



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 20 537 T2 2005.10.27**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 165 320 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 20 537.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/07901**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 921 445.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/58099**

(86) PCT-Anmeldetag: **23.03.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **05.10.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.01.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **01.06.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.10.2005**

(51) Int Cl.⁷: **B41J 2/155**
B41J 2/515

(30) Unionspriorität:
277443 26.03.1999 US

(73) Patentinhaber:
Spectra, Inc., Hanover, N.H., US

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 28209 Bremen

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(72) Erfinder:
BELIVEAU, Paul, Walpole, US; HOISINGTON, Paul, Norwich, US; HINE, Nathan, S. Strafford, US; GROSE, David, Hanover, US; LAASPERE, Jaan, Norwich, US

(54) Bezeichnung: **TINTENSTRAHLDRUCKEN IN EINEM EINMALIGEN DURCHGANG**

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

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

Beschreibung**Hintergrund**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Tintenstrahldrucken in einem einmaligen Durchgang.

[0002] Beim typischen Tintenstrahldrucken gibt ein Druckkopf Tropfen aus Düsen an Pixelpositionen in einem Raster aus Zeilen und Spalten von dicht beabstandeten Pixelpositionen ab.

[0003] Häufig sind die Düsen in Zeilen und Spalten angeordnet. Da die Zeilen und Spalten im Kopf typischerweise nicht die gesamte Anzahl von Zeilen oder gesamte Anzahl von Spalten in dem Pixelpositionsraster umfassen, muß der Kopf über das Substrat (z.B. Papier) geführt werden, auf das das Bild gedruckt werden soll.

[0004] Zum Drucken einer ganzen Seite wird der Druckkopf über das Papier in einer Kopfdurchlaufrichtung geführt, wird das Papier zum Neupositionieren in Längsrichtung bewegt und wird der Kopf wieder an einer neuen Position geführt. Die Zeile von Pixelpositionen, entlang derer eine Düse während eines Durchlaufs druckt, wird eine Druckzeile genannt.

[0005] In einem für Drucken mit niedriger Auflösung geeigneten einfachen System drucken während eines einzigen Durchlaufs des Druckkopfes benachbarte Düsen des Kopfes entlang eines Streifens aus Druckzeilen, die benachbarte Zeilen des Pixelrasters repräsentieren. Nachdem der Streifen aus Zeilen gedruckt worden ist, wird das Papier über den Streifen vorgeschoben und wird der nächste Streifen aus Zeilen im nächsten Durchlauf gedruckt.

[0006] Drucken mit hoher Auflösung liefert Hunderte von Zeilen und Spalten pro Zoll im Pixelraster. Druckköpfe können typischerweise nicht mit einer einzigen Zeile von Düsen hergestellt werden, die dicht genug im Abstand angeordnet sind, um der notwendigen Druckauflösung zu entsprechen.

[0007] Um Durchlaufdrucken mit hoher Auflösung zu erzielen, können Düsen in verschiedenen Zeilen des Druckkopfes gestaffelt oder geneigt werden, können Druckkopfdurchläufe zum Überlappen gebracht werden und können Düsen während aufeinanderfolgender Druckkopfdurchläufe selektiv aktiviert werden.

[0008] In den bisher beschriebenen Systemen bewegt sich der Kopf relativ zum Papier in zwei Richtungen (Durchlaufbewegung entlang der Breite des Papiers und Papierbewegung entlang seiner Länge zwischen Durchläufen).

[0009] Tintenstrahlköpfe können so breit wie ein zu

bedruckendes Gebiet hergestellt werden, um sogenanntes "Single-Pass-Scanning" zu ermöglichen. Beim Single-Pass-Scanning wird der Kopf in einer festen Position gehalten, während das Papier entlang seiner Länge in einer beabsichtigten Druckrichtung bewegt wird. Alle Druckzeilen entlang der Länge des Papiers können in einem Durchgang gedruckt werden.

[0010] Köpfe mit einmaligem Durchgang können aus linearen Düsenanordnungen zusammengesetzt werden. Jede lineare Anordnung ist kürzer als die vollständige Breite des zu bedruckenden Gebiets und die Anordnungen sind gestaffelt, um die gesamte Druckbreite zu überspannen. Wenn die Düsendichte in jeder Anordnung kleiner als die notwendige Druckauflösung ist, können aufeinanderfolgende Anordnungen um kleine Beträge in der Richtung von deren Längen gestaffelt sein, um die effektive Düsendichte entlang der Breite des Papiers zu erhöhen. Indem der Druckkopf breit genug gemacht wird, um die gesamte Breite des Substrats zu überspannen, kann der Bedarf an mehreren Hin- und Herdurchgängen beseitigt werden. Das Substrat kann einfach entlang seiner Länge am Druckkopf vorbei in einem einzigen Durchgang bewegt werden. Das Single-Pass-Printing ist schneller und mechanisch einfacher als Drucken mit mehreren Durchgängen.

[0011] Die US-A-5 793 392 und JP-A-3 121 853 offenbaren eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Drucken gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1, 8, 13.

[0012] Theoretisch könnte ein einziger integraler Druckkopf eine einzige Zeile von Düsen aufweisen, die so lang ist, wie das Substrat breit ist. Praktisch ist dies jedoch aus mindestens zwei Gründen nicht möglich.

[0013] Ein Grund besteht darin, daß für Drucken mit höherer Auflösung (z.B. 600 dpi) der Abstand der Düsen so klein wäre, daß er in einer einzigen Zeile zumindest mit der gegenwärtigen Technologie mechanisch nicht herstellbar wäre. Der zweite Grund besteht darin, daß die Herstellausbeute an Düsenplatten mit der Zunahme der Anzahl von Düsen in der Platte rapide nach unten geht. Dies erfolgt, da eine nicht unwesentliche Wahrscheinlichkeit besteht, daß eine bestimmte Düse bei der Herstellung defekt wird oder im Gebrauch defekt wird. Für einen Druckkopf, der eine Substratbreite von sagen wir 10 Zoll mit einer Auflösung von 600 Punkten pro Zoll überspannen muß, würde die Ausbeute unerträglich gering sein, wenn alle Düsen in einer einzigen Düsenplatte vorliegen müßten.

Zusammenfassung

[0014] Papier, das entlang seiner Länge während

des Druckens bewegt wird, weist eine Neigung (genannt Gewebehin- und -herbewegung) zum Hin- und Herbewegen in einer zur beabsichtigten Druckrichtung senkrechten Richtung auf, die die Druckqualität verschlechtern kann. Wenn ein breites Gebiet, das mehrere benachbarte Zeilen enthält, bedruckt werden soll, können Variationen in den seitlichen Auseinanderlaufen der Kanten der Zeilen und Gruppen von bereits verschmolzenen Zeilen, die das Gebiet bilden werden, versehentlich unbedruckte Gebiete liefern.

[0015] Die Erfindung sorgt für effektive Kompromisse zwischen einem Muster zur Staffelung von parallelen Druckanordnungen in einem Schwadenmodul des Druckkopfes, das für optimale Ausdehnung relativ zur Gewebehin- und -herbewegung sorgt und einem, das für optimales Zeilenausinanderlaufverhalten sorgt.

[0016] Allgemein weist ein Druckkopf gemäß einem Aspekt der Erfindung eine Anordnung von Tintendüsen auf, die zum wahlweisen Absetzen von Tintentropfen entlang paralleler Druckzeilen auf dem Medium, während das Medium und der Druckkopf einer Relativbewegung in einer Druckrichtung parallel zu den Druckzeilen ausgesetzt sind, gestaltet sind, wobei das Drucken in einem einzigen Durchgang des Druckkopfes relativ zum Medium ausgeführt wird. Die Düsen in der Anordnung sind in einem Muster so angeordnet, daß benachbarte parallele Druckzeilen auf dem Medium von Düsen versorgt werden, die unterschiedliche Positionen in der Anordnung entlang der Richtung der Druckzeilen aufweisen. Die unterschiedlichen Positionen der Düsen, die irgendein Paar benachbarte parallele Zeilen versorgen, sind durch einen Bereich getrennt, der eine Funktion von Papierhin- und -herbewegung und Tropfenausinanderlaufen ist.

[0017] Implementierungen der Erfindung können eines oder mehrere der folgenden Merkmale aufweisen. Die unterschiedlichen Positionen können auch durch nicht mehr als einen zweiten vorab festgelegten Abstand entlang der Richtung der Druckzeilen getrennt sein. Das Verhältnis des größten Abstands zum kleinsten Abstand, der irgendein Paar benachbarte Düsen trennt, kann im Bereich von 1:1 bis 2:1, z.B. 1,4:1 liegen. Die ersten und zweiten vorab festgelegten Abständen können so ausgewählt sein, daß sie eine maximale Überlappung von Drucken von benachbarten Zeilen liefern. Der Druckkopf kann Schwadenmodule enthalten, von denen jedes Anordnungsmodul enthält, die zum Erzielen des Musters gestaffelt sind. Die Staffelung der Düsen kann in Form eines Sägezahnmoduls vorliegen. Das Staffelungsmuster von einem der Schwadenmodule kann mit dem Staffelungsmuster eines anderen Streifenmoduls übereinstimmen. Das Medium kann nichtabsorbierend sein.

[0018] Allgemein bietet die Erfindung gemäß einem weiteren Aspekt ein Verfahren zum Drucken auf ein Medium gemäß Anspruch 13.

[0019] Die Düsen in der Anordnung können in einem Muster angeordnet sein, in dem jede der Düsen sich entweder stromaufwärts oder stromabwärts von beiden Nachbardüsen entlang der Druckrichtung befindet.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt bietet die Erfindung allgemein ein Schwadenmodul zur Verwendung mit anderen Modulen in einem Druckkopf mit einem einmaligen Durchgang.

[0021] Unter den Vorteilen der Erfindung befindet sich einer oder mehrere der folgenden:

[0022] Die Effekte von Gewebehin- und -herbewegung und Zeilenausinanderlaufen werden in einer nützlichen Weise ausgeglichen, während die Kosten der Herstellung der Düsenplatte reduziert werden. Die Erfindung ist speziell beim Drucken auf ein nichtabsorbierendes Medium und Drucken anwendbar, das Verschmelzen von Druckzeilen mit sich bringt, während die Tinte flüssig bleibt.

[0023] Weitere Vorteile und Merkmale werden anhand der folgenden Beschreibung und der Ansprüche ersichtlich werden.

Beschreibung

[0024] [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) stellen Gewebehin- und -herbewegung dar.

[0025] [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) stellen Zeilenverschmelzen dar.

[0026] [Fig. 6](#) stellt das Zusammenspiel von Gewebehin- und -herbewegung und Zeilenverschmelzen dar.

[0027] [Fig. 7](#) zeigt ein Graphik des Zeilenaufeinanderlaufens als eine Funktion des Abstands.

[0028] [Fig. 8](#) zeigt ein Diagramm einer Seite, die sich unter einem Druckkopf mit einem einmaligen Durchgang bewegt,

[0029] [Fig. 9](#) zeigt ein Schemadiagramm eines Schwadenmoduls.

[0030] [Fig. 10](#) zeigt ein Schemadiagramm von Düsenstaffelung.

[0031] [Fig. 11](#) zeigt ein graphisches Diagramm von Düsenstaffelung.

[0032] [Fig. 12](#) zeigt eine Tabelle mit Düsenorten.

[0033] [Fig. 13](#) zeigt ein graphisches Diagramm der Düsenstaffelung.

[0034] [Fig. 14](#) zeigt eine explosionsartige perspektivische Zusammenbauzeichnung eines Schwadenmoduls.

[0035] Die von einem Tintenstrahl Druckkopf mit einem einmaligen Durchgang erzeugte Druckqualität kann durch die Auswahl des Musters von Düsen, die zum Drucken von benachbarten Druckzeilen verwendet werden, verbessert werden. Eine geeignete Musterauswahl sorgt für einen guten Kompromiß zwischen der Wirkung der Gewebehin- und -herbewegung und der Möglichkeit von Drucklücken, die durch schlechte Zeilenverschmelzung verursacht werden.

[0036] Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zu sehen ist, unterliegt Papier, das entlang seiner Länge während des Druckens bewegt wird, sogenannter Gewebehin- und -herbewegung, die die Neigung des Gewebes (z.B. Papier) darstellt, nicht genau entlang der vorgesehenen Richtung **12** die Spur zu halten, sondern stattdessen sich in einer zur beabsichtigten Druckrichtung senkrechten Richtung **14** hin- und herbewegen. Gewebehin- und -herbewegung kann die Qualität des Tintenstrahl Drucks verschlechtern.

[0037] Gewebehin- und -herbewegung kann in Mil pro Zoll gemessen werden. Eine Hin- und Herbewegung von 0,2 Mil pro Zoll bedeutet, daß für jeden Zoll von Gewebebewegung in der vorgesehenen Richtung das Gewebe bis zu 0,00508 mm (0,2 Mil) zur einen oder anderen Seite auslenken kann. Wenn, wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zu sehen ist, die Tintenstrahldüsen nicht in einer einzigen geraden Zeile entlang der Papierbreite angeordnet sind, sondern stattdessen entlang der vorgesehenen Gewebebewegungsrichtung im Abstand angeordnet sind, erzeugt die Gewebehin- und -herbewegung einen Angrenzfehler **17** bei der Tropfenplatzierung im Vergleich mit einem vorgesehenen Angrenzabstand **15**. Zum Beispiel kann mit einer Gewebehin- und -herbewegung von 0,2 Mil pro Zoll und einem Abstand zwischen Nachbardüsen von 1,5 Zoll in der Gewebebewegungsrichtung ein Angrenzfehler von 0,00762 mm (0,3 Mil) in der Richtung senkrecht zur Hauptrichtung der Bewegung im Abstand zwischen resultierenden benachbarten Druckzeilen eingeführt werden.

[0038] Wenn das Vermeiden der Effekte von Gewebehin- und -herbewegung das einzige Anliegen wäre; würde ein gutes Muster den Abstand entlang der Druckzeilenrichtung zwischen Düsen, die benachbarte Druckzeilen ansteuern, minimieren. In einer derartigen Anordnung würden benachbarte Zeilen nahezu zur gleichen Zeit gedruckt werden und würde die Gewebehin- und -herbewegung nahezu keine Wirkung aufweisen. Dennoch wäre es für einen Kopf mit entlang der Druckzeilenrichtung beabstandeten

zwölf Modulen (siehe [Fig. 10](#)) nicht gut, wenn er ein Wiederholungsmuster aufweisen würde, in dem die Düsen, die benachbarte Druckzeilen drucken, nur ein Modul auseinander sind (z.B. in Modulen 1, 2, ..., 11, 12, 1, 2, ...). In dem Fall würde sich die letzte Düse in dem Muster in dem zwölften Modul, elf Module weg von der ersten Düse in der zweiten Wiederholung befinden, die sich wieder im ersten Modul befinden würde.

[0039] Wie in [Fig. 2](#) zu sehen ist, würde zum Zwecke des Vermeidens der Effekte von Gewebehin- und -herbewegung ein Muster mit einem maximalen Abstand von zwei Modulen gut funktionieren. Die Module, die aufeinanderfolgende Pixel in der Richtung senkrecht zur beabsichtigten Bewegung des Gewebes drucken, könnten die Module 1, 3, 5, 7, 9, 11, 12, 10, 8, 6, 4, 2 und dann zurück zu 1 sein. Wie unten erläutert, ist dieses Muster jedoch nicht ideal, wenn die Effekte des schlechten Zeilenverschmelzens auch berücksichtigt werden. Wie in [Fig. 3](#) zu sehen ist, sind andererseits die Effekte von Gewebehin- und -herbewