibertransistors gekoppelt. Außerdem ist der Drain-Übergang des Erwärmungstransistors mit dem Drain-Übergang des Treibertransistors gekoppelt. Bei einem Ausführungsbeispiel sind die gemeinsam gekoppelten Source-Übergänge mit Masse verbunden, während die gemeinsam gekoppelten Drain-Übergänge mit dem Heizwiderstand verbunden sind.

[0223] Der Erwärmungstransistor ist vorzugsweise ausgelegt, um eine gemeinsame Verdrahtungsleitungsverbindung mit dem Treibertransistor für den Source-Kontakt zu verwenden, und eine gemeinsame Verdrahtungsleitungsverbindung mit dem Treibertransistor für den Drain-Kontakt. Der Erwärmungstransistor ist als segmentierter Abschnitt des Treibertransistors mit einem getrennten Gate-Kontakt ausgelegt. Ein Vorteil eines solchen Layouts ist, dass keine zusätzliche Fläche auf dem Verarbei-

tungstreiberkopf erforderlich ist, um einen getrennten Erwärmungstransistor aufzunehmen. Zusätzliche Verbindungslängen werden nicht benötigt. Ein zusätzlicher Kontakt ist für das Erwärmungstransistorgerät enthalten und ein weiterer Kontakt (z. B. Erwärmungstransistorgatekontakt) ist vorzugsweise hinzugefügt. Bei einem Ausführungsbeispiel, bei dem der Erwärmungstransistor aktiviert ist und sich mit dem Treibertransistor beim Erfassen von Strom zu dem Heizwiderstand während dem Abfeuern verbindet, kann die gleiche Leistungsmenge erreicht werden wie bei einem herkömmlichen Layout eines Treibertransistors allein ohne dass ein Erwärmungstransistor vorliegt. Für die Erwärmungs- und Treibertransistoren wird die gleiche Menge an Substratfläche verwendet wie für den herkömmlichen einzelnen Treibertransistor.

[0224] Im Vorhergehenden wurden die Prinzipien, bevorzugten Ausführungsbeispiele und Funktionsweisen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die Erfindung sollte jedoch nicht als auf die bestimmten erörterten Ausführungsbeispiele beschränkt angesehen werden. Als ein Beispiel können die oben beschriebenen Verbindungen in Verbindung mit Tintenstrahldruckern verwendet werden, die nicht von dem thermischen Typ sind, sowie auf Tintenstrahldrucker, die vom thermischen Typ sind. Somit sollten die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele als darstellend und nicht restriktiv angesehen werden, und es sollte klar sein, dass Variationen bei diesen Ausführungsbeispielen von Fachleuten auf diesem Gebiet durchgeführt werden können, ohne von dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen, wie er durch die folgenden Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Ein Drucksystem (**100**) zum selektiven Aufbringen von Tintentropfen (**628**) auf ein Medium, das folgende Merkmale umfasst:
einen Verarbeitungstreiberkopf (**120**) mit einem Tintenausstoßtreiberkopf (**126**), der mit einem Prozessor (**124**) integriert ist;
eine Mehrzahl von Wärmeelementen (**416**), die auf dem Verarbeitungstreiberkopf angeordnet sind und Wärmeenergie zum Ausstoßen von Tinte (**638**) liefern; und
eine Abfeuerungssteuerung (**130**) zum Senden mehrerer Abfeuerungspulse, die die Wärmeelemente (**416**) anweisen, Tinte auszustoßen; und
eine Abfeuerungsverzögerungsteilsteuerung (**152**) zum Reduzieren von elektromagnetischer Störung in dem Verarbeitungstreiberkopf (**120**).

2. Das Drucksystem (**100**) gemäß Anspruch 1, bei dem die Abfeuerungsverzögerungsteilsteuerung (**152**) zumindest eine Verzögerungsvorrichtung umfasst, wobei die Verzögerungsvorrichtung den Abfeuerungspuls zwischen zumindest zwei der Wärmeele-

mente (**416**) verzögert.

3. Das Drucksystem (**100**) gemäß Anspruch 2, bei dem die Verzögerungsvorrichtung eine analoge Verzögerung ist.

4. Das Drucksystem (**100**) gemäß Anspruch 2 oder 3, das ferner eine Mehrzahl von Grundelementen (**420**) umfasst, wobei jedes Grundelement (**420**) zumindest ein Wärmeelement (**416**) umfasst, wobei die zumindest eine Verzögerungsvorrichtung den Abfeuerungspuls zwischen zumindest zwei Grundelementen (**420**) verzögert.

5. Das Drucksystem (**100**) gemäß Anspruch 4, bei dem die Abfeuerungspulse nicht bezüglich eines ersten Grundelements (**420**) verzögert sind.

6. Das Drucksystem (**100**) gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, das ferner folgende Merkmale umfasst:
eine Mehrzahl von Abschnitten (**1100**), wobei jeder Abschnitt (**1100**) zumindest ein Grundelement (**420**) umfasst; und
eine Zwischenabschnittsverzögerungsvorrichtung zum Verzögern der Abfeuerungspulse zwischen zumindest zwei Abschnitten (**1100**).

7. Das Drucksystem (**100**) gemäß Anspruch 6, bei dem die Abfeuerungspulse nicht bezüglich eines ersten Abschnitts (**1100**) verzögert sind.

8. Das Drucksystem (**100**) gemäß Anspruch 6 oder 7, das ferner ein Mastertaktsignal (**1605**) zum zeitlichen Steuern der Zwischenabschnittsverzögerung umfasst, wobei die Zwischenabschnittsverzögerung ein Bruchteil der Periode des Mastertaktsignals (**1605**) ist.

9. Das Drucksystem (**100**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem jeder Abfeuerungspuls ein Abfeuerungssignal (**1115**) zum Aktivieren eines Wärmeelements und ein Freigabesignal (**1120**) umfasst, das die Dauer der Aktivierung bestimmt.

10. Ein Druckverfahren für eine Druckkopfanordnung, wobei die Druckkopfanordnung (**116**) folgende Merkmale umfasst:
einen Verarbeitungstreiberkopf (**120**) mit einem Tintenausstoßtreiberkopf (**126**), der mit einem Prozessor (**124**) integriert ist;
eine Mehrzahl von Wärmeelementen (**416**), die auf dem Verarbeitungstreiberkopf (**120**) angeordnet sind und Wärmeenergie zum Ausstoßen von Tinte (**638**) liefern;
eine Abfeuerungssteuerung (**130**) zum Senden mehrerer Abfeuerungspulse, die die Wärmeelemente (**416**) anweisen, Tinte auszustoßen; und
eine Abfeuerungsverzögerungsteilsteuerung (**152**)

zum Reduzieren von elektromagnetischer Störung in einer Druckkopfanordnung (**116**), wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

Senden einer Mehrzahl von Abfeuerungspulsen an zumindest einige der Wärmeelemente (**416**); und Verzögern der Abfeuerungspulse zwischen zumindest zwei der Wärmeelemente (**416**).

stimmt.

Es folgen 24 Blatt Zeichnungen

11. Das Druckverfahren gemäß Anspruch 10, bei dem die Abfeuerungsverzögerungsteilsteuerung (**152**) zumindest eine Verzögerungsvorrichtung umfasst, das die Verwendung der zumindest einen Verzögerungsvorrichtung zum Verzögern des Abfeuerungspulses zwischen zumindest zwei der Wärmelemente (**416**) umfasst.

12. Das Druckverfahren gemäß Anspruch 11, bei dem die Abfeuerungsverzögerungsvorrichtung eine analoge Verzögerung ist.

13. Das Druckverfahren gemäß Anspruch 11 oder 12, das ferner folgende Schritte umfasst: Anordnen der Wärmelemente (**416**) in eine Mehrzahl von Grundelementen (**420**), wobei jedes Grundelement (**420**) zumindest ein Wärmeelement (**416**) umfasst; und Verzögern des Abfeuerungspulses zwischen zumindest zwei Grundelementen (**420**).

14. Das Druckverfahren gemäß Anspruch 13, bei dem die Abfeuerungspulse nicht bezüglich eines ersten Grundelements (**420**) verzögert sind.

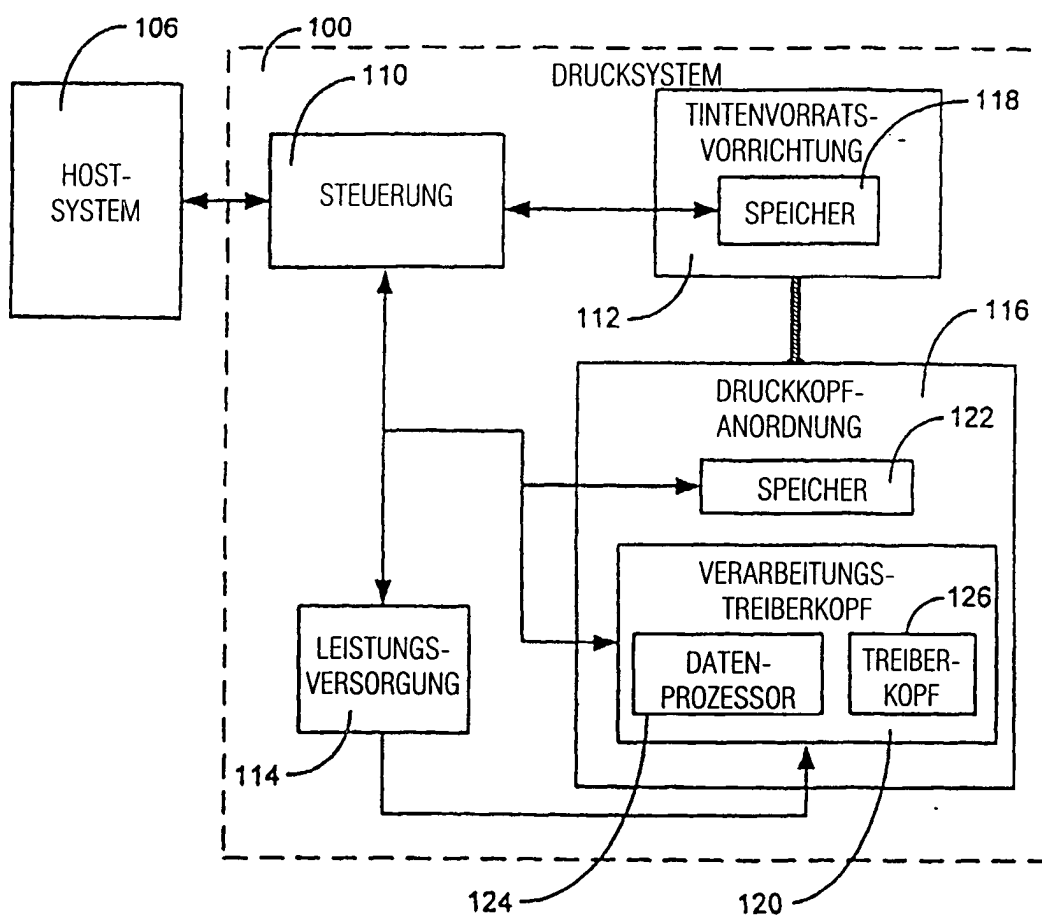
15. Das Druckverfahren gemäß einem der Ansprüche 11 bis 14, das ferner folgende Schritte umfasst: Anordnen der Grundelemente (**420**) in eine Mehrzahl von Abschnitten (**1100**), wobei jeder Abschnitt (**1100**) zumindest ein Grundelement (**420**) umfasst; und Verzögern der Abfeuerungspulse zwischen zumindest zwei Abschnitten (**1100**).

16. Das Druckverfahren gemäß Anspruch 15, bei dem die Abfeuerungspulse nicht bezüglich eines ersten Abschnitts (**1100**) verzögert sind.

