



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 215 593.7**

(51) Int Cl.: **H05K 3/12 (2006.01)**

(22) Anmelddetag: **03.09.2012**

(43) Offenlegungstag: **21.03.2013**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.04.2022**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
13/236,265 19.09.2011 US

(72) Erfinder:
Wu, Yiliang, Oakville, Ontario, CA

(73) Patentinhaber:
Xerox Corporation, Norwalk, Conn., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2009 033 510	A1
DE	38 77 412	T2
US	2010 / 0 323 102	A1

(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB,
80802 München, DE**

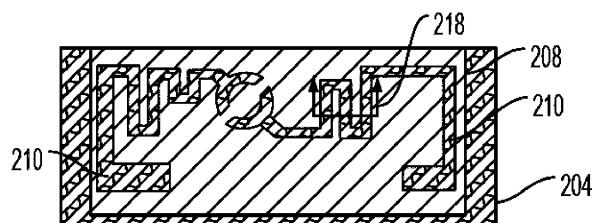
(54) Bezeichnung: **Elektrischer Schaltkreis und Verfahren zum Bilden von elektrischen Leitern auf einem Substrat**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Bilden eines elektrischen Leiters (216) auf einem Substrat (204), umfassend folgende Schritte:

Drucken (108) eines ersten Musters (208) auf das Substrat (204) mit einem elektrisch nicht leitfähigen Material, um ein zweites Muster (210) auf dem Substrat (204) zu bilden, das im Wesentlichen frei von dem elektrisch nicht leitfähigen Material ist, wobei das Substrat (204) einen Oberflächenbereich aufweist, der im Wesentlichen aus dem ersten Muster (208) und dem zweiten Muster (210) besteht und

Auftragen (112) eines elektrisch leitfähigen Materials auf den Oberflächenbereich des Substrats (204), um das elektrisch nicht leitfähige Material des ersten Musters (208) und das Substrat (204), das im Wesentlichen frei von dem elektrisch nicht leitfähigen Material ist, abzudecken, damit das elektrisch leitfähige Material, welches das zweite Muster (210) abdeckt, als elektrischer Leiter (216) funktionieren kann, der gegenüber dem elektrisch leitfähigen Material, welches das elektrisch nicht leitfähige Material abdeckt, das in dem ersten Muster (208) aufgetragen ist, elektrisch isoliert ist,

wobei das elektrisch nicht leitfähige Material konfiguriert ist, um das elektrisch leitfähige Material, das auf der Oberfläche des elektrisch nicht leitfähigen Material gebildet ist, gegenüber dem elektrisch leitfähigen Material, das auf dem Oberflächenbereich des Substrats (204) gebildet ist, der von dem zweiten Muster (210) freigelegt ist, elektrisch zu isolieren, ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft im Allgemeinen Verfahren zum Bilden von elektrischen Leitern auf einem Substrat und genauer gesagt die Verwendung eines Druckers bei einem Vorgang zum Bilden elektrischer Leiterbahnen auf einem Substrat.

[0002] Vorgänge zum Herstellen von elektrischen Bahnen für RFID-Etiketten und andere elektronische Vorrichtungen sind bekannt. Ein typischer Vorgang deckt das Substrat vollständig mit einer dünnen Metallschicht ab. Anschließend wird eine Schicht von Abdeckmaterial auf ausgewählte Abschnitte der Metallschicht aufgetragen. Das Abdeckmaterial wird mit dem gleichen Muster wie die gewünschten elektrischen Bahnen aufgetragen, die auf dem Substrat zu bilden sind, z.B. in der Form einer Antenne. Nachdem das Abdeckmaterial aufgetragen wurde, löst ein Ätzvorgang, der typischerweise Säure umfasst, das Metall auf, das nicht von dem Abdeckmaterial abgedeckt ist. Bei der Auswahl eines Substrats ist Vorsicht geboten, um sicherzustellen, dass das Substrat nicht von der Säure aufgelöst wird. Zudem muss das Substrat im Wesentlichen porenfrei sein, damit sich die Säure nicht durch das Substrat hindurch verteilt und Metall auflöst, das unter der Abdeckschicht gebildet ist. Sobald der Ätzvorgang beendet ist, wird das Abdeckmaterial ganz oder teilweise entfernt, damit die elektrischen Bahnen mit diversen elektrischen Bauteilen verbunden werden können, die auf dem Substrat angeordnet sind.

[0003] Die bestehenden Techniken zum Bilden von elektrischen Leitern und elektrischen Bahnen auf verschiedenen Substraten haben Nachteile auf Grund der Komplexität des Vorgangs zum Bilden der elektrischen Bahnen. Beispielsweise benötigen bestehende Techniken einen Ätzvorgang, um das Muster zu bilden. Zudem können die Materialien, die für bestehende Vorgänge benötigt werden, die Herstellungskosten für jede Vorrichtung erhöhen oder umweltschädliche Abfälle erzeugen. Somit sind verbesserte Systeme und Vorgänge für die Herstellung von elektrischen Leitern auf diversen Substraten von Vorteil.

[0004] DE 10 2009 033 510 A1 betrifft ein aus Fäden, die zumindest an ihrer Außenfläche aus Kunststoff ausgebildet sind, gewebtes Gewebe. Es ist vorgesehen, dass zumindest eine Flächenseite des Gewebes partiell metallisch beschichtet ist. Ferner betrifft es eine Vorrichtung mit mindestens einem derartigen Gewebe, die Verwendung eines derartigen Gewebes für unterschiedliche Anwendungszwecke sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Gewebes.

[0005] DE 38 77 412 T2 betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Schicht eines planaren Vielschicht--

Verbindungssystems für Halbleiterbauelement-Verpackung, das aufweist: a) Ausbilden einer dielektrischen Unterschicht, die über einer Basisschicht liegt, wobei die dielektrische Unterschicht nicht löslich in einem Lösungsmittel nach Aushärten der Schicht ist; b) Ausbilden einer Opfer-Unterschicht, die auf der dielektrischen Unterschicht liegt, wobei die Opfer-Unterschicht in dem Lösungsmittel löslich ist, nachdem die Schicht ausgehärtet ist; c) Entfernen eines Teils der Opfer-Unterschicht, um einen Teil der dielektrischen Unterschicht freizulegen; d) Entfernen des freigelegten Teils der dielektrischen Unterschicht und eines ausgewählten Teils der dielektrischen Unterschicht, der den freigelegten Teil der dielektrischen Unterschicht umgibt, um einen Teil der Basisschicht freizulegen, wobei das Entfernen des ausgewählten Teils einen freigelegten Teil der Opfer-Unterschicht zurücklässt, der über dem freigelegten Teil der Basisschicht hängt; e) Abscheiden einer ersten leitenden Haft-Unterschicht, die auf der dielektrischen Unterschicht, der Opfer-Unterschicht und dem freigelegten Teil der Basisschicht liegt, ohne auf dem freigelegten Überhängteil der Opfer-Unterschicht zu liegen, das gegenüber dem freigelegten Teil der Basisschicht liegt; f) Abscheiden einer leitenden Impf-Unterschicht, die auf der ersten leitenden Haft-Unterschicht liegt; g) nachdem die Schicht ausgehärtet ist, Entfernen unter Verwendung des Lösungsmittels der Opfer-Unterschicht und des Teils der ersten leitenden Haft-Unterschicht und der leitenden Impf-Unterschicht in Kontakt mit der Opfer-Unterschicht; h) Ausbilden einer Leiter-Unterschicht durch stromloses Beschichten der Impf-Unterschicht mit einer Leiter-Unterschicht; i) Ausbilden einer zweiten leitenden Haft-Unterschicht durch stromloses Beschichten der Leiter-Unterschicht mit der zweiten leitenden Haft-Unterschicht, um eine Oberfläche auszubilden, die planar zu der dielektrischen Unterschicht ist, und um eine im wesentlichen vollständig versiegelte Leiter-Unterschicht zu erzeugen.

[0006] US 2010 / 0 323 102 A1 betrifft ein System und Verfahren zum Herstellen leitender Merkmale auf einem Substrat, einschließlich Drucken eines strahlungshärtbaren Phasenwechsel-Gelmaskierungsmaterials in einem Muster aus füllbaren Kanälen auf eine Oberfläche eines Substrats; Härtung des strahlungshärtbaren Phasenwechsel-Gelmaskierungsmaterials; Abscheiden eines leitfähigen Materials in den füllbaren Kanälen; Tempern des leitenden Materials; und gegebenenfalls Entfernen des strahlungshärtbaren Phasenwechsel-Gelmaskierungsmaterials. In Ausführungsformen wird ultravioletthärtbares Phasenwechselgel verwendet, um ein Muster von Dämmen digital herzustellen, um eine dicke Schicht aus leitendem Material zu enthalten, die getempert wird, um eine elektronische Struktur zu bilden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Es ist das Ziel der vorliegenden Erfindung, System und Verfahren zum Bilden von elektrischen Leitern auf einem Substrat zu verbessern. Dieses Ziel wird durch ein Verfahren zum Bilden zum Bilden von elektrischen Leitern auf einem Substrat gemäß Anspruch 1 und einem elektrischen Schaltkreis gemäß Anspruch 3 erreicht. Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen niedergelegt.

Figurenliste

[0008] Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm eines Vorgangs zum Bilden eines elektrischen Leiters auf einem Substrat.

Fig. 2A eine Draufsicht eines Materials, wie etwa ungestrichenes Papier, das als Substrat für einen elektrischen Leiter verwendet wird.

Fig. 2B ein Teilquerschnitt von **Fig. 2A** entlang der Linie 218 gesehen.

Fig. 2C eine Draufsicht des Substrats aus **Fig. 2A** mit einem elektrisch nicht leitfähigem Materialmuster, das auf dem Substrat gedruckt ist.

Fig. 2D eine Teilquerschnittsansicht von **Fig. 2C** entlang der Linie 218 gesehen.

Fig. 2E eine Draufsicht des Substrats und des elektrisch nicht leitfähigen Materials aus **Fig. 2C** mit einer Schicht eines elektrisch leitfähigen Materials, das über dem Substrat und dem Material gebildet ist.

Fig. 2F eine Teilquerschnittsansicht von **Fig. 2E** entlang der Linie 218 gesehen.

Fig. 2G eine Draufsicht des Substrats aus **Fig. 2E**, nachdem ein wahlweises Auftragen eines Lösemittels das elektrisch nicht leitfähige Material und das elektrisch leitfähige Material, das auf dem elektrisch nicht leitfähigen Material gebildet ist, entfernt hat.

Fig. 2H eine Teilquerschnittsansicht von **Fig. 2G** entlang der Linie 218 gesehen.

Fig. 3 eine schematische Ansicht eines xerographischen Drucksystems, das konfiguriert ist, um das elektrisch nicht leitfähige Muster zu drucken, das in **Fig. 2C** bis **Fig. 2E** abgebildet ist.

Fig. 4 eine schematische Ansicht eines Tintenstrahldrucksystems mit Phasenänderung, das konfiguriert ist, um das elektrisch nicht leitfähige Muster zu drucken, das in **Fig. 2C** bis **Fig. 2E** abgebildet ist.

[0009] Zum allgemeinen Verständnis der Umgebung für das hier offenbare System und Verfahren sowie für die Einzelheiten des Systems und des Verfahrens wird auf die Zeichnungen Bezug genommen. In den Zeichnungen wurden überall die gleichen Bezugszeichen verwendet, um die gleichen Elemente zu bezeichnen. Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der Begriff „elektrischer Leiter“ auf eine beliebige Anordnung eines Materials, das es einem elektrischen Strom ermöglicht, durch das Material für eine praktische Anwendung zu fließen, wie etwa als Stromkreis oder um als Funkantenne zu dienen. Geläufige Beispiele von elektrischen Leitern umfassen Metalle, wie etwa Kupfer oder Aluminium, die in einem durchgehenden Weg gebildet sind, wie etwa in einem Draht oder einer ebenen elektrischen Bahn. Ebene elektrische Bahnen beziehen sich auf dünne Schichten eines elektrischen Leiters, der an einem durchgehenden Weg entlang auf einem Substrat gebildet ist, wie etwa elektrische Bahnen, die auf gedruckten Leiterplatten gebildet sind. Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der Begriff „elektrischer Isolierstoff“ oder „elektrisch nicht leitfähiges Material“ auf eine beliebige Material, das dem Stromfluss für eine praktische Anwendung widersteht oder diesen blockiert. Wie es nachstehend ausführlicher erklärt wird, kann ein Material, das gewöhnlich elektrisch leitfähig ist, wie etwa Kupfer, als elektrischer Isolierstoff konfiguriert werden, wenn das leitfähige Material keinen durchgehenden Weg bildet, um einen elektrischen Stromfluss zu ermöglichen.

[0010] Wie es nachstehend ausführlicher beschrieben wird, ist ein Drucker konfiguriert, um als Teil eines Vorgangs zum Bilden von elektrischen Leitern in der Form von diversen elektrischen Schaltkreisen auf dem Substrat ein „Negativbild“ auf ein Substrat zu drucken. Wie sie hier verwendet werden, werden die Begriffe „Negativbild“ und „invertiertes Bild“ austauschbar verwendet und beziehen sich auf ein gedrucktes Bild, bei dem ein elektrisch nicht leitfähiges Material, wie etwa Toner oder Tinte, in einem Muster gedruckt wird, das nur den Stellen auf dem Substrat entspricht, die nicht den beabsichtigten Stellen der elektrischen Schaltkreise entsprechen. Der elektrisch nicht leitfähige Toner oder die Tinte in dem Negativbild wird aus einem elektrisch nicht leitfähigen Material gebildet, das einen Abschnitt des Substrats beschichtet. Ein zweites Muster, das auf dem blanken Substrat gebildet ist, entspricht der Form und der Anordnung von elektrischen Schaltkreisen, die auf blanken Abschnitten des Substrats außerhalb des gedruckten Negativbildes gebildet werden.

[0011] Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der Begriff „Rautiefe“ auf eine gemessene Variation der Höhe einer Oberfläche eines Materials. Diverse Rauheitsmessgrößen werden in der Technik verwendet, um die Rauheit von Substraten, wie etwa Papier, und

die Rauheit von Mustern aus Markierungsmitteln, die auf den Substraten gebildet werden, zu beschreiben. Eine gewöhnlich verwendete Rauheitsmessgröße ist unter der Bezeichnung R_a -Parameter bekannt. Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der R_a -Parameter auf einen arithmetischen Mittelwert der absoluten Werte von Höhenvariationen, die über eine Fläche einer Oberfläche gemessen werden. Beispielsweise variiert der R_a von diversen Substraten, wie etwa Papier, von ungefähr 50 nm bis 1,2 μm , und einige Papiersorten, die beim Drucken verwendet werden, weisen einen R_a von ungefähr 100 nm bis 1,0 μm auf. Bei einer mehrschichtigen Konfiguration wirkt sich die Rautiefe einer Substratschicht auf die Verteilung einer oder mehrerer Materialschichten aus, die auf der Substratschicht gebildet sind.

[0012] **Fig. 1** bildet einen Vorgang 100 des Bildens eines oder mehrerer elektrischer Leiter auf einem Substrat, wie etwa Papier, ab. Der Vorgang 100 wird zur Erläuterung in Zusammenhang mit den beispielhaften Ausführungsformen von **Fig. 2A** bis **Fig. 2H** beschrieben. Der Vorgang 100 beginnt mit dem Bereitstellen eines Substrats für einen Drucker (Block 104). Bei Ausführungsformen mit Einzelblattdruckern umfasst das Substrat typischerweise einen Stapel von Materialblättern, die in einem Materialfach angeordnet sind. Bei einem Endlosdrucker wird das Druckmaterial als Materialrolle bereitgestellt, die durch eine Druckzone in dem Endlosdrucker gezogen wird. Ein xerographischer Drucker und ein Tintenstrahldrucker sind zwei Beispiele von Druckern, die Bilder auf das Substrat drucken. Diverse Druckerkonfigurationen drucken Bilder auf einer oder auf beiden Seiten einer durchgehenden Rolle oder von individuellen Einzelblättern des Substrats.

[0013] **Fig. 2A** und **Fig. 2B** bilden ein beispielhaftes Papiersubstrat 204 ab, das sich zum Bedrucken mit einem xerographischen oder Tintenstrahldrucker eignet. **Fig. 2A** ist eine obere Ansicht des Papiersubstrats 204, und **Fig. 2B** ist eine Teilquerschnittsansicht des Substrats 204 entlang der Linie 218 gesehen. Diverse Papierarten, einschließlich ungestrichenen Papiers ohne Beschichtungen, wie etwa Wachs- oder Kunststoffbeschichtungen, sind zur Verwendung als Substrat geeignet. Bei der Konfiguration aus **Fig. 2A** bis **Fig. 2B** ist das Substrat 204 elektrisch nicht leitfähig, damit ein oder mehrere elektrische Leiter, die auf dem Substrat 204 gebildet sind, funktionieren können ohne wesentliche Mengen von elektrischem Strom durch das Substrat 204 entweichen zu lassen. Das Substrat 204 umfasst einen Oberflächenbereich, der verwendet werden kann, um einen oder mehrere elektrische Leiter zu tragen.

[0014] Sobald er mit dem Substrat versorgt wurde, druckt der Drucker ein elektrisch nicht leitfähiges Bild

auf das Substrat, um ein elektrisch nicht leitfähiges Muster auf einem ausgewählten Abschnitt des Substrats zu bilden (Block 108). **Fig. 2C** und **Fig. 2D** bilden ein gedrucktes Negativbild ab, das als gedrucktes Muster 208 gezeigt wird. Das Bild wird aus einem elektrisch nicht leitfähigem Material gebildet, das einen Abschnitt des Substrats 204 beschichtet. **Fig. 2D** bildet eine Querschnittsansicht des Substrats 204 und des gedruckten Musters 208 entlang der Linie 218 gesehen ab, das eine Oberfläche 212 des elektrisch nicht leitfähigen Materials umfasst. Wie in **Fig. 2C** und **Fig. 2D** gezeigt, beschichtet ein gedrucktes Negativbildmuster 208 einen ausgewählten Abschnitt des Substrats 204 mit einem elektrisch nicht leitfähigen Material.

[0015] Zwei Beispiele von elektrisch nicht leitfähigen Materialien sind Emulsionsaggregationstoner und Phasenänderungstinte. Bei diversen Ausführungsformen druckt ein xerographisches Drucksystem das Muster 208 mit einem Emulsionsaggregationstoner und ein Drucksystem mit Phasenänderungstinte druckt das Muster 208 mit einer Phasenänderungstinte. Der Drucker druckt das elektrisch nicht leitfähige Muster 208 auf das Substrat 204 in Form eines Negativbildes, das einen oder mehrere unbedruckte Bereiche 210 umgibt. Die unbedruckten Bereiche 210 bilden ein Muster, das der Form eines oder mehrerer elektrischer Leiter entspricht, bevor die elektrischen Leiter auf dem Substrat 204 gebildet werden. Das Muster, das in dem Muster 208 gebildet wird, deckt einen Abschnitt des Oberflächenbereichs des Substrats 204 ab, wobei es die freigelegten Abschnitte, wie etwa die unbedruckten Flächen 210, im Wesentlichen frei von dem Markierungsmittel lässt, um ein zweites Muster auf dem Substrat zu bilden, das der Form eines elektrischen Leiters entspricht.

[0016] Bei der Ausführungsform aus **Fig. 2C** bis **Fig. 2D** beträgt die Dicke der elektrisch nicht leitfähigen Schicht ungefähr 8 μm . Bei anderen Ausführungsformen reicht die Dicke des elektrisch nicht leitfähigen Materials von ungefähr 1,0 μm bis 50 μm . Die Dichte des Markierungsmittels und die Art des Markierungsmittels, das verwendet wird, um das gedruckte Bild zu bilden, beeinflussen die Dicke des elektrisch nicht leitfähigen Musters 208. Einige Druckerkonfigurationen drucken Kopien des Bildes auf das Substrat in einer Konfiguration mit mehreren Durchgängen, um dickere Schichten des nicht leitfähigen Materials zu bilden.

[0017] Sobald das nicht leitfähige Bild auf dem Substrat gedruckt ist, wird eine Schicht von elektrisch leitfähigem Material auf das Substrat 204 und auf die Oberfläche 212 des nicht leitfähigen Musters 208 aufgetragen (Block 112). Bei einer Ausführungsform wird eine Lösung, die ein aufgelöstes Metall enthält, wie etwa Silber, Kupfer, Kupfer-Silber-Legie-

rung oder Aluminium in Partikelform, das in einem flüssigen Medium verteilt ist, auf das Substrat 204 aufgetragen. Das Lösemittel in der Lösung verdampft und lässt eine Schicht des Metalls zurück, das über die beiden freigelegten Abschnitte des Substrats 204 und die Oberfläche des gedruckten Bildes 212 gebildet ist. Bei einer Ausführungsform aus **Fig. 2A** bis **Fig. 2G** wird Kupfer in einer Schicht aufgetragen, die ungefähr 220 nm dick ist.

[0018] Bei einer anderen Ausführungsform wird das elektrisch leitfähige Material durch Aufdampfen im Hochvakuum oder Zerstäuben eines Metalls, wie etwa Kupfer oder Aluminium, aufgetragen. Bei einer Ausführungsform befindet sich das Substrat auf Raumtemperatur (ungefähr 25° C). Bei anderen Ausführungsformen wird das Substrat zusammen mit dem vorgedruckten elektrisch nicht leitfähigen Material bis auf eine erhöhte Substrattemperatur erhitzt, wobei einige Ausführungsformen das Substrat in einem Bereich von ungefähr 40° C bis 120° C erhitzen. Das Substrat 204 und das elektrisch nicht leitfähige Material in dem Muster 208 werden auf eine Temperatur erhitzt, die höher ist als eine Erweichungspunkttemperatur des Toners oder des Markierungsmittels aus Phasenänderungstinte, der bzw. das das erste Muster bildet. Auf der erhöhten Temperatur erweicht das Markierungsmittel, um die Absorption eines Teils des elektrisch leitfähigen Materials in das elektrisch nicht leitfähige Markierungsmittel in dem Muster 208 zu ermöglichen. Die erhöhte Temperatur ist auch niedrig genug, damit das Markierungsmittel in dem elektrisch nicht leitfähigen Material in dem Muster 208 nicht zerläuft oder die Form des gedruckten Bildes während des Auftragens des elektrisch leitfähigen Materials anderweitig verformt.

[0019] Bei diversen Ausführungsformen liegt die Dicke der elektrisch leitfähigen Schicht 216 zwischen ungefähr 50 nm und 10 µm, wobei einige Ausführungsformen die leitfähige Schicht mit einer Dicke von ungefähr 100 nm bis 5 µm bilden. Bei einigen Ausführungsformen beträgt der Unterschied zwischen der Dicke des elektrisch nicht leitfähigen Bildes und der elektrisch leitfähigen Schicht mindestens 500 nm, während andere Ausführungsformen einen Mindestunterschied der Dicke von mehr als 2,0 µm aufweisen. Ein optionaler Metallgalvanisierungsvorgang, der einen galvanischen Überzug oder eine Metallabscheidung verwendet, kann die Dicke eines elektrischen Leiters nach dem Bilden einer Anfangsschicht eines elektrisch leitfähigen Materials auf der Oberfläche des Substrats erhöhen.

[0020] **Fig. 2E** bildet eine Draufsicht der elektrischen Leiter 216 und des elektrisch leitfähigen Materials 220 ab, das über dem elektrisch nicht leitfähigen Muster 208 gebildet ist. **Fig. 2F** bildet eine Teilquerschnittsansicht von **Fig. 2E** entlang der Linie 218

gesehen ab, die eine Ansicht des elektrisch leitfähigen Materials 220 umfasst, das auf der Oberfläche 212 des elektrisch nicht leitfähigen Musters 208 gebildet ist. Bei der Konfiguration aus **Fig. 2E** und **Fig. 2F** werden elektrische Leiter 216 in dem unbedruckten Muster 210 auf der Oberfläche des Substrats 204 gebildet. Das Substrat 204 wird ausgewählt, um eine Oberfläche aufzuweisen, die glatt genug ist, damit das abgeschiedene Metall in den elektrischen Leitern 216 einen durchgehenden elektrischen Leiter bilden kann. Diverse handelsübliche ungestrichene Papierstoffe bieten ein geeignetes Substrat zum Bilden der elektrischen Leiter 216.

[0021] Die elektrischen Leiter 216 sind als eine Antenne für eine Radiofrequenz-Identifizierungsvorrichtung (RFID) mit elektrischen Kontakten 222 und 224 konfiguriert, die elektrisch an eine (nicht gezeigte) RFID angeschlossen sind, die auf dem Substrat 204 angebracht ist. Bei anderen Konfigurationen werden die gedruckten Muster 208, die unbedruckten Muster 210 und die elektrischen Leiter 216 in vielen verschiedenen Mustern gebildet, die elektrische Leiter für diverse Arten von elektrischen Schaltkreisen bereitstellen.

[0022] Das elektrisch leitfähige Material wird sowohl über das unbedruckte Muster 210 gebildet, um die Leiter 216 zu bilden, als auch über das nicht leitfähige Muster 208 gebildet, um eine Schicht 220 zu bilden, die entweder im Wesentlichen elektrisch nicht leitfähig oder weniger elektrisch leitfähig ist als die Leiter 216. Das elektrisch nicht leitfähige Muster 208 isoliert die Leiter 216 auf mindestens zwei Arten elektrisch. Erstens trennt die Dicke des elektrisch nicht leitfähigen Materials in dem Muster 208 die elektrischen Leiter 216 von dem elektrisch leitfähigen Material 220, das auf der Oberfläche des nicht leitfähigen Musters 208 gebildet ist. Bei dem Beispiel aus **Fig. 2E** und **Fig. 2F** ist das elektrisch nicht leitfähige Muster 208 ungefähr 8 µm dick, während die elektrischen Leiter 216 ungefähr 220 nm dick sind und unter der Oberfläche 212 des nicht leitfähigen Musters 208 positioniert sind.

[0023] Das elektrisch nicht leitfähige Muster 208 umfasst auch eine Oberfläche 212, die eine größere Rautiefe bereitstellt als das darunterliegende Substrat 204. Die Rautiefe des nicht leitfähigen Musters 208 verhindert, dass das elektrisch leitfähige Material 220 eine durchgehende Materialschicht bildet, die einen Fluss von elektrischem Strom ermöglicht. Bei dem Ausführungsbeispiel weist die Oberfläche 212 des elektrisch nicht leitfähigen Musters 208 einen R_a von ungefähr 1,5 µm auf, der größer ist als die Dicke von ungefähr 220 nm der elektrisch leitfähigen Schicht 220.

[0024] Bei anderen Ausführungsformen beträgt der R_a eines elektrisch nicht leitfähigen Materials in

einem gedruckten Bild von ungefähr 100 nm bis 10 μm , wobei einige Ausführungsformen eine Rauheit von 500 nm bis 5 μm aufweisen. Bei einigen Ausführungsformen übersteigt der Rautiefenparameter R_a des elektrisch nicht leitfähigen Materials den R_a -Parameter des Substrats um mindestens 100 nm bis 500 nm. Bei anderen Ausführungsformen unterscheidet sich die Rautiefe des elektrisch nicht leitfähigen Materials nicht wesentlich vom Substrat. Wie nachstehend beschrieben, dringt mindestens ein Abschnitt des elektrisch leitfähigen Materials in das elektrisch nicht leitfähige Material bei Ausführungsformen ein, bei denen die Rautiefe des elektrisch nicht leitfähigen Materials ähnlich wie die des Substrats ist.

[0025] Bei einigen Ausführungsformen absorbiert das nicht leitfähige Muster 208 einen Abschnitt des elektrisch leitfähigen Materials 220, um zu verhindern, dass das elektrisch leitfähige Material 220 eine elektrisch leitfähige Schicht auf dem elektrisch nicht leitfähigen Muster 208 bildet. Wie zuvor beschrieben, sind Aufdampfvorgänge im Hochvakuum, die das Markierungsmittel erhitzen und aufweichen, ein Beispiel eines Auftragvorganges, bei dem ein Abschnitt des elektrisch leitfähigen Materials 220 in das elektrisch nicht leitfähige Material des Musters 208 absorbiert wird. Die Metallatome in dem elektrischen Leiter 220 verteilen sich, wenn der elektrische Leiter in das elektrisch nicht leitfähige Muster 208 eindringt, und die sich ergebende Kombination des elektrisch nicht leitfähigen Materials mit dem absorbierten leitfähigen Material weist einen hohen elektrischen Widerstand auf.

[0026] Die Konfiguration des elektrisch nicht leitfähigen Materials in dem gedruckten Muster 208 isoliert das elektrisch leitfähige Material 220 gegenüber den elektrischen Leitern 216 und hindert das elektrisch leitfähige Material 220 daran, einen getrennten elektrischen Leiter zu bilden. Bei der beispielhaften Konfiguration aus **Fig. 2E** und **Fig. 2F** haben die elektrischen Leiter 216 einen elektrischen Widerstand von ungefähr 55 Ω , während der elektrische Widerstand über der Schicht 220 auf dem gedruckten Muster 208 einen Widerstand von mehr als 10⁹ Ω aufweist. Bei diversen anderen Konfigurationen weist das elektrisch leitfähige Material, das direkt auf dem Substrat gebildet ist, wie etwa die elektrischen Leiter 216, eine elektrische Leitfähigkeit von 1000 S/cm bis über 10.000 S/cm auf. Das elektrisch leitfähige Material, das über dem nicht leitfähigen Muster 208 gebildet ist, weist eine geringere elektrische Leitfähigkeit auf, die typischerweise in einem Bereich von 10⁻⁵ S/cm bis weniger als 10⁻¹⁰ S/cm liegt, um einen wirk samen elektrischen Isolierstoff für diverse elektrische Schaltkreise zu bilden.

[0027] Bei einigen Ausführungsformen ist der Vorgang 100 nach der Abscheidung des elektrisch leit-

fähigen Materials auf das Substrat 204 und des nicht leitfähigen Materials in dem Muster 208 beendet. **Fig. 2E** und **Fig. 2F** bilden funktionsfähige elektrische Leiter 216 ab, die als Antenne auf dem Substrat 204 gebildet sind, und bei der beispielhaften Ausführungsform ist eine RFID elektrisch an die Antennenkontakte 222 und 224 angeschlossen. Anders als bei Konfigurationen nach dem Stand der Technik sind die Oberflächen der Antennenleiter 216 frei von Abdeckmaterial, und es werden keine zusätzlichen Vorgänge benötigt, um die Antennenkontakte 222 und 224 für den elektrischen Anschluss an eine RFID vorzubereiten. Es wird auch kein zusätzlicher Vorgang benötigt, um das leitfähige Material zu ätzen, da das leitfähige Material bereits in Form einer RFID-Antenne oder eines anderen elektrischen Schaltkreises gebildet ist. Wie es zuvor beschrieben wurde, sind das elektrisch nicht leitfähige Muster 208 und die Schicht aus elektrisch leitfähigem Material 220 gegenüber den Leitern 216 elektrisch isoliert, und eine RFID, die auf dem Substrat 204 angebracht ist, funktioniert mit der Antenne, die auf den Leitern 216 gebildet ist.

[0028] Einige Ausführungsformen von Vorgang 100 umfassen ein optionales Auftragen eines Lösemittels, um das elektrisch nicht leitfähige Material in dem Muster 208 von dem Substrat 204 zu entfernen (Block 116). **Fig. 2G** und **Fig. 2H** bilden eine optionale Konfiguration ab, bei der das Lösemittel das elektrisch nicht leitfähige Material in dem Muster 208 und das elektrisch leitfähige Material 220 von dem Substrat 204 entfernt. **Fig. 2G** bildet eine Draufsicht des Substrats 204 und der elektrischen Leiter 216 ab, ohne das elektrisch nicht leitfähige Muster 208 und das elektrisch leitfähige Material 220. **Fig. 2H** bildet eine Teilquerschnittsansicht von **Fig. 2G** entlang der Linie 218 gesehen ab.

[0029] **Fig. 2H** bildet auch ein Lösemittel 228 ab, das in das Substrat 204 eindringt. Das Lösemittel 228 löst das elektrisch nicht leitfähige Muster 208 auf und lässt dabei das Substrat 204 und die elektrischen Leiter 216 im Wesentlichen unversehrt. Anders als Lösemittel, die verwendet werden, um Metall von einem Substrat zu entfernen, löst das Lösemittel 228 den metallischen elektrischen Leiter 216 nicht auf und erfordert kein Abdeckmaterial, um den elektrischen Leiter 216 zu schützen. Die elektrisch leitfähige Schicht 220, die auf dem elektrisch nicht leitfähigen Muster 208 gebildet wird, zerfällt sich in dem Lösemittel, wenn sich das elektrisch nicht leitfähige Muster 208 auflöst, wobei ein elektrischer Schaltkreis mit den Leitern 216 auf dem Substrat 204 zurückbleibt.

[0030] Bei einer Ausführungsform wird Toluol als Lösemittel 220 verwendet, um sowohl Emulsionsaggregationstoner als auch Phasenänderungstinten aufzulösen und dabei Papier und Metallschichten

aus Kupfer oder Aluminium unversehrt zu lassen. Das Substrat 204 wird ungefähr 30 Sekunden lang in das Toluol-Lösemittel 220 eingetaucht, um das elektrisch nicht leitfähige Muster 208 und das elektrisch leitfähige Material 220 zu entfernen. Das poröse Substrat 204 ermöglicht es dem Lösemittel 228, durch die Seite ohne Bild des Substrats 204 einzudringen, um das elektrisch nicht leitfähige Material in dem Muster 208 zu erreichen. Einige Ausführungsformen des Vorgangs 100 umfassen die Wiederverwertung des elektrisch leitfähigen Materials 220 nach dem Auftragen des Lösemittels 228 zur Verwendung beim Bilden zusätzlicher elektrischer Schaltkreise.

[0031] Toluol ist ein Beispiel eines Lösemittels, diverse andere Lösemittel sind jedoch geeignet, um das nicht leitfähige Muster 208 aufzulösen. Beispielsweise sind Kohlenwasserstoff-Lösemittel, die ein aliphatisches Kohlenwasserstoff-Lösemittel umfassen, wie etwa Hexan, Cyclohexan und Heptan; aromatische Kohlenwasserstoffe, wie etwa Toluol, Xylol, Trimethylbenzol, Ethylbenzol und dergleichen; Ester, wie etwa Ethylacetat; Äther, wie etwa THF; Ketone, wie etwa Aceton, MIBK; Amide, wie etwa NMP, DMF und dergleichen; alle geeignet, um das elektrisch nicht leitfähige Material aufzulösen, ohne das Substrat 204 und die elektrischen Leiter 216 zu beschädigen. Die Behandlungszeiten dauern zwischen einer Sekunde und 30 Minuten, wobei typische Behandlungszeiten zwischen 5 Sekunden und 1 Minute liegen. Bei einer Ausführungsform ermöglicht eine Behandlungszeit von weniger als 30 Sekunden das Auftragen des Lösemittels auf eine durchgehende Materialbahn vor dem Aufrollen der Materialbahn zu einer Aufnehmerrolle, nachdem eine Vielzahl von Leitern auf der Materialbahn gebildet wurde.

[0032] Der Vorgang 100 kann verwendet werden, um viele verschiedene elektrische Leiter und Schaltkreise auf einem kostengünstigen Substrat, wie etwa Papier, zu generieren. Bei alternativen Konfigurationen können die Leiter verwendet werden, um elektrische Anschlüsse zwischen zwei oder mehreren oberflächenmontierten elektrischen Bauteilen herzustellen, wozu Prozessoren, Speicher, Sensorvorrichtungen, visuelle Anzeigevorrichtungen, Funk-Transceiver und Batterien gehören. Einige Ausführungsformen des Vorgangs bilden elektrische Bauteile aus den elektrischen Leitern in dem Schaltkreis. Beispielsweise bilden Variationen der Länge und Breite eines elektrischen Leiters einen Widerstand und eine elektrische Bahn, die in einer konzentrischen Spiralförm gemustert ist, bildet eine Drosselspule.

[0033] Während **Fig. 2A** bis **Fig. 2H** einen elektrischen Leiter abbilden, der auf einer Seite des Substrats gebildet ist, kann der Vorgang 100 auch elektrische Leiter auf beiden Seiten eines Substrats bilden. Bei einer Konfiguration bildet ein doppelseitiger

Druckvorgang elektrisch nicht leitfähige Bilder auf beiden Seiten des Substrats 204. Bei dieser Ausführungsform des Vorgangs 100 wird das elektrisch leitfähige Material auf beiden Seiten des Substrats in einem einzigen Vorgang abgeschieden, wie es zuvor in Block 112 beschrieben wurde. Die doppelseitigen Leiter ermöglichen es, komplexere Anordnungen von elektrischen Schaltkreisen oder elektrische Schaltkreise mit einer geringen Flächengröße auf dem Substrat zu bilden. Zudem können entsprechende elektrische Leiter, die auf der einen oder anderen Seite des Substrats 204 gebildet sind, einen Kondensator bilden, wobei das Substrat 204 als Dielektrikum für den Kondensator dient.

[0034] **Fig. 3** bildet einen xerographischen Drucker 300 ab, der konfiguriert ist, um ein zuvor beschriebenes Negativbild mit einem elektrisch nicht leitfähigen Emulsionsaggregationstoner auf ein Substrat zu drucken. Der Drucker 300 umfasst eine Zuführeinheit 314, eine Druckeinheit 318 und eine Ausgabeeinheit 320. Die Zuführeinheit 314 nimmt eine durchgehende Rolle 316 mit einem Druckmaterialsubstrat, wie etwa Papier, auf, die aus der Zuführeinheit durch die Druckeinheit 318 hindurch abläuft. Die Druckeinheit 318 druckt Bilder des elektrisch nicht leitfähigen Musters 208 auf das Substrat und fixiert die Bilder auf dem Substrat. Das Druckmaterial bewegt sich anschließend bis zur Ausgabeeinheit 320, wo das Material auf eine Aufnehmerrolle 322 aufgewickelt wird. Das Substrat mit Bild auf der Aufnehmerrolle 322 umfasst typischerweise viele gedruckte Negativbilder, die einer oder mehreren Konfigurationen von elektrischen Schaltkreisen entsprechen. Bei einem System, das den Vorgang 100 ausführt, wird die Aufnehmerrolle 322 von dem Drucker 300 entfernt und die elektrisch leitfähigen Schichten werden von einem anderen System auf die Bilder aufgetragen, die auf der Rolle 322 gebildet sind.

[0035] Die Druckeinheit 318 umfasst ein Bedienerpult 324, an dem Auftragsscheine für Druckaufträge, die von der Maschine 300 ausgeführt werden, überprüft und/oder geändert werden können. Die Seiten, die während eines Druckauftrags zu drucken sind, können von dem Drucker 300 eingescannt werden oder über eine elektrische Kommunikationsverbindung empfangen werden. Bei der Konfiguration des Vorgangs 100 empfängt der Drucker 300 gerasterte Daten, die der Konfiguration eines oder mehrerer elektrischer Leiter entsprechen, die auf dem Substrat zu bilden sind. Einige Druckaufträge geben ein „Positivbild“ von elektrischen Leitern vor, wobei die gerasterten Bilddaten den elektrischen Leitern entsprechen, die auf dem Substrat gebildet werden. Der Drucker 300 ist konfigurierbar, um ein gerastertes Positivbild in ein gerastertes Negativbild umzukehren, und der Drucker 300 lässt die Flächen, die den elektrischen Leitern entsprechen, auf dem Substrat frei.

Einige Konfigurationen des Druckers 300 konvertieren ein nicht gerastertes Datenformat, wie etwa Daten in einem Gerber-Format, in entsprechende Rasterbilddaten zum Drucken auf dem Substrat.

[0036] Die Druckeinheit 308 generiert Binärdaten mit Bezug auf die gerasterten Bilddaten und stellt die Binärdaten einem Rasterausgabescanner (ROS) 330 bereit, um auf einem Photorezeptor 328 ein latentes Bild zu bilden. Bei einer Ausführungsform ist der ROS 330 ein Laser, der selektiv Laserlicht auf den Photorezeptor 328 an Stellen strahlt, die den Negativbilddaten entsprechen. Bei der Konfiguration des Druckers 300 ist der Photorezeptor 328 ein Riemen, der ununterbrochen den Kreislauf, der in der Figur abgebildet ist, in der Richtung, die durch den Pfeil angegeben wird, durchläuft. Andere xerographische Drucker verwenden eine Drehtrommel als Photorezeptor.

[0037] Ein Entwicklungsteilsystem 334 entwickelt Toner auf dem Photorezeptor 328. Bei dem Drucker 300 ist der Toner ein Emulsionsaggregationstoner. Bei einer Ausführungsform ist der Emulsionsaggregationstoner optisch transparent, obwohl man auch Toner in verschiedenen Farben verwenden kann. Das Auftragen des Toners auf das Substrat regelt eine Rautiefe des gedruckten Bildes auf dem Substrat. Die Rautiefe des Bildes kann beispielsweise geregelt werden, indem verschiedene Fixierdrücke, verschiedene Fixiertemperaturen oder verschiedene Fixiermaterialien verwendet werden. Ein hoher Druck, der während des Fixievorganges ausgeübt wird, führt zu geringer Rautiefe, während ein niedriger Druck eine höhere Rautiefe erzeugt. Im Allgemeinen führt eine höhere Fixiertemperatur zu einer geringeren Rautiefe, während eine tiefere Fixiertemperatur zu einer höheren Rautiefe führt. Das Tonermaterial, das von dem Drucker verwendet wird, beeinflusst ebenfalls die Bildrautiefe. Toner, die eine Gelkomponente umfassen, sind Beispiele von Tonern, die gedruckte Bilder mit einer hohen Rautiefe zur Verwendung mit dem Vorgang 100 generieren.

[0038] Eine Übertragungsstation 338 generiert ein elektrisches Feld, das den Toner, der dem latenten Bild aus dem Photorezeptor 328 entspricht, auf das Substrat überträgt. Das Substrat, welches das Tonerbild trägt, begibt sich bis zu einer Fixierstation 344, die Wärme und Druck ausübt, um das Bild auf dem Substrat zu fixieren. Das Substrat begibt sich dann bis zu der Ausgabeeinheit 320 und wird auf die Aufnehmerrolle 322 aufgewickelt.

[0039] Der Drucker 300 ist ein Beispiel einer Ausführungsform eines xerographischen Druckers, der konfiguriert ist, um elektrisch nicht leitfähige Bilder auf Papier zu generieren, wie in Vorgang 100 beschrieben. Alternative Ausführungsformen von xerographi-

schen Druckern, die Einzelblattdrucker umfassen, sind ebenfalls geeignet, um den Vorgang 100 umzusetzen.

[0040] **Fig. 4** bildet einen Tintenstrahldrucker 400 mit Phasenänderung ab, der konfiguriert ist, um das zuvor beschriebene Negativmuster mit einer elektrisch nicht leitfähigen Tinte auf ein Substrat zu drucken. Der Drucker 400 umfasst ein Steuergerät 450, eine Tintenstrahl-Druckeinheit 421 und eine Materialstrecke P, die konfiguriert ist, um ein Substrat, das als Materialbahn 414 dargestellt ist, von einer Vorratsrolle 408 zu einer Aufnehmerrolle 432 zu führen. Im Betrieb stößt die Tintenstrahl-Druckeinheit 421 Flüssigkeitströpfchen einer Phasenänderungstinte auf die Materialbahn 414 aus, um ein Muster aus elektrisch nicht leitfähiger Tinte auf der Materialbahn 414 zu bilden.

[0041] Eine Phasenänderungstinte ist bei Raumtemperatur im Wesentlichen fest, und wenn sie auf eine Schmelztemperatur der Phasenänderungstinte erhitzt wird, im Wesentlichen flüssig, um auf die Materialbahn 414 gespritzt zu werden. Bei einer Ausführungsform beträgt die Schmelztemperatur der Phasenänderungstinte ungefähr 70 °C bis 140 °C. Bei alternativen Ausführungsformen kann die in dem Drucker verwendete Tinte eine UV-härtbare Gel-Tinte umfassen. Die Gel-Tinte kann auch erhitzt werden, bevor sie durch die Tintenstrahl-Ausstoßvorrichtungen des Druckkopfes ausgestoßen wird. Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der Begriff „flüssige Tinte“ auf geschmolzene feste Tinte, erhitzte Gel-Tinte oder andere bekannte Formen von Tinte, wie etwa wässrige Tinten, Tintenemulsionen, Tintensuspensionen, Tintenlösungen oder der gleichen. Tinten mit Phasenänderung bieten Vorteile zum Drucken der Negativbilder auf die Materialbahn 414, da Phasenänderungstinten eine Schicht über der Materialbahn 414 bilden, statt in die Materialbahn 414 absorbiert zu werden. Somit sind Phasenänderungstinten dazu geeignet, eine Schicht aus elektrisch nicht leitfähigem Material zu bilden, die dicker ist als die elektrischen Leiter, die auf dem Substrat gebildet sind, wie zuvor in **Fig. 2F** abgebildet.

[0042] Das Steuergerät 450 verarbeitet Bilddaten und generiert elektrische Steuersignale für Tintenstrahl-Ausstoßvorrichtungen in der Tintenstrahl-Druckeinheit 421, um das Ausstoßen von Tintentröpfchen auf die Materialbahn 414 zu steuern. Das Steuergerät 450 generiert die elektrischen Steuersignale, um die Tintenstrahl-Druckeinheit 421 zu betreiben, um Bilder auf der Materialbahn 414 zu bilden, die Negativbildern von elektrischen Leitern entsprechen, die auf der Materialbahn 414 gebildet sind. Das Steuergerät 450 kann positive Bilddaten der elektrischen Leiter in ein Negativbild konvertieren. Das Steuergerät 450 empfängt binäre Bilddaten, die bei einigen Ausführungsformen einem Rasterbild ent-

sprechen, und bei anderen Ausführungsformen ist das Steuergerät 450 konfiguriert, um ein Bitmap-Bild aus einem nicht gerasterten Datenformat, wie etwa aus Gerber-Daten, zu generieren.

[0043] Die Druckeinheit 421 umfasst einen oder mehrere Druckköpfe, die jeweils eine Vielzahl von Tintenausstoßvorrichtungen umfassen. Die Druckköpfe sind über eine Breite der Materialbahn 414 angeordnet, um es den Tintenausstoßvorrichtungen zu ermöglichen, die Materialbahn 414 mit Tintentröpfchen abzudecken, um das elektrisch nicht leitfähige Muster zu bilden. **Fig. 4** bildet eine einzige Tintenstation 421 ab, alternative Ausführungsformen des Druckers 400 umfassen jedoch mehrere Tintenstationen, die Tintentröpfchen in verschiedenen Farben auf die Materialbahn 414 ausstoßen. Bei einigen Ausführungsformen stößt eine Druckstation Tinte aus, um das elektrisch nicht leitfähige Muster zu bilden, und eine zweite Druckstation stößt eine andere Art von Tinte aus, um Informationen, wie etwa Bilder oder Text, auf das Substrat zu drucken.

[0044] Im Betrieb läuft die Materialbahn 414 von einer Ausgangsrolle 410 ab und wird über diverse nicht gezeigte Motoren angetrieben, die eine oder mehrere Rollen drehen, die an der Materialstrecke P entlang positioniert sind. Eine Materialaufbereitungsvorrichtung umfasst die Rollen 412 und eine Vorwärmleinrichtung 418. Die Rollen 412 regeln die Spannung der abgewickelten Materialbahn 414, wenn der Materialtransport die Materialbahn an der Materialstrecke P entlang bewegt. Bei alternativen Ausführungsformen bewegt sich das Materialsubstrat über die Strecke in Form von Einzelblättern, in welchem Fall das Materialzuführungs- und Materialhandhabungssystem eine geeignete Vorrichtung oder Struktur umfassen kann, die den Transport von zugeschnittenen Materialblättern an einer gewünschten Strecke durch den Drucker entlang ermöglicht. Die Vorwärmleinrichtung 18 bringt die Bahn auf eine vorherbestimmte Anfangstemperatur, die für gewünschte Bildkennzeichen ausgewählt wird, die der Art des bedruckten Materials und der Art, den Farben und der Anzahl von Tinten, die verwendet werden, entsprechen. Einige Ausführungsformen der Vorwärmleinrichtung 418 verwenden Kontakt-, Strahlungs-, Leitungs- oder Konvektionswärme, um das Material auf eine angestrebte Vorwärmtemperatur zu bringen, die bei einer praktischen Ausführungsform in einem Bereich von ungefähr 30 °C bis ungefähr 70 °C liegt.

[0045] Das Materialsubstrat wird durch eine Druckzone 420 transportiert, welche die Druckeinheit 421 umfasst. Das Steuergerät 450 empfängt Geschwindigkeitsdaten von Codierern, die neben einem Materialhalter 424 gegenüber den Druckköpfen in der Druckeinheit 421 angebracht sind, um die lineare Geschwindigkeit und Position der Bahn zu berech-

nen, während die Bahn sich an den Druckköpfen vorbewegt. Das Steuergerät 450 verwendet diese Daten, um Taktsignale zu generieren, um die Tintenausstoßvorrichtungen in den Druckköpfen zu betätigen, damit die Druckköpfe Tinte im richtigen Takt und mit der richtigen Genauigkeit für die Lagegenauigkeit der negativen Schaltkreisbilder auf der Materialbahn 414 ausstoßen können. Das Steuergerät 450 generiert elektrische Auslösesignale, um jede der Tintenausstoßvorrichtungen mit Bezug auf die Bilddaten zu betätigen, die von dem Steuergerät 450 verarbeitet werden.

[0046] Ein oder mehrere „Zwischenheizelemente“ 430 folgen der Druckzone 420 an der Materialstrecke entlang. Einige Ausführungsformen des Zwischenheizelements 430 verwenden Kontakt-, Strahlungs-, Leitungs- und/oder Konvektionswärme, um eine Temperatur des Materials zu regeln. Das Zwischenheizelement 30 bringt die Tinte, die auf dem Material angeordnet ist, auf eine Temperatur, die für gewünschte Eigenschaften geeignet ist, wenn die Tinte auf dem Material durch einen Ausbreiter 440 geschickt wird. Bei einer Ausführungsform liegt ein Nutzbereich für eine Zieltemperatur für das Zwischenheizelement bei ungefähr 35 °C bis ungefähr 80 °C. Das Zwischenheizelement 430 hat die Wirkung des Ausgleichens der Tinten- und Substrattemperaturen bis auf ungefähr 15 °C im Verhältnis zueinander. Eine tiefere Tintentemperatur ergibt eine geringere Linienausbreitung, während eine höhere Tintentemperatur ein Durchdrucken verursacht (Sichtbarkeit des Bildes von der anderen Seite des Ausdrucks). Das Zwischenheizelement 30 passt die Substrat- und Tintentemperaturen von 0 °C bis 20 °C über der Temperatur des Ausbreiters an.

[0047] Nach den Zwischenheizelementen 430 ist eine Fixieranordnung 440 konfiguriert, um Wärme und/oder Druck auf das Material auszuüben, um die Bilder auf dem Material zu fixieren. Die Fixieranordnung kann eine beliebige geeignete Vorrichtung oder ein Gerät umfassen, um Bilder auf dem Material zu fixieren, wozu beheizte oder nicht beheizte Druckrollen, Strahlungsheizelemente, Wärmelampen und dergleichen gehören. Bei der Ausführungsform aus **Fig. 1** umfasst die Fixieranordnung einen „Ausbreiter“ 440, der einen vorherbestimmten Druck und bei einigen Umsetzungen Wärme auf das Material ausübt. Der Ausbreiter 440 umfasst Rollen, wie etwa eine bildseitige Rolle 42 und eine Druckrolle 44, um Wärme und Druck auf das Material auszuüben. Beide Rollen können Heizelemente umfassen, wie etwa die Heizelemente 446, um die Materialbahn 414 auf eine Temperatur in einem Bereich von ungefähr 35 °C bis ungefähr 80 °C zu bringen. Bei alternativen Ausführungsformen verbreitet die Fixieranordnung die Tinte unter Verwendung von kontaktlosem Erwärmen (ohne Druck) des Materials nach der Druckzone 420. Eine derartige kontaktlose Fixieran-

ordnung kann eine beliebige geeignete Art von Heizelement verwenden, um das Material auf eine gewünschte Temperatur zu erhitzen, wie etwa eine Strahlungsvorrichtung, UV-Wärmelampen und der gleichen.

[0048] Der Ausbreiter 440 übt Druck und Wärme aus, um individuelle Tintentröpfchen, die auf der Materialbahn 414 positioniert sind, zu größeren Tintenbildern zu kombinieren. Wie zuvor beschrieben, weist das nicht leitfähige Muster 208 in dem gedruckten Bild eine Oberfläche 212 mit einer Rauheit auf, die das elektrisch leitfähige Material 220 daran hindert, einen elektrischen Leiter zu bilden. Die Wärmemenge, die von dem Zwischenheizelement 430 angelegt wird, und die Druckmenge, die von dem Ausbreiter 440 ausgeübt wird, stellen eine zusammenhängende Abdeckung der Tinte in der Tinte bereit und stellen ebenfalls eine strukturierte Oberfläche mit einem geeigneten Rautenniveau für den Vorgang 100 bereit.

[0049] Nach dem Durchgang durch den Ausbreiter 440 wird die Materialbahn 414 auf eine Aufnehmerrolle 432 gewickelt. Bei alternativen Konfigurationen wird die Materialbahn 414 auf beiden Seiten bedruckt. Bei einer Konfiguration wird die Materialbahn ein zweites Mal zum doppelseitigen Drucken durch einen Materialbahnumlenker und einen zweiten Drucker mit der gleichen Konfiguration wie der Drucker 400 gezogen. Bei einer anderen Konfiguration wird die Materialbahn 414 durch den Bahnumlenker geführt, der die Materialbahn umdreht und die Materialbahn 414 über die Materialstrecke P zusammen mit der ersten Seite der Materialbahn 414 führt. Obwohl das Drucksystem 300 als direkter Tintenstrahldrucker abgebildet ist, umfassen alternative Tintenstrahldrucker indirekte Drucker, die latente Tintenbilder auf einer Bildgebungstrommel oder einem Riemen bilden und die Tintenbilder auf das Druckmaterial übertragen.

[0050] Die beiden Drucker 300 und 400 sind konfiguriert, um Bilder mit einem elektrisch nicht leitfähigen Markierungsmittel zu drucken, das eine ausreichende Rautiefe aufweist, um zu verhindern, dass das elektrisch leitfähige Material, das über dem Markierungsmittel gebildet ist, einen elektrischen Leiter bildet. In den Druckern 300 und 400 ist ein Druckaufragsparameter, der die Rautiefe von gedruckten Bildern beeinflusst, das „Glanzniveau“ des gedruckten Bildes. Wie er hier verwendet wird, bezieht sich der Begriff „Glanzniveau“ auf das Niveau einer Spiegelung eines Bildes, das auf dem Substrat gebildet ist, wobei ein Hochglanzbild ein höheres Ausmaß an Spiegelung aufweist und ein Tiefglanzbild ein geringeres Ausmaß an Spiegelung aufweist. Die Rautiefe eines gedruckten Bildes beeinflusst das Glanzniveau des gedruckten Bildes, wobei Bilder mit Tiefglanzniveau eine höhere Rautiefe aufweisen, welche die

Spiegelungen von Licht von dem gedruckten Bild reduzieren. Einige Ausführungsformen von Druckern umfassen einen Glanzniveauparameter als Teil eines Druckauftrags. Wenn der Drucker ein Bild in einem Druckmodus mit Tiefglanz oder „matt“ druckt, erzeugt der Drucker ein gedrucktes Bild mit einer Rautiefe, die zur Verwendung mit dem Vorgang 100 geeignet ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bilden eines elektrischen Leiters (216) auf einem Substrat (204), umfassend folgende Schritte:

Drucken (108) eines ersten Musters (208) auf das Substrat (204) mit einem elektrisch nicht leitfähigen Material, um ein zweites Muster (210) auf dem Substrat (204) zu bilden, das im Wesentlichen frei von dem elektrisch nicht leitfähigen Material ist, wobei das Substrat (204) einen Oberflächenbereich aufweist, der im Wesentlichen aus dem ersten Muster (208) und dem zweiten Muster (210) besteht und Auftragen (112) eines elektrisch leitfähigen Materials auf den Oberflächenbereich des Substrats (204), um das elektrisch nicht leitfähige Material des ersten Musters (208) und das Substrat (204), das im Wesentlichen frei von dem elektrisch nicht leitfähigen Material ist, abzudecken, damit das elektrisch leitfähige Material, welches das zweite Muster (210) abdeckt, als elektrischer Leiter (216) funktionieren kann, der gegenüber dem elektrisch leitfähigen Material, welches das elektrisch nicht leitfähige Material abdeckt, das in dem ersten Muster (208) aufgetragen ist, elektrisch isoliert ist, wobei das elektrisch nicht leitfähige Material konfiguriert ist, um das elektrisch leitfähige Material, das auf der Oberfläche des elektrisch nicht leitfähigen Material gebildet ist, gegenüber dem elektrisch leitfähigen Material, das auf dem Oberflächenbereich des Substrats (204) gebildet ist, der von dem zweiten Muster (210) freigelegt ist, elektrisch zu isolieren, indem die Oberfläche des elektrisch nicht leitfähigen Materials eine Rauheit aufweist, die das darauf gebildete elektrisch leitfähige Material daran hindert einen elektrischen Leiter (216) zu bilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine Rauheit des Oberflächenbereichs des Substrats (204) geringer ist als eine Rauheit einer Oberfläche (212) des ersten Musters (208), das mit dem elektrisch nicht leitfähigen Material gebildet ist.

3. Elektrischer Schaltkreis, umfassend:
ein Substrat (204);
ein elektrisch nicht leitfähiges Material, das in einem ersten Muster (208) auf dem Substrat (204) gebildet ist, wobei das erste Muster (208) nur einen ersten Abschnitt eines Oberflächenbereichs des Substrats (204) abdeckt, um ein zweites Muster (210) zu bilden, das einen zweiten Abschnitt des Oberflächen-

bereichs des Substrats (204) freilegt; und ein elektrisch leitfähiges Material, welches das elektrisch nicht leitfähige Material, das in dem ersten Muster (208) gebildet ist und den freigelegten zweiten Abschnitt des Oberflächenbereichs des Substrats (204) abdeckt, wobei das elektrisch leitfähige Material, das den zweiten Abschnitt des Oberflächenbereichs des Substrats (204) abdeckt, der von dem zweiten Muster (210) freigelegt ist, gegenüber dem elektrisch leitfähigen Material, welches das elektrisch nicht leitfähige Material abdeckt, das in dem ersten Muster (208) auf dem Substrat gebildet ist, elektrisch isoliert ist, wobei das elektrisch nicht leitfähige Material konfiguriert ist, um das elektrisch leitfähige Material, das auf der Oberfläche des elektrisch nicht leitfähigen Material gebildet ist, gegenüber dem elektrisch leitfähigen Material, das auf dem Oberflächenbereich des Substrats (204) gebildet ist, der von dem zweiten Muster (210) freigelegt ist, elektrisch zu isolieren, indem die Oberfläche des elektrisch nicht leitfähigen Materials eine Rauheit aufweist, die das darauf gebildete elektrisch leitfähige Material daran hindert einen elektrischen Leiter (216) zu bilden.

4. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 3, wobei das elektrisch leitfähige Material, das auf dem ersten Muster (208) auf dem Oberflächenbereich des Substrats (204), das mit dem elektrisch leitfähigen Material und dem elektrisch nicht leitfähigen Material abgedeckt ist, einen elektrischen Widerstand aufweist, der größer ist als ein elektrischer Widerstand des elektrisch leitfähigen Materials, das auf dem zweiten Muster (210) gebildet ist.

5. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 4, wobei das elektrisch nicht leitfähige Material auf dem ersten Muster (208), das mit dem elektrisch nicht leitfähigen Material abgedeckt ist, eine Rautiefe aufweist, die größer ist als eine Rautiefe des Substrats (204), das von dem zweiten Muster (210) freigelegt ist.

6. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 3, wobei das Substrat (204) im Wesentlichen aus einem porösen Material besteht.

7. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 6, wobei das poröse Material im Wesentlichen aus Papier besteht.

8. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 3, wobei das elektrisch nicht leitfähige Material im Wesentlichen aus einem Emulsionsaggregationstoner oder einer Phasenänderungstinte besteht.

9. Elektrischer Schaltkreis nach Anspruch 3, wobei das zweite Muster (210) als Antenne konfiguriert ist, um mindestens eines von Senden und Emp-

fangen von elektromagnetischen Signalen zu ermöglichen.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

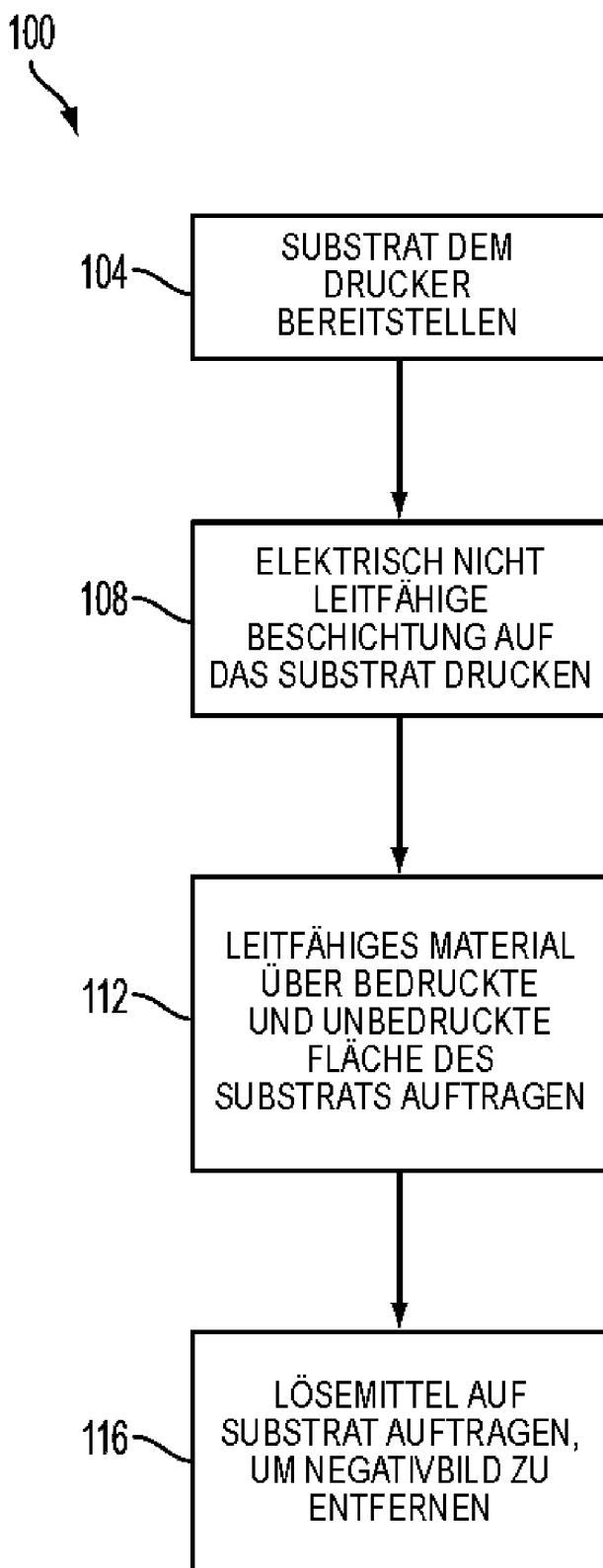


FIG. 1

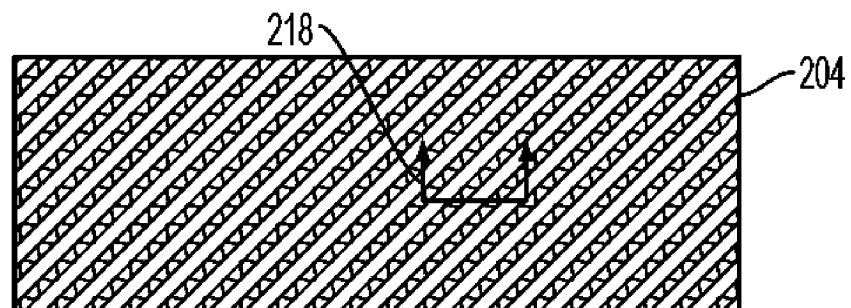


FIG. 2A



FIG. 2B

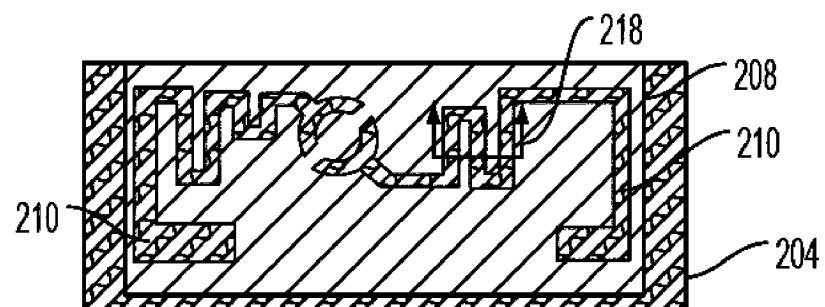


FIG. 2C

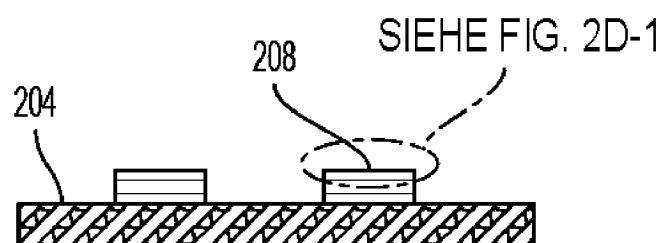


FIG. 2D

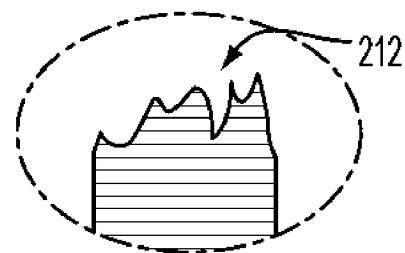
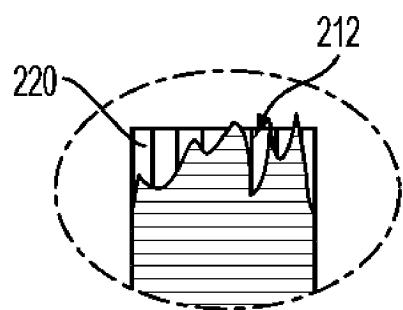
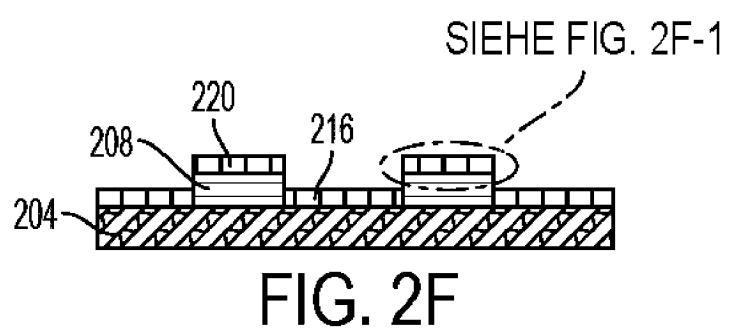
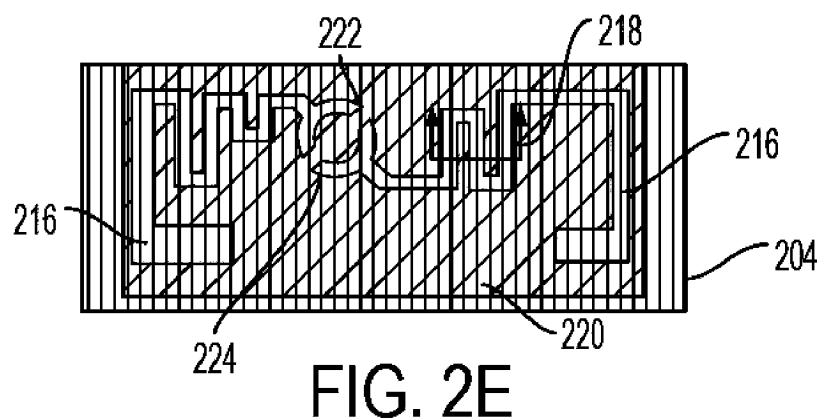


FIG. 2D-1



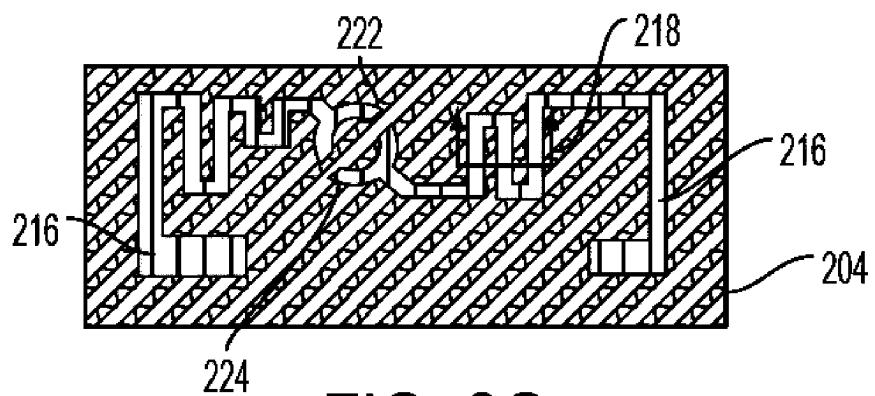


FIG. 2G

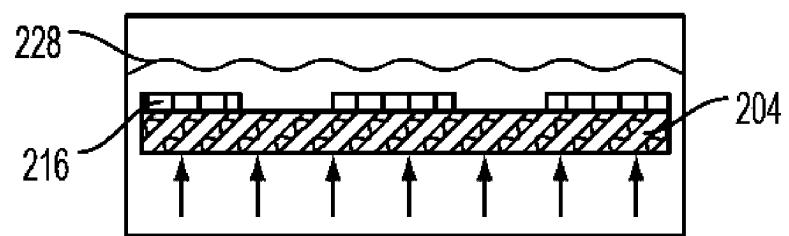


FIG. 2H

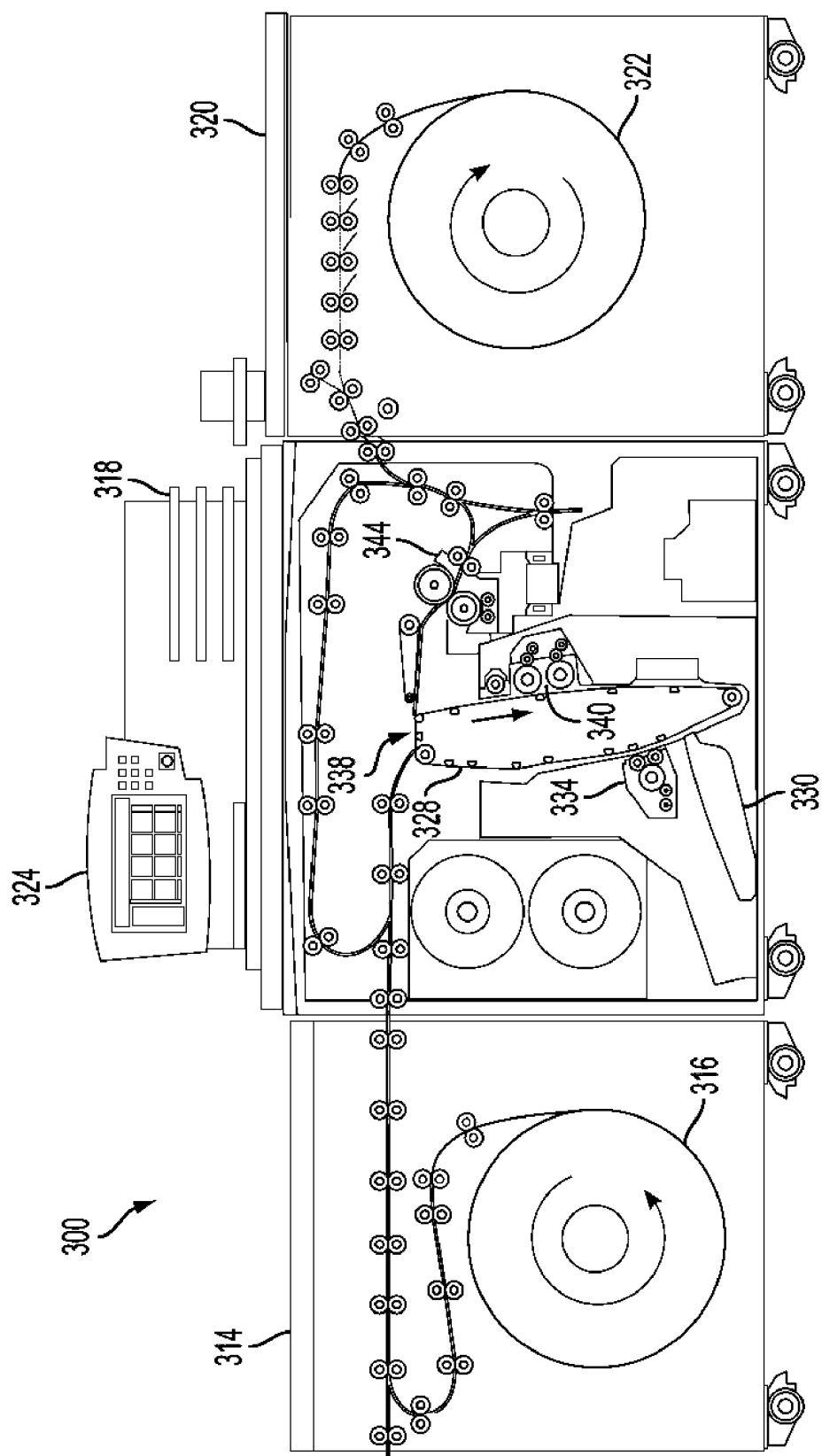


FIG. 3

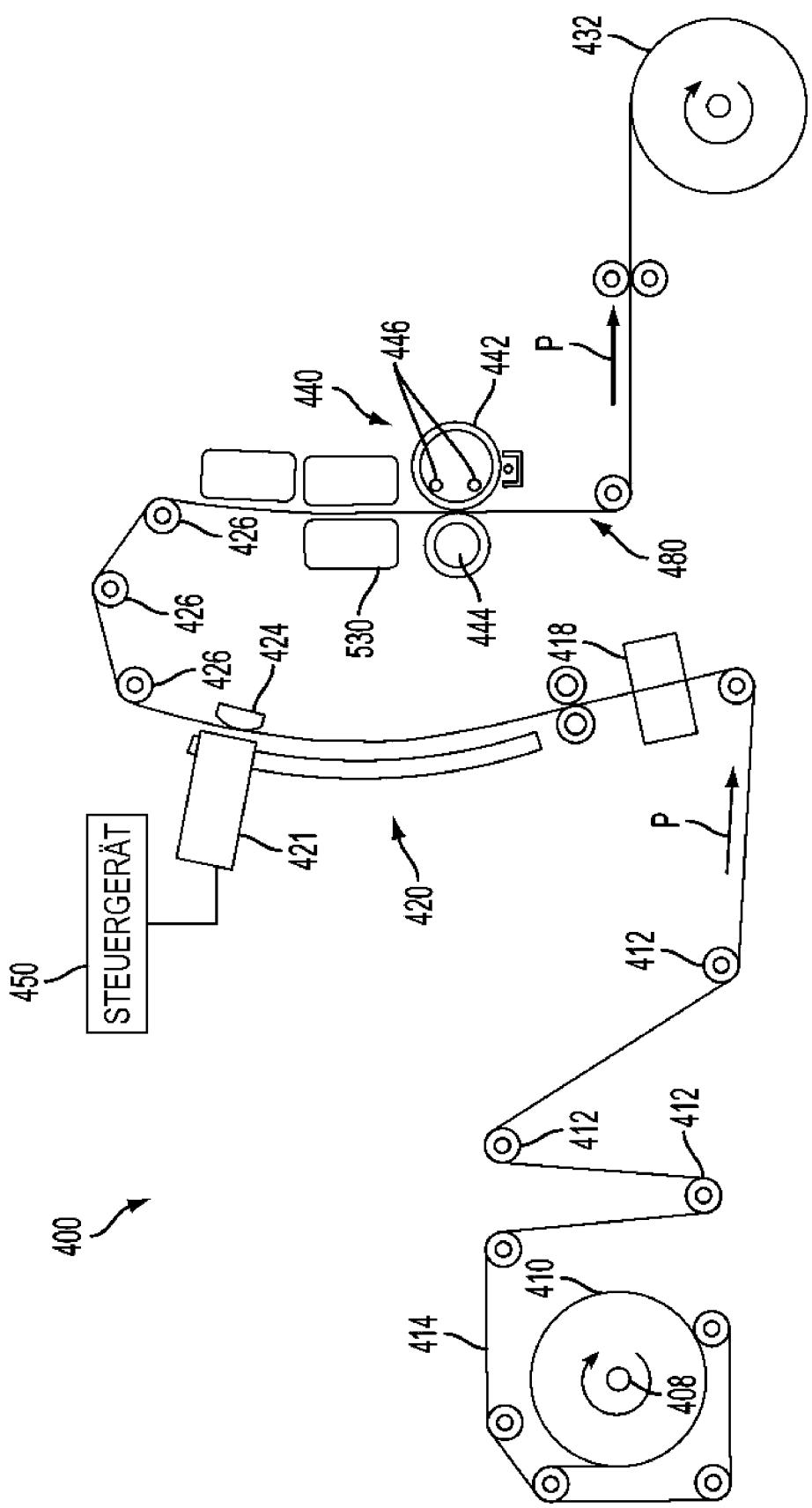


FIG. 4