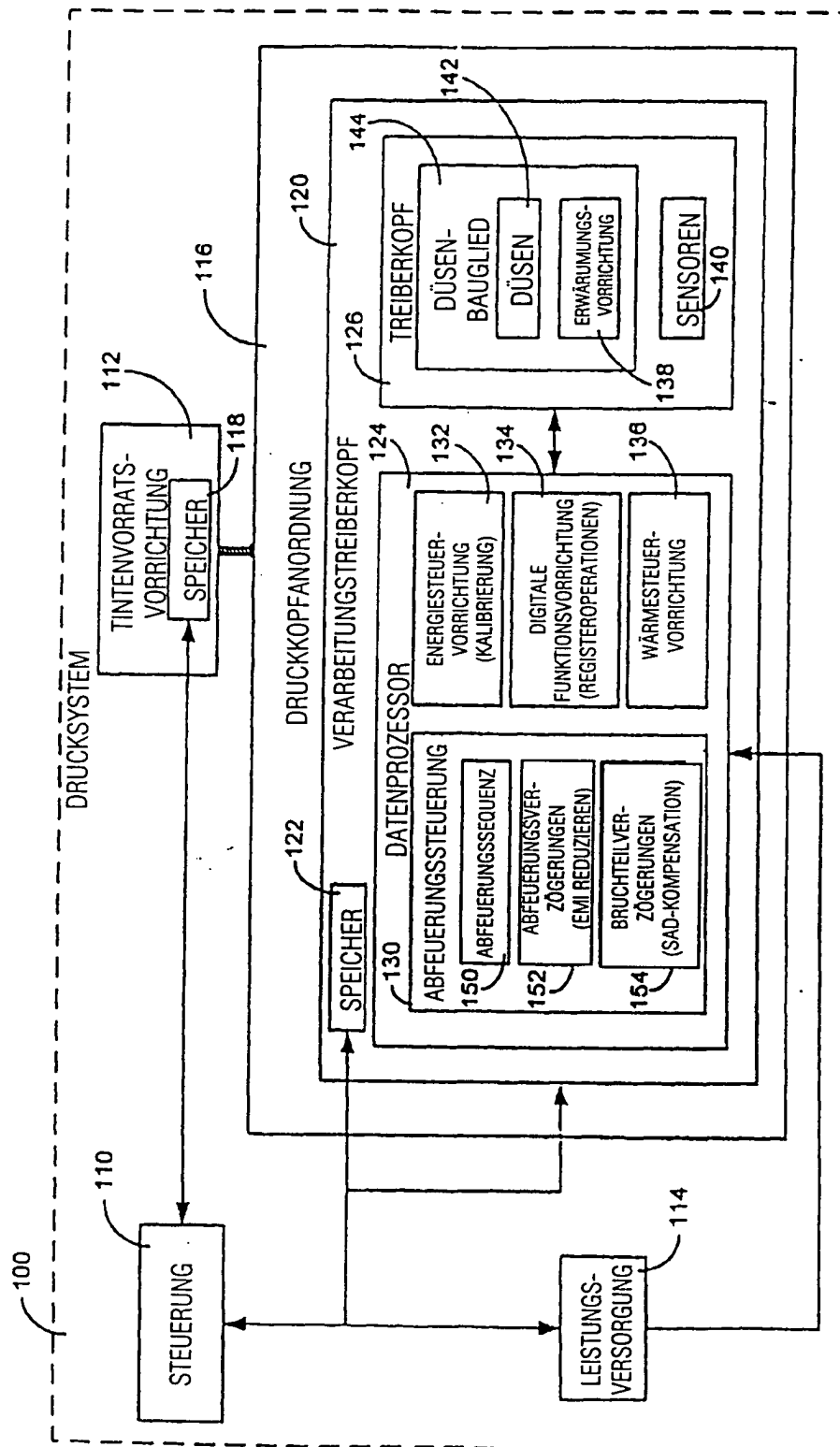
17. Das Druckverfahren gemäß Anspruch 15 oder 16, bei dem die Druckkopfanordnung (**116**) mit einem Mastertaktsignal (**1605**) versehen ist, was das Verwenden des Mastertaktsignals (**416**) zum zeitlichen Steuern der Zwischenabschnittverzögerung umfasst, wobei die Zwischenabschnittverzögerung ein Bruchteil der Periode des Mastertaktsignals (**416**) ist.

18. Das Druckverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem jeder Abfeuerungspuls ein Abfeuerungssignal (**1115**) zum Aktivieren eines Wärmeelements und ein Freigabesignal (**1120**) umfasst, das die Dauer der Aktivierung be-

Anhängende Zeichnungen



FIGUR 1A



FIGUR 1B

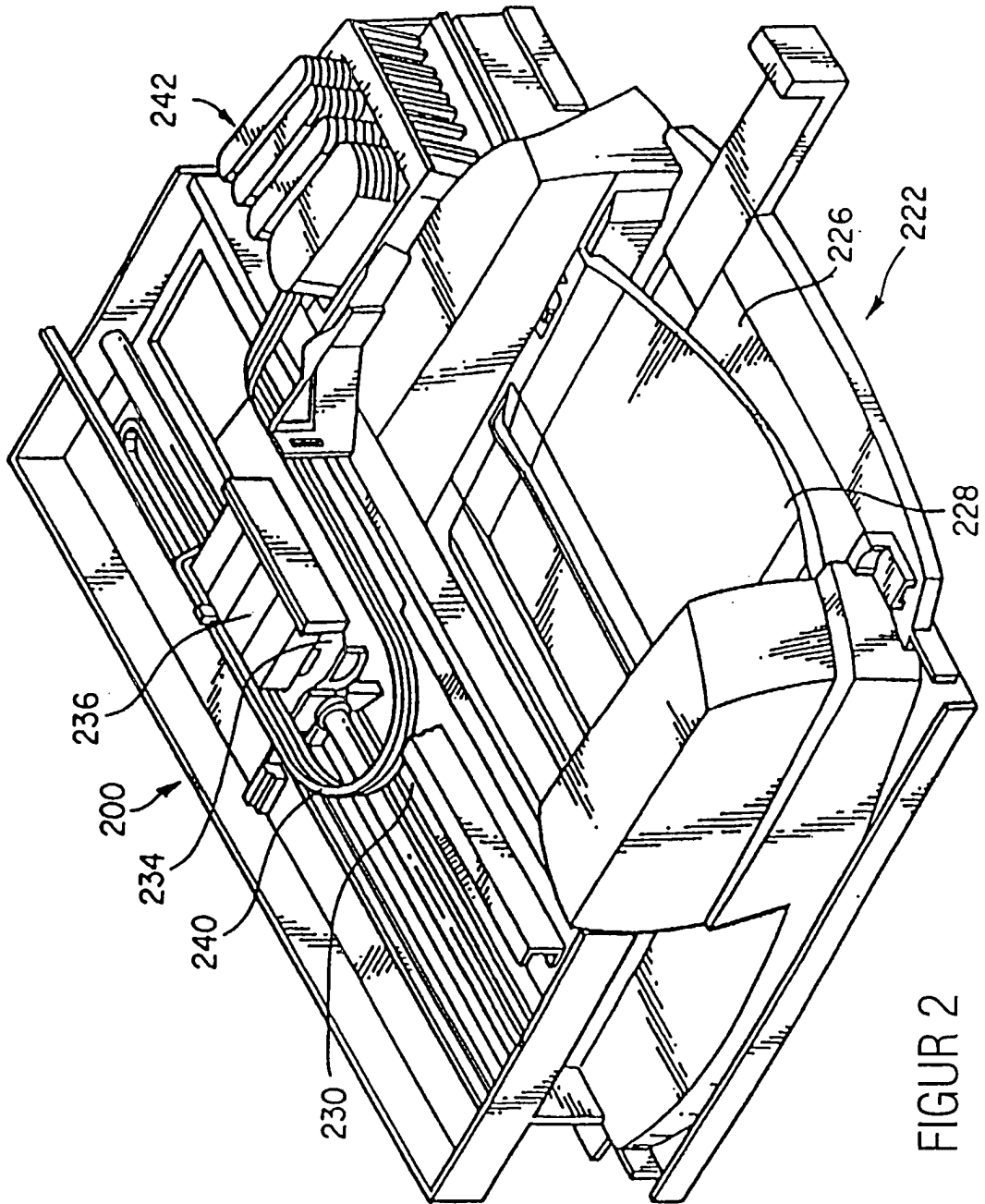
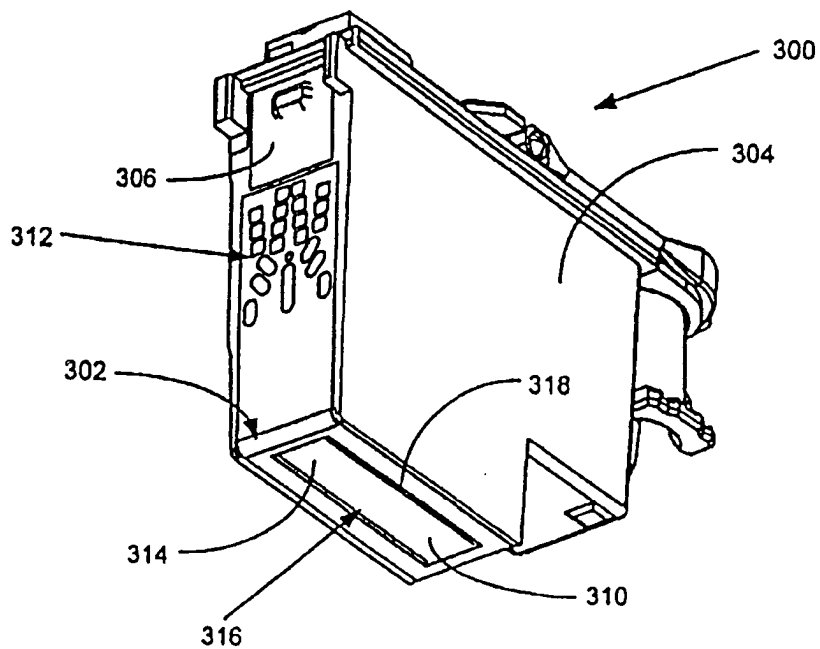
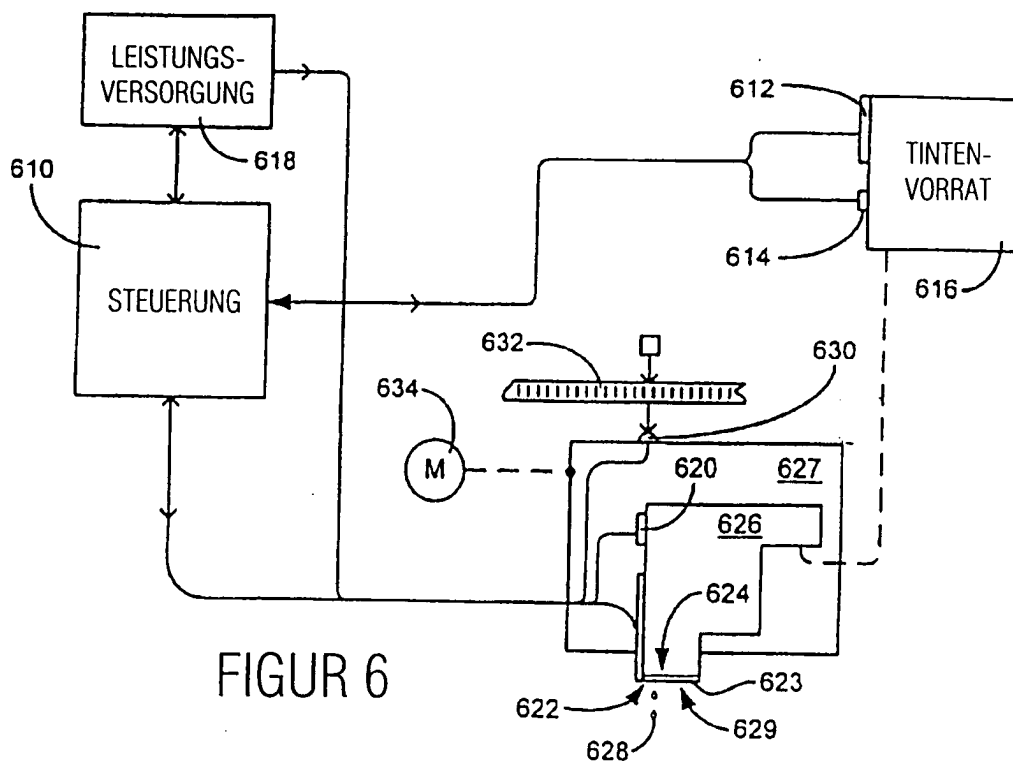


FIGURE 2



FIGUR 3

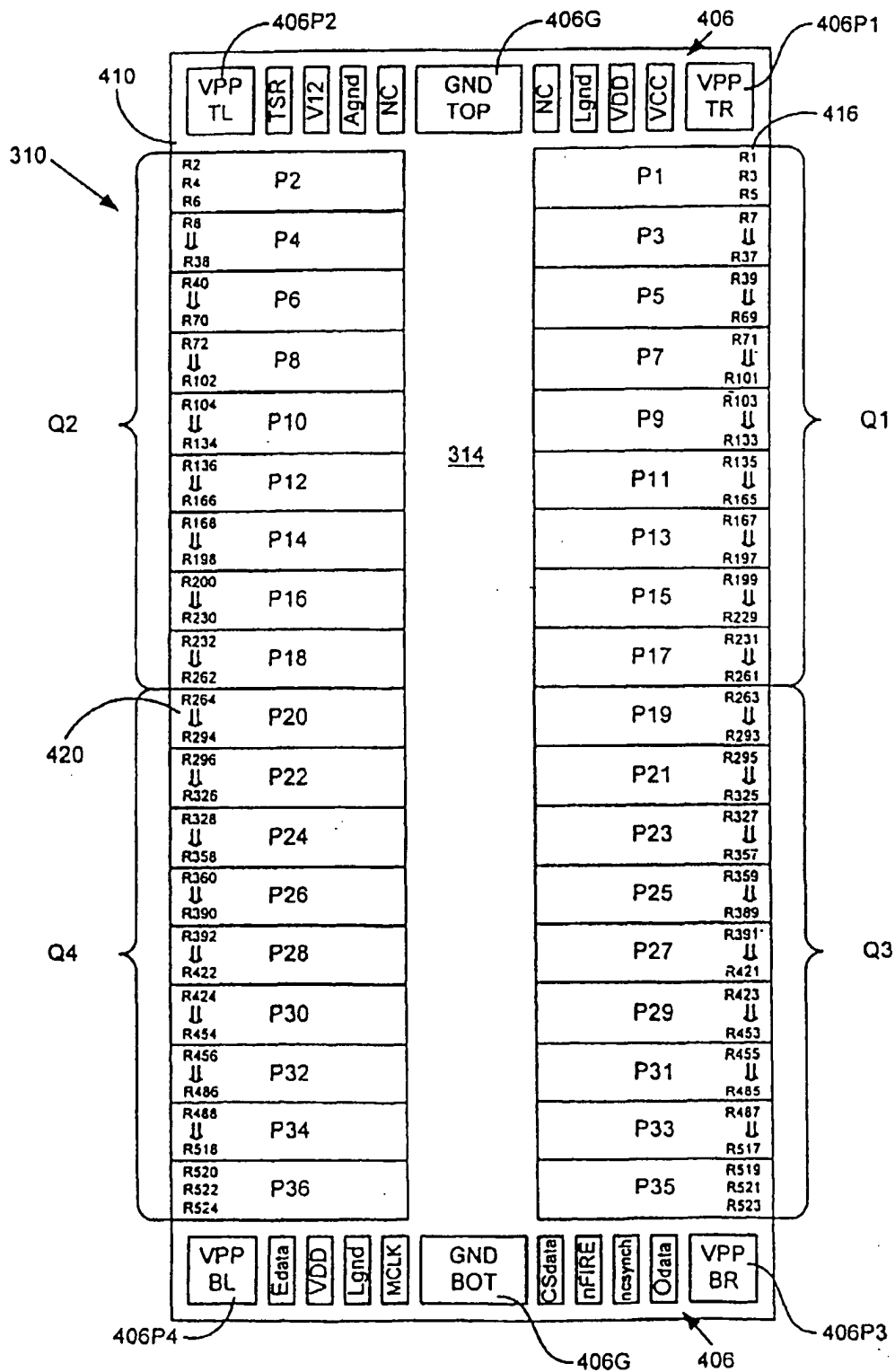
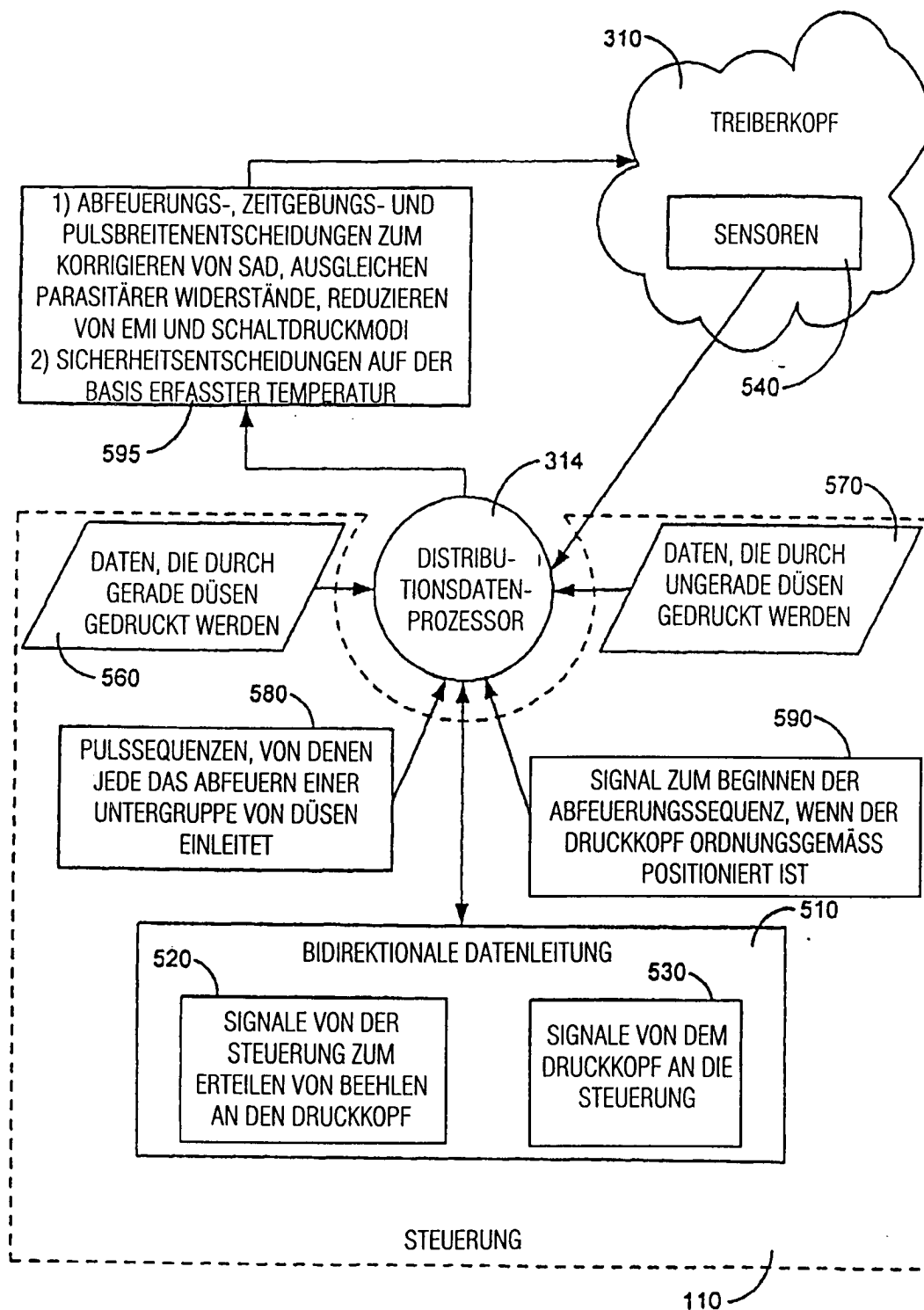
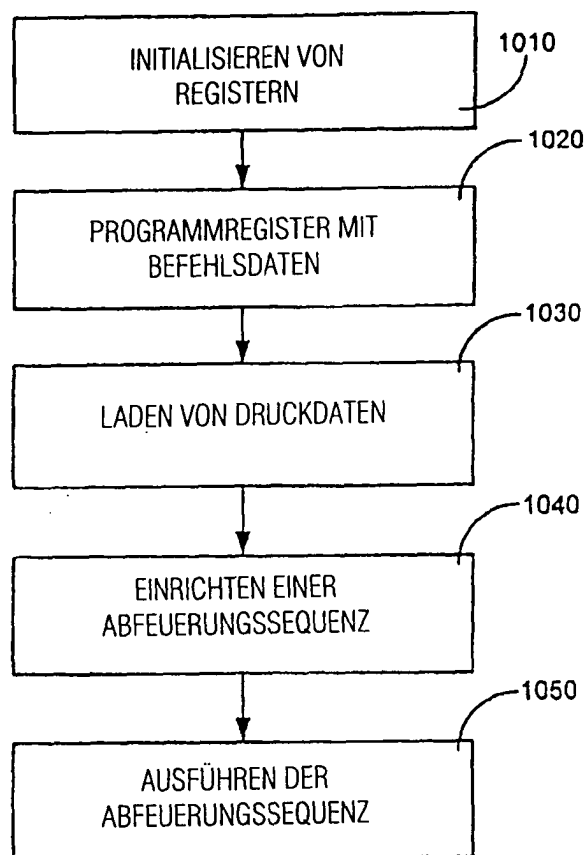


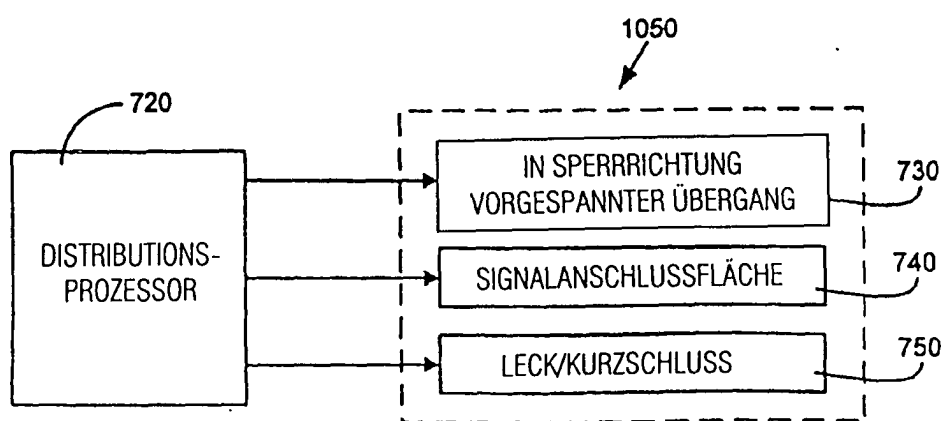
FIGURE 4



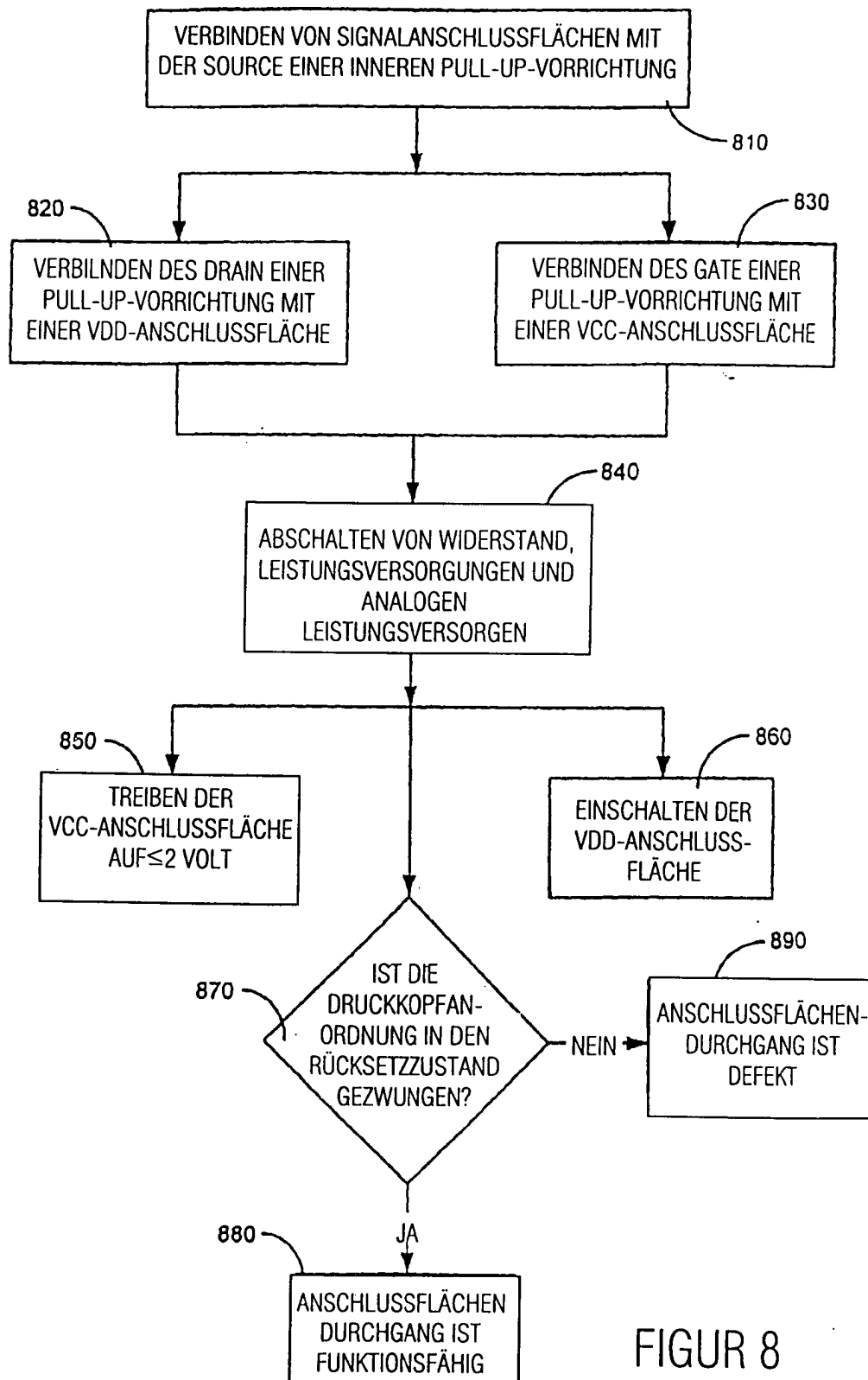
FIGUR 5



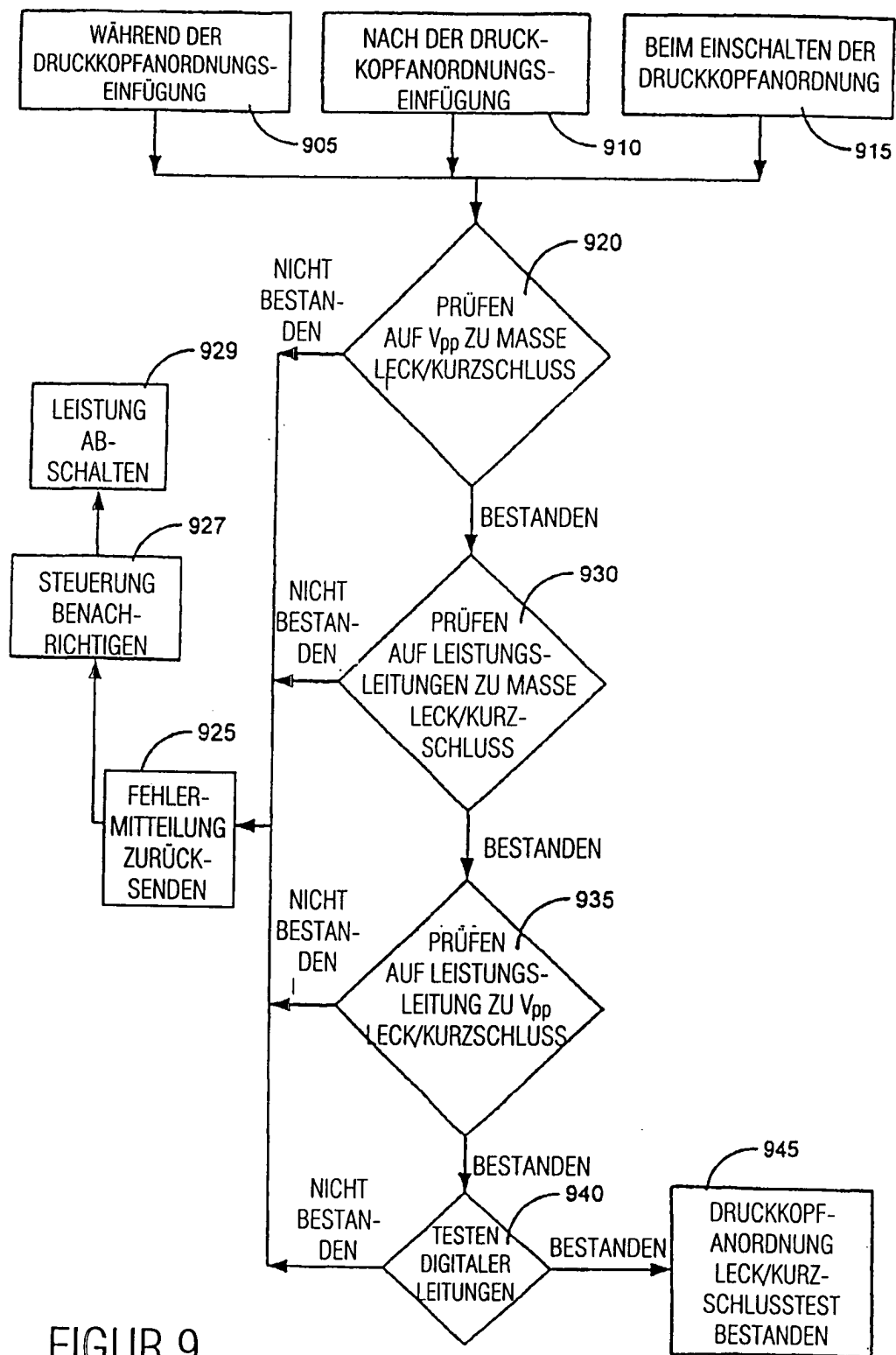
FIGUR 10



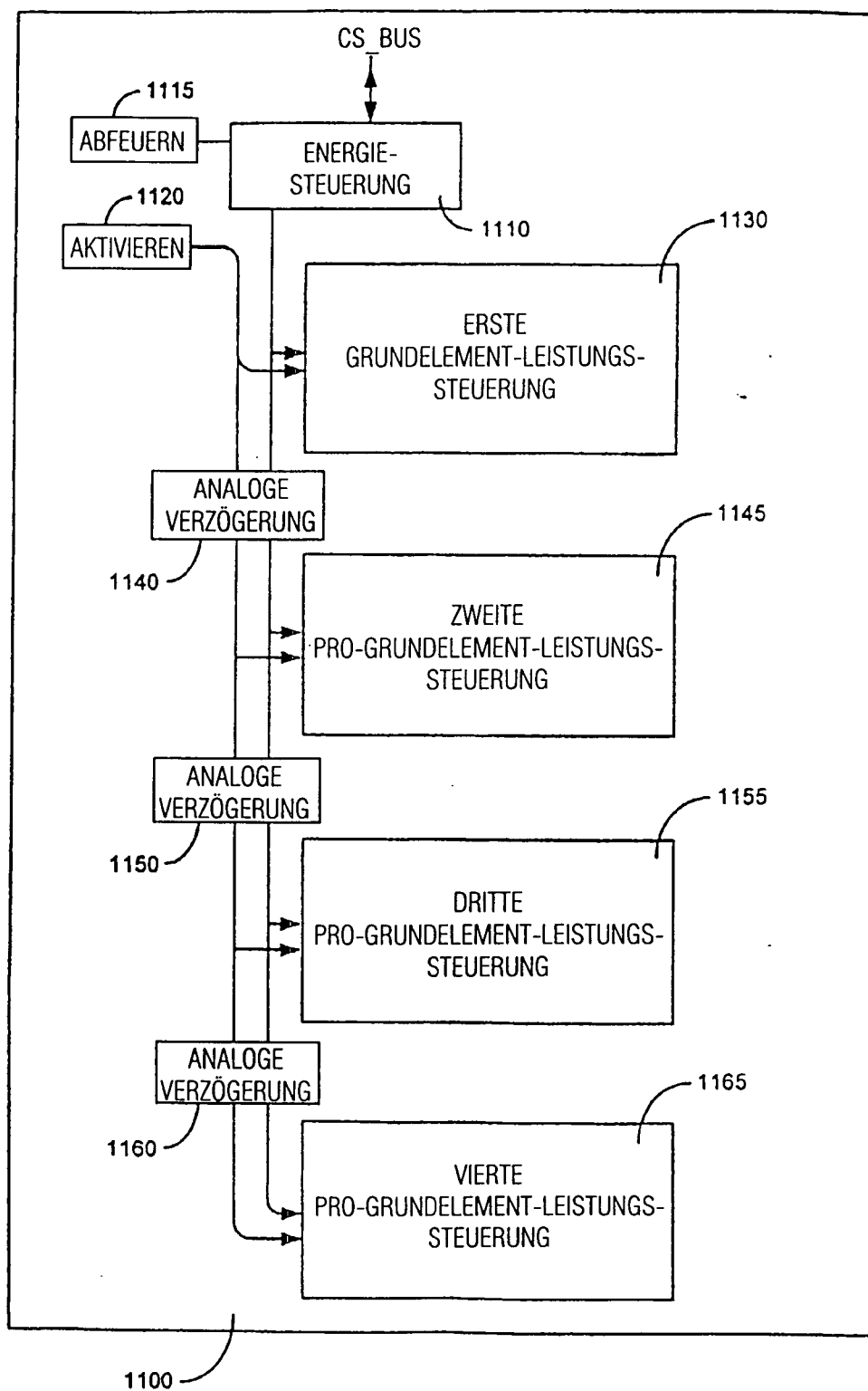
FIGUR 7



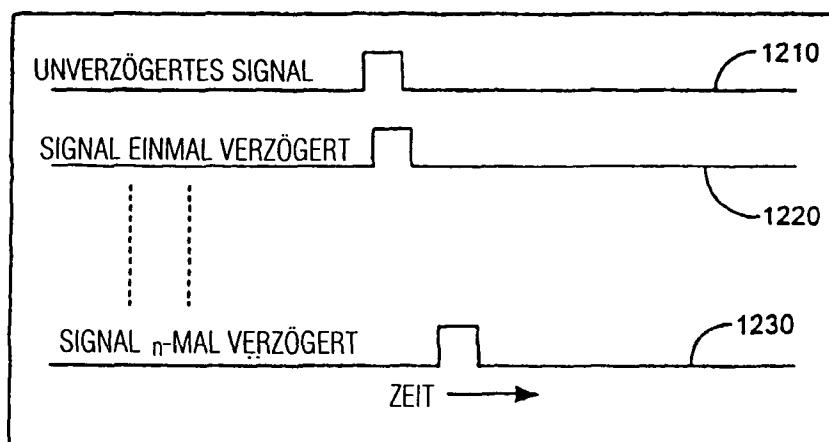
FIGUR 8



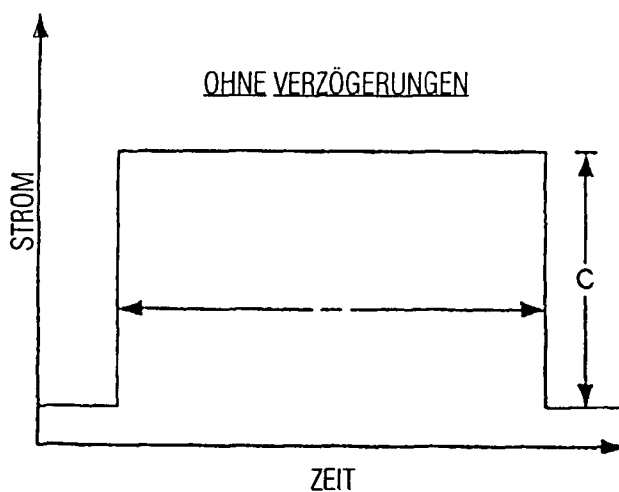
FIGUR 9



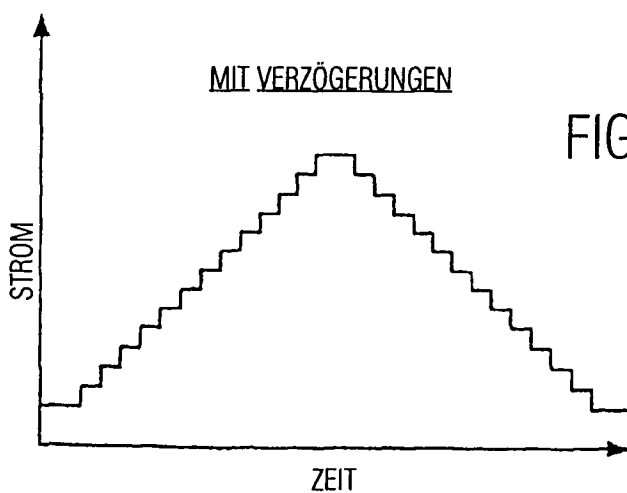
FIGUR 11



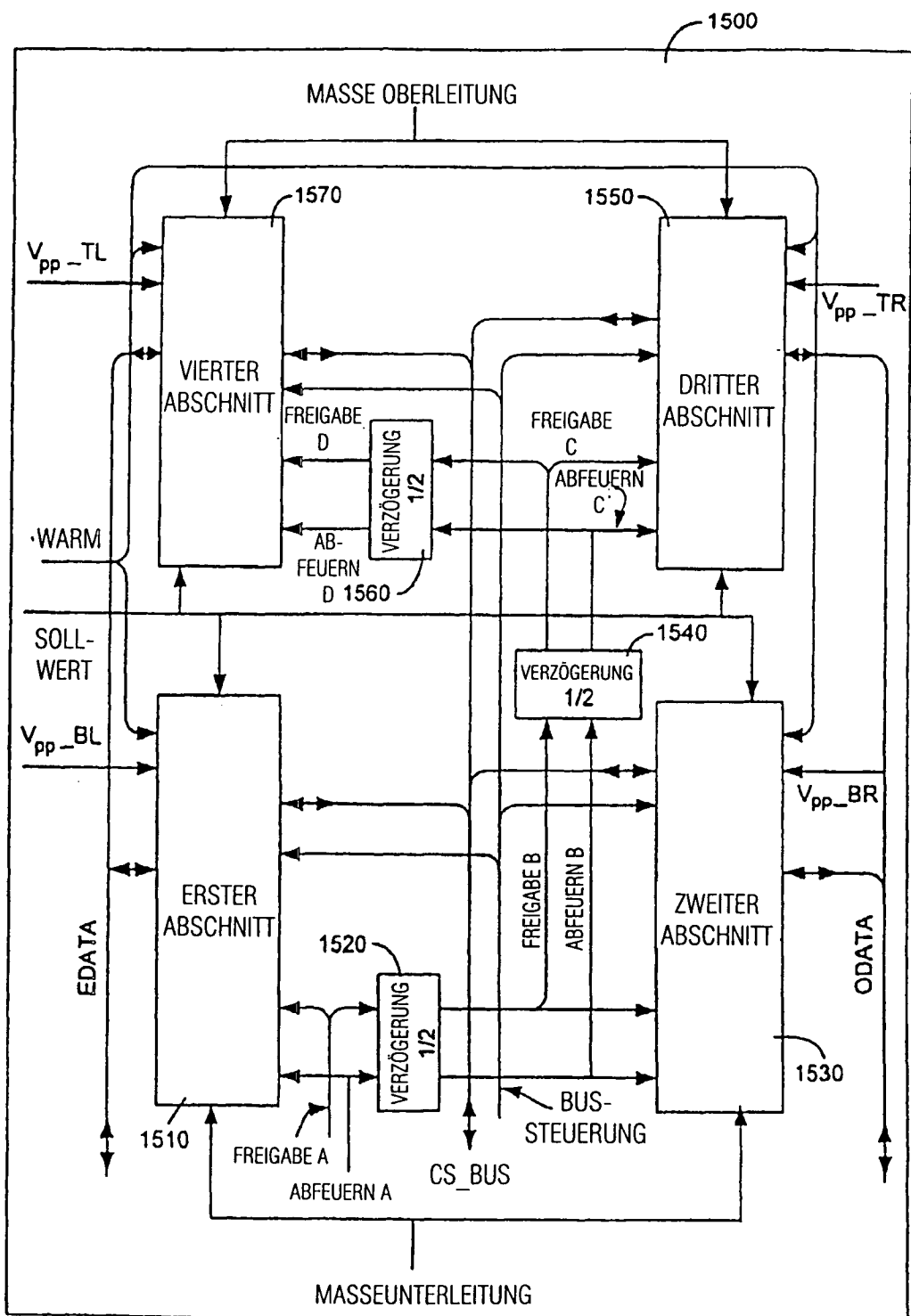
FIGUR 12



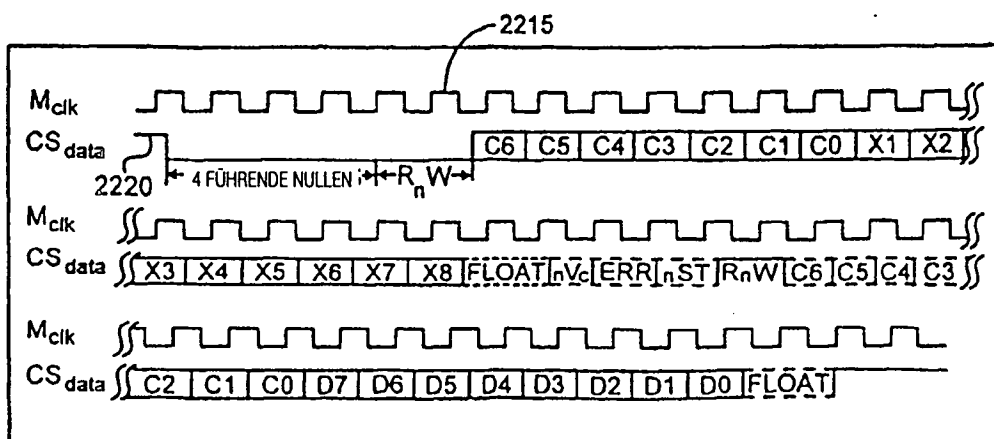
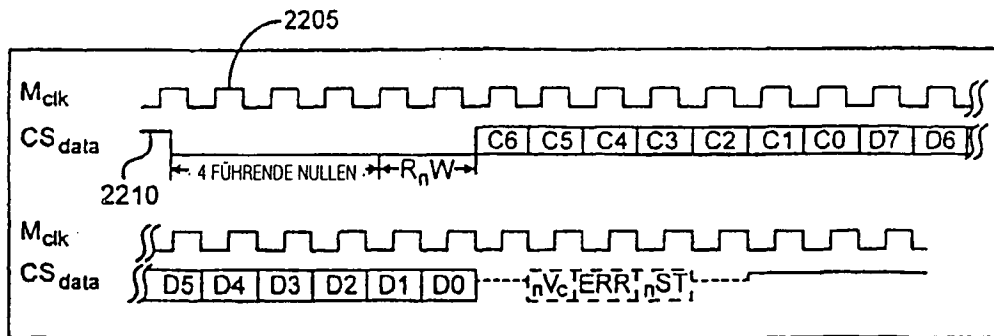
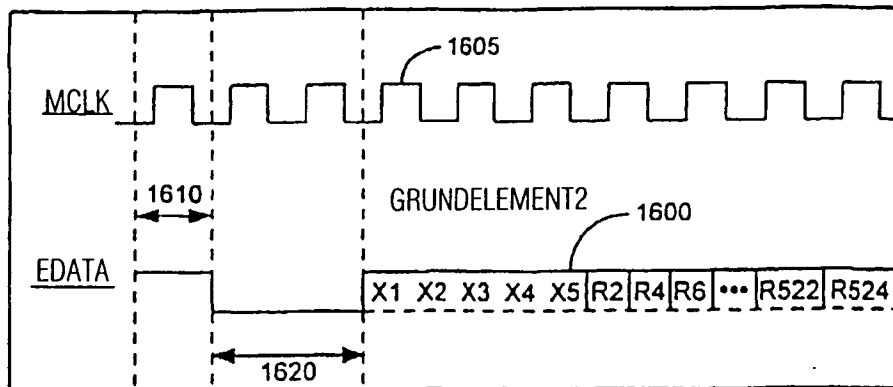
FIGUR 13

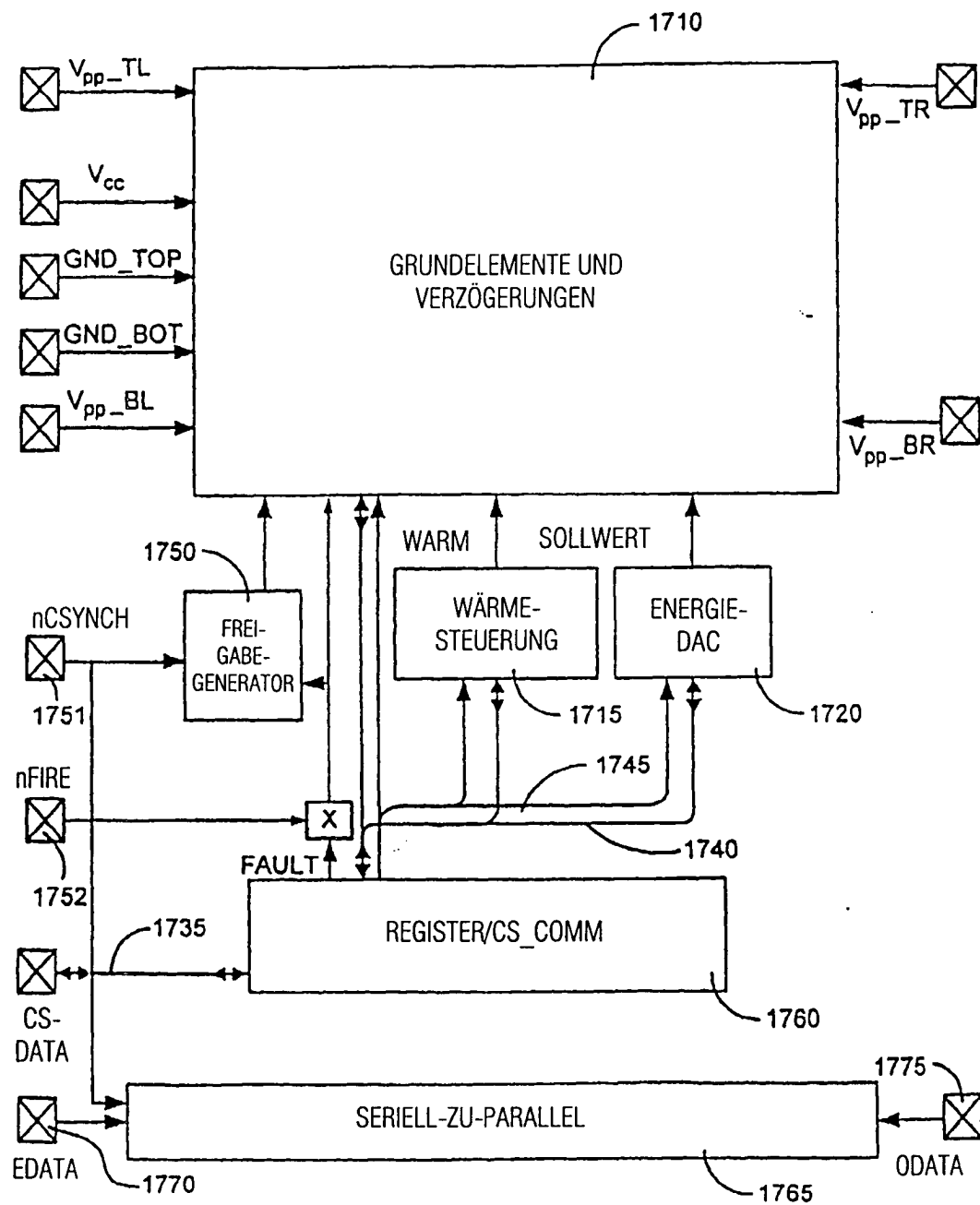


FIGUR 14

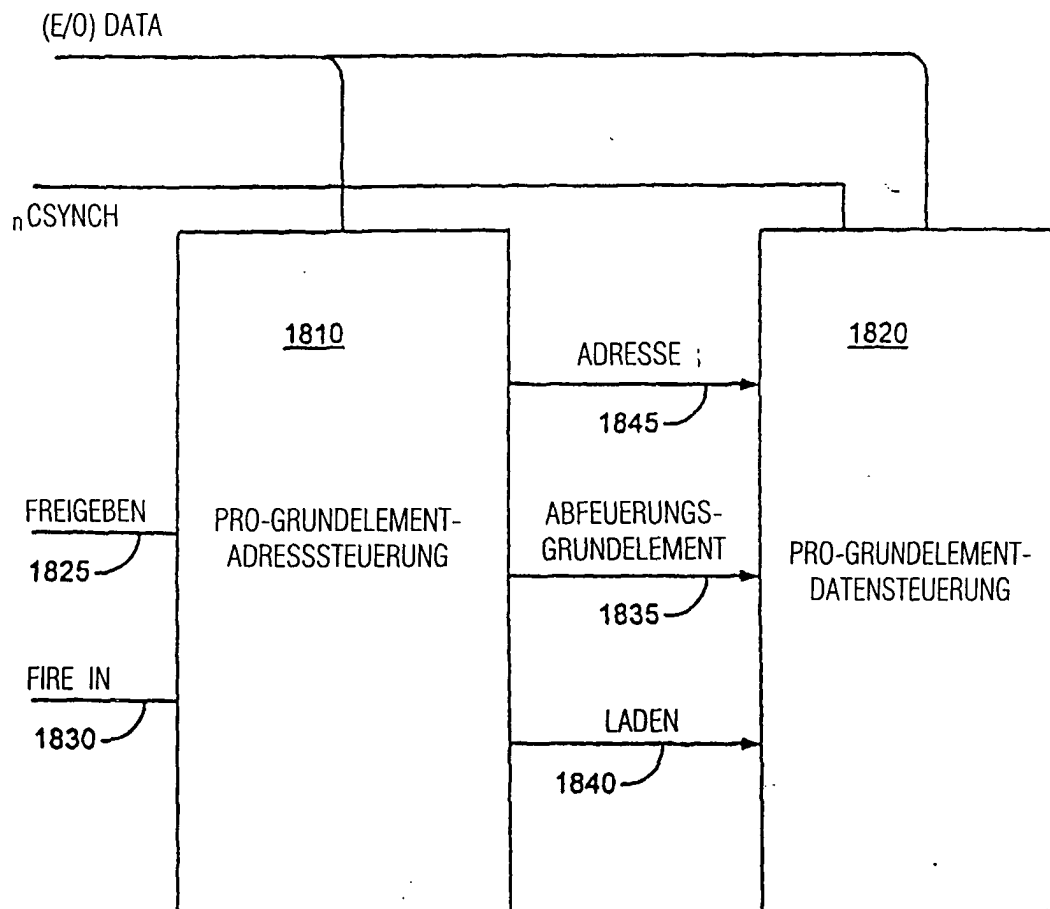


FIGUR 15

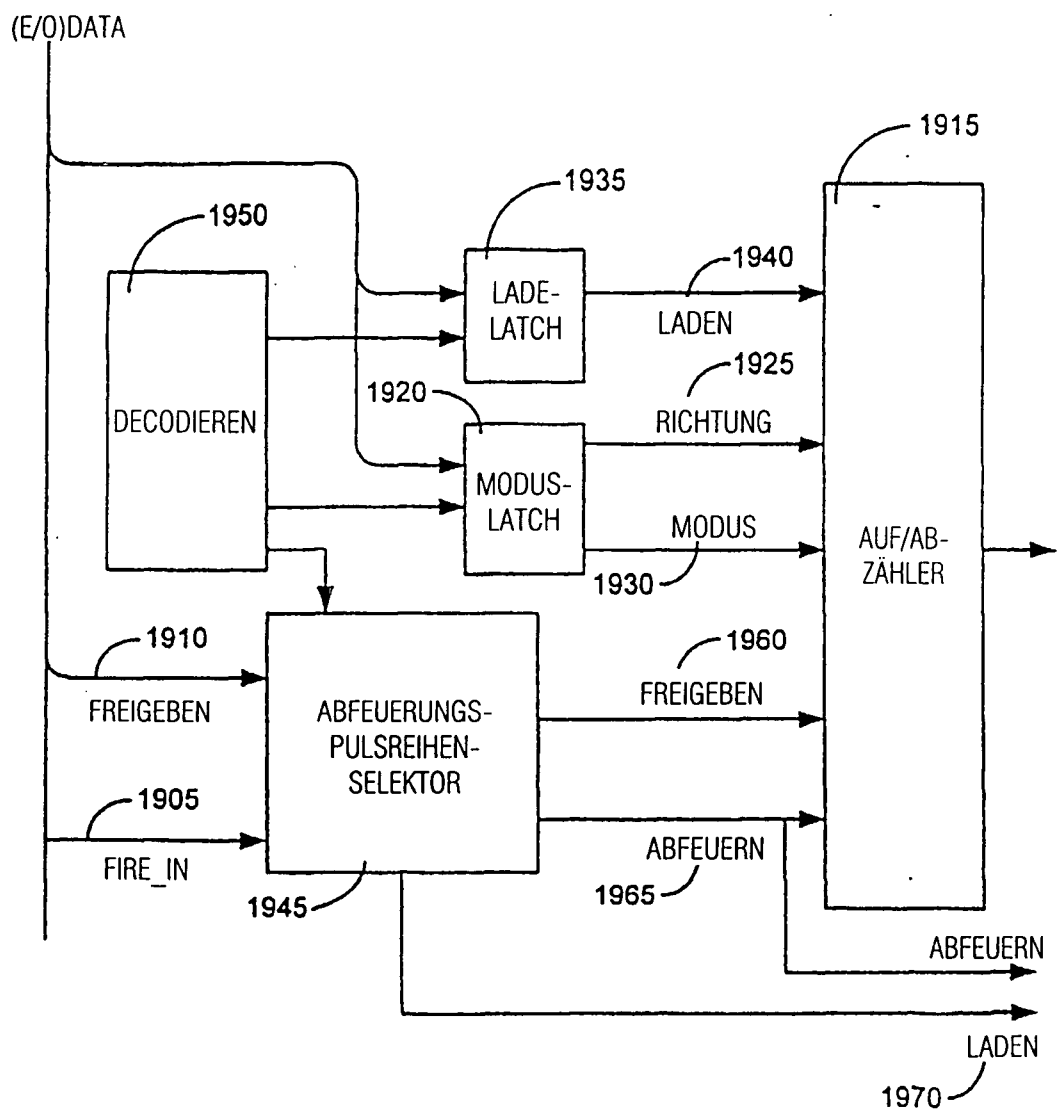




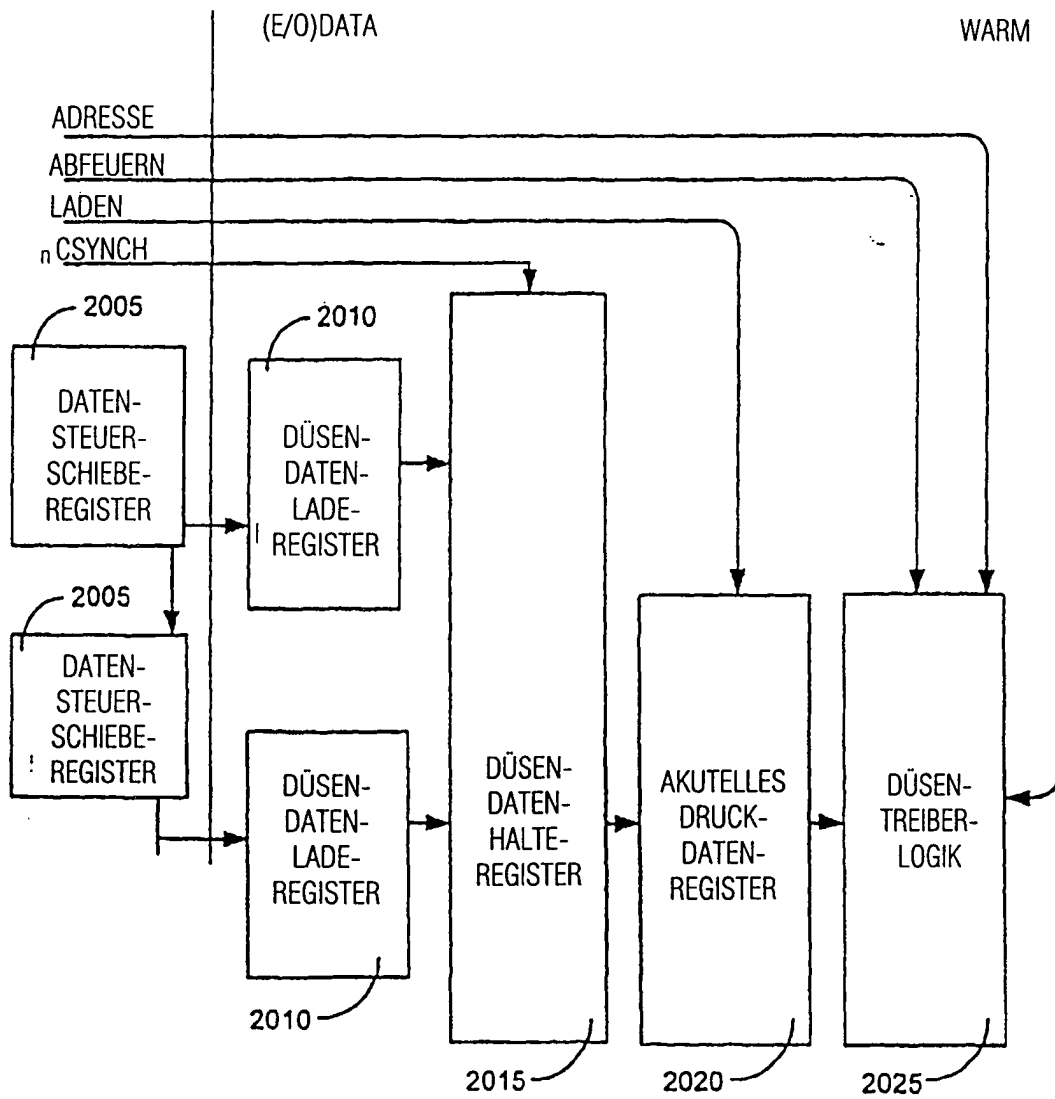
FIGUR 17



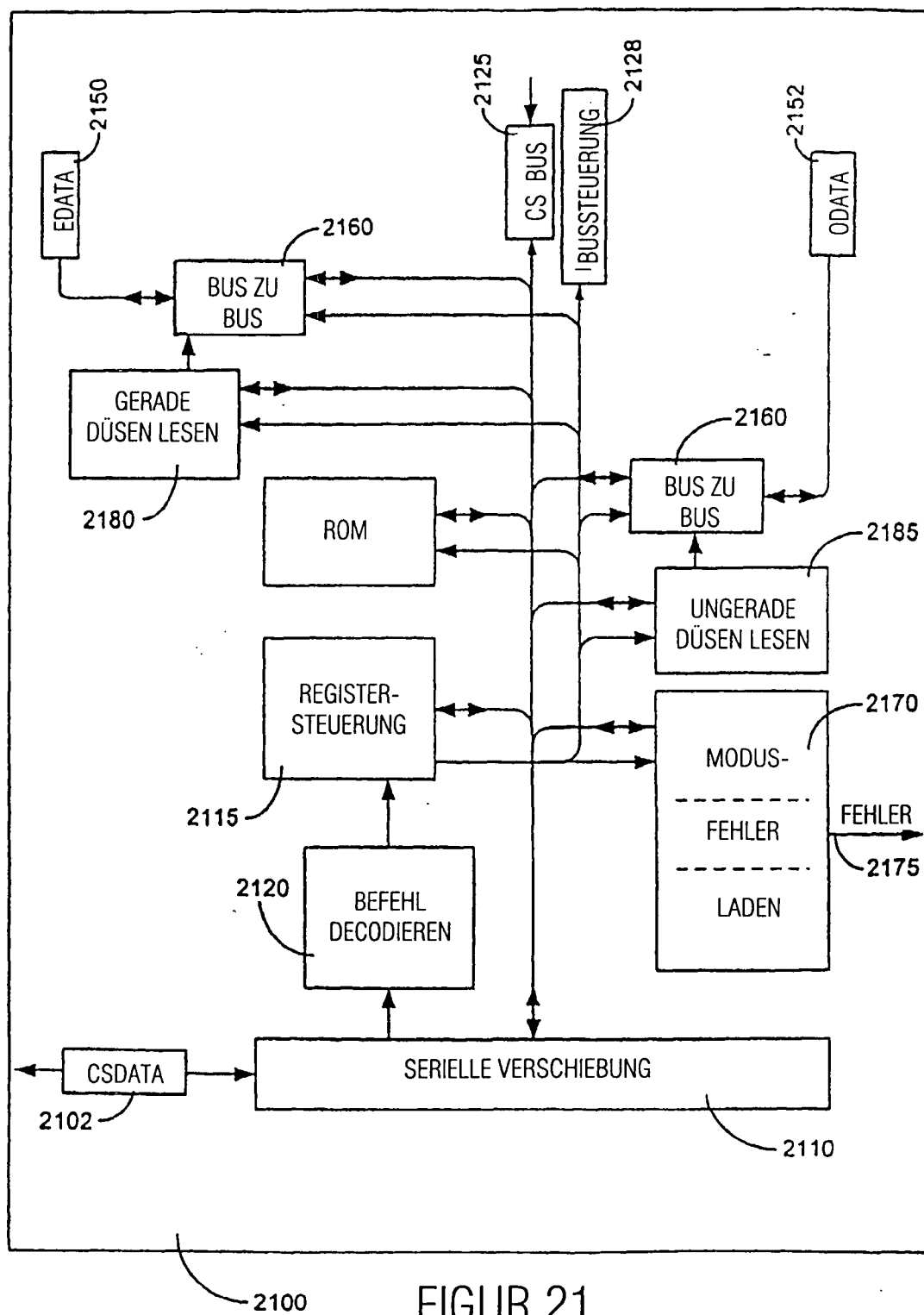
FIGUR 18



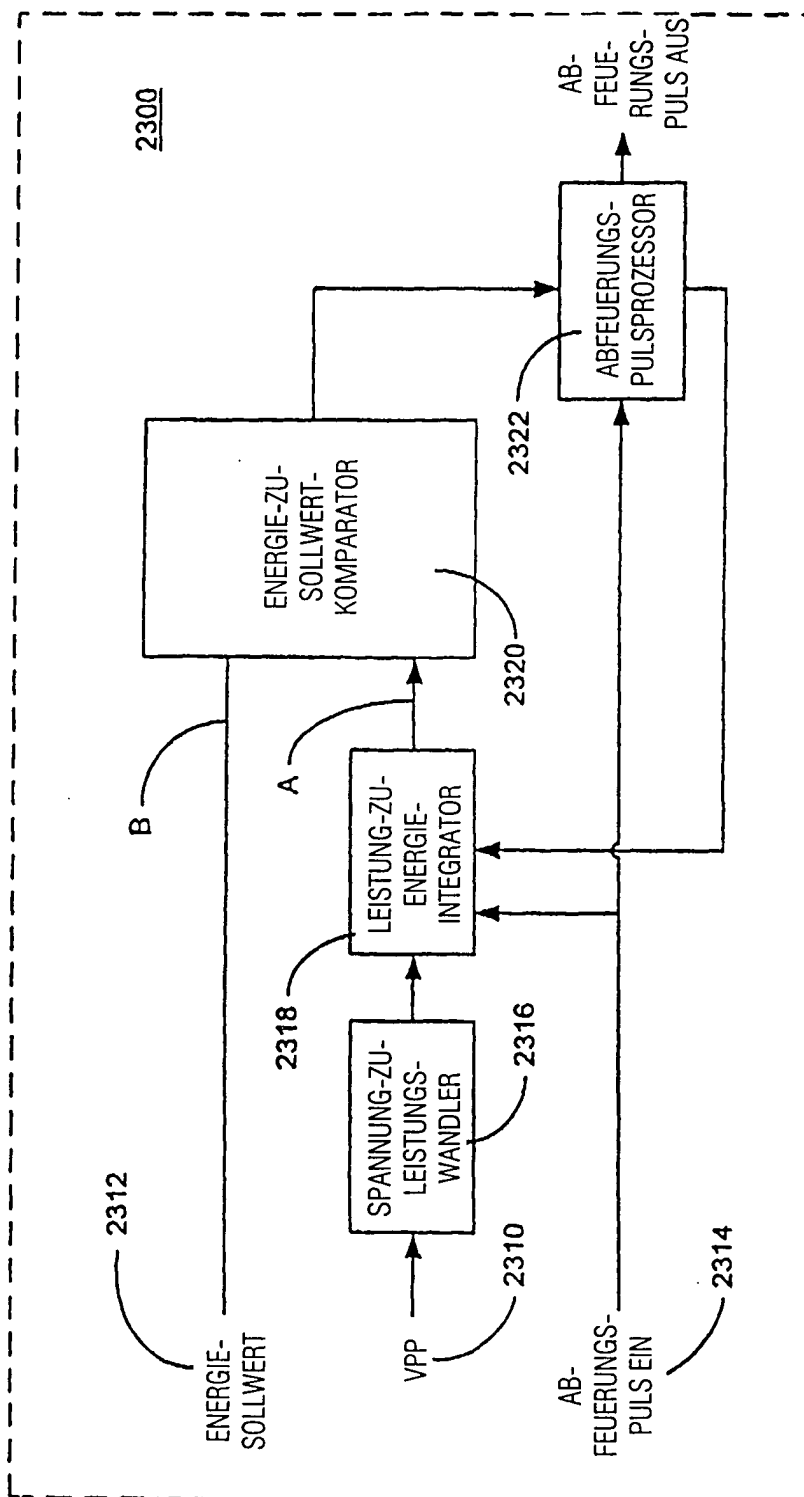
FIGUR 19



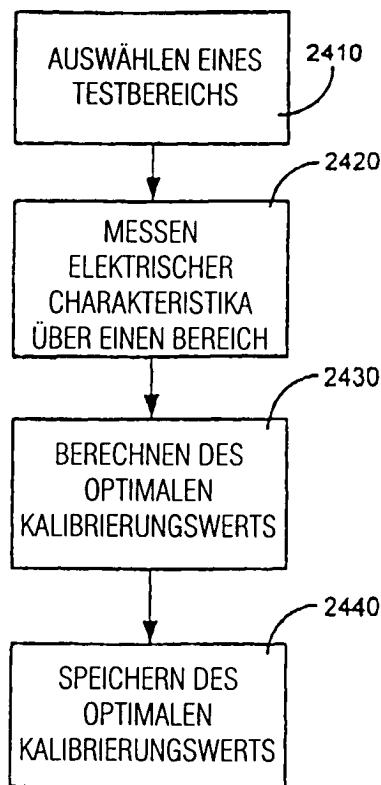
FIGUR 20



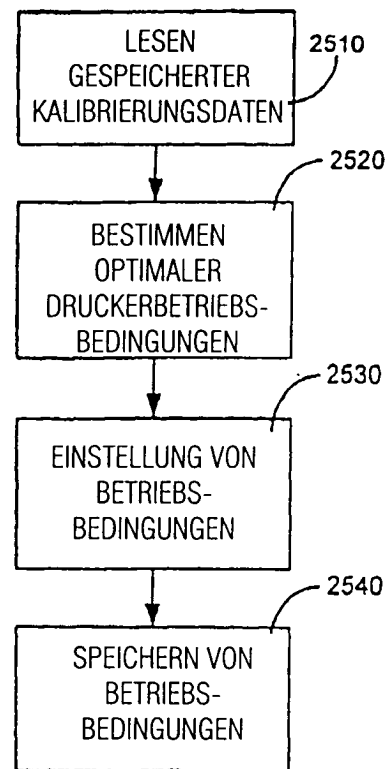
FIGUR 21



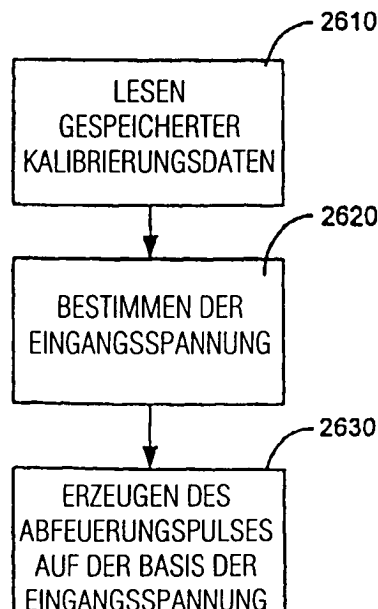
FIGUR 23



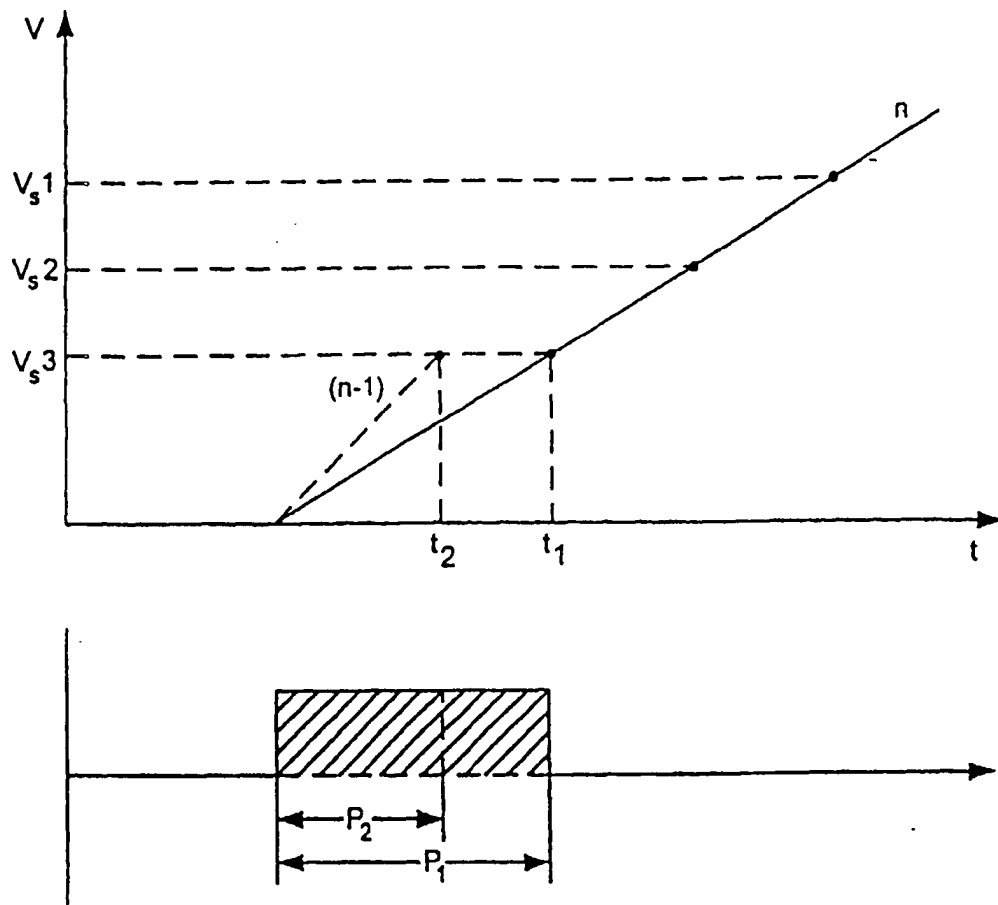
FIGUR 24



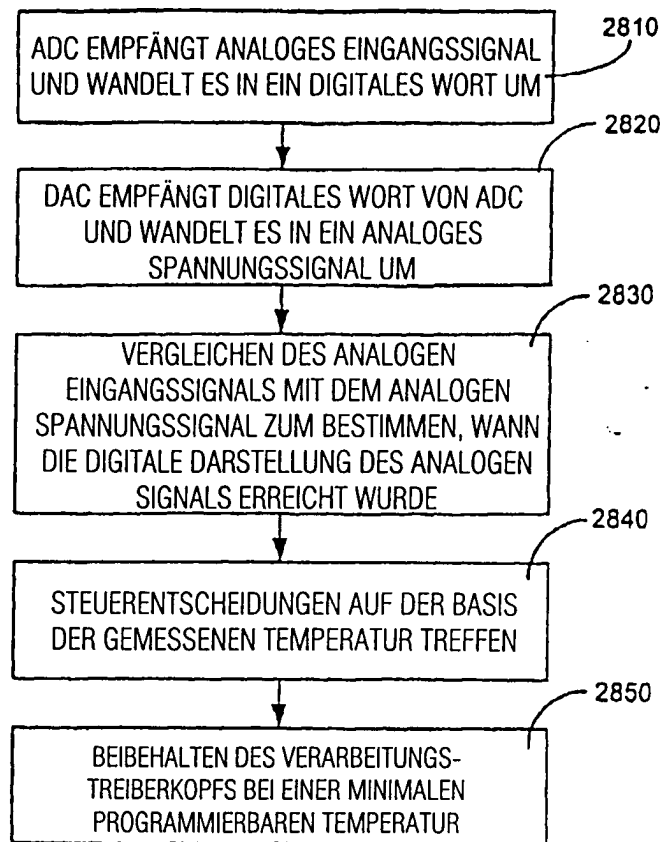
FIGUR 25



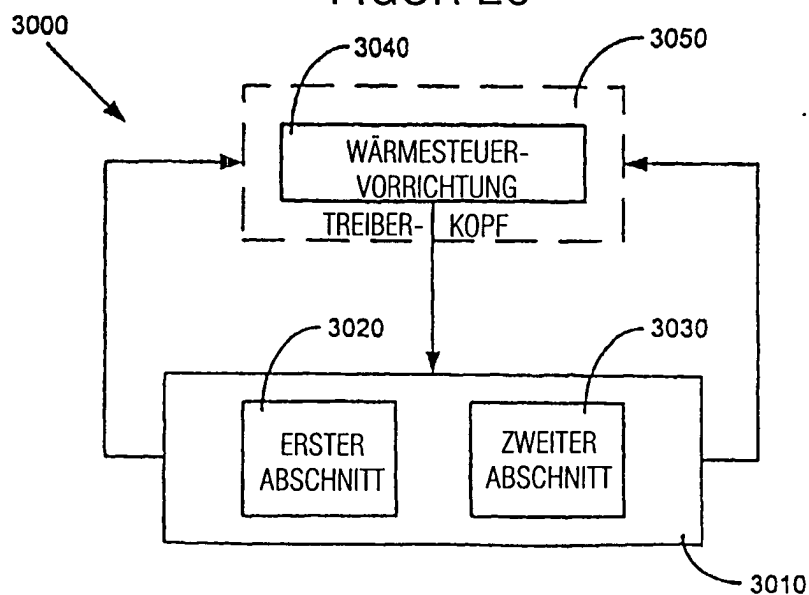
FIGUR 26



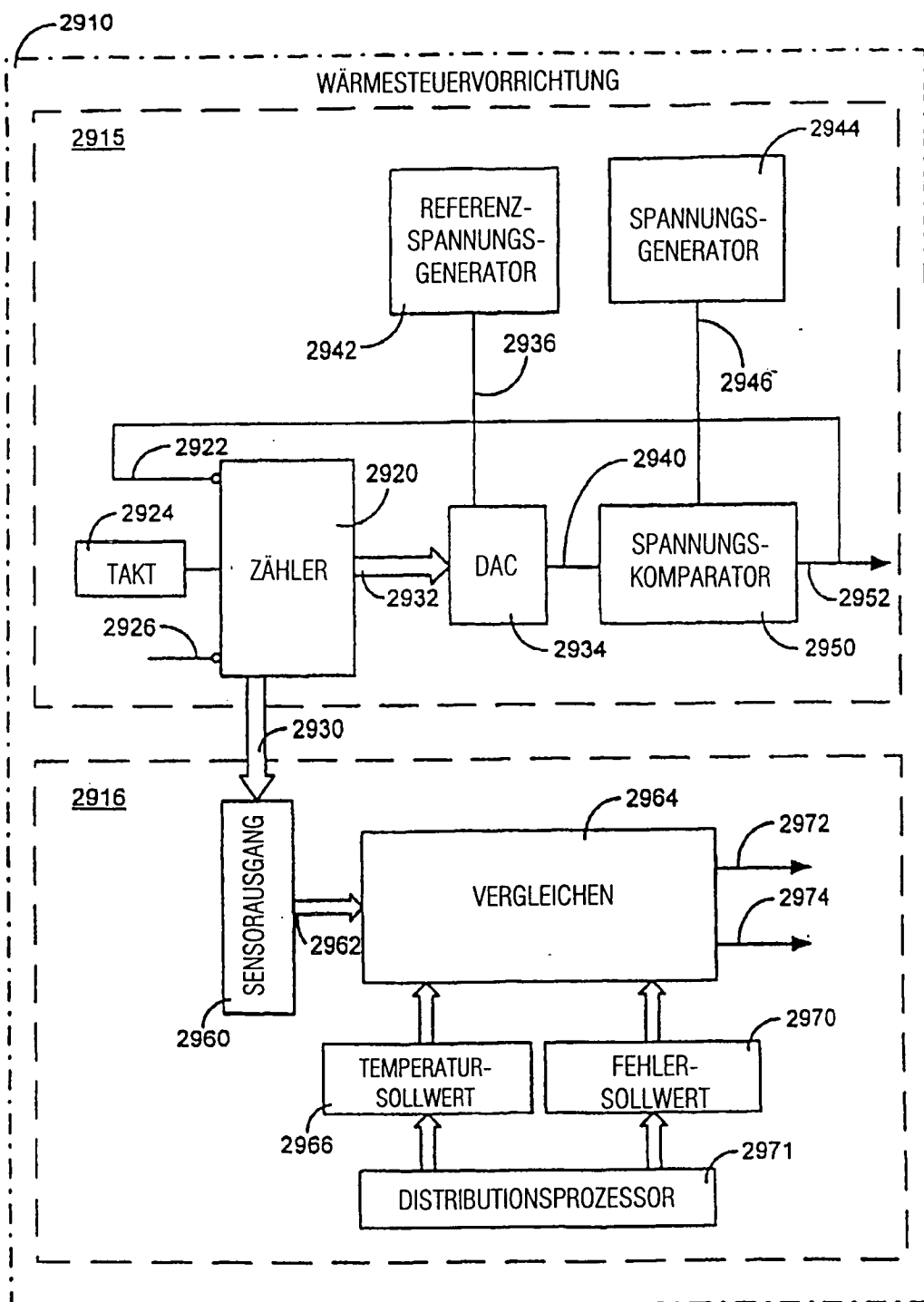
FIGUR 27



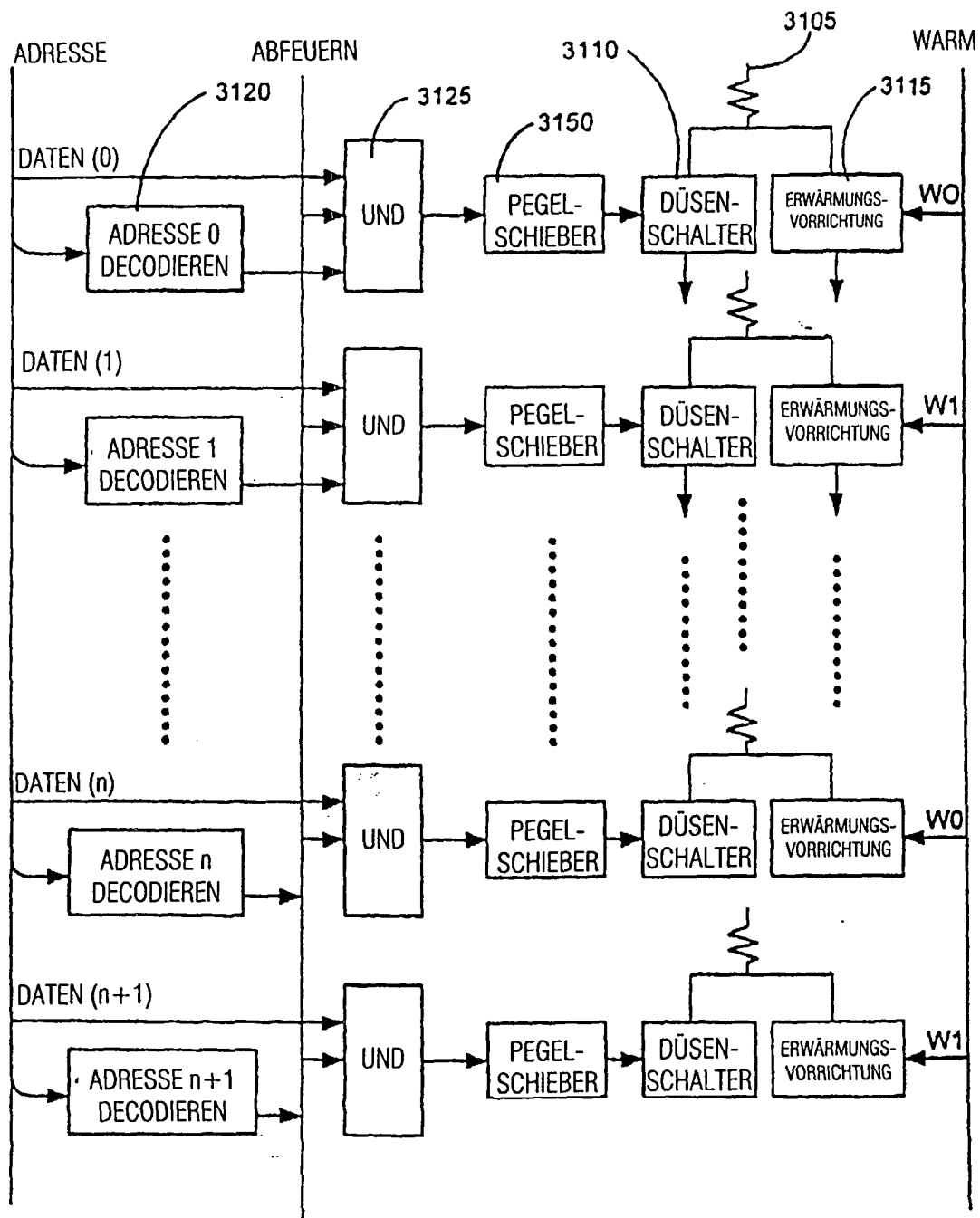
FIGUR 28



FIGUR 30



FIGUR 29



FIGUR 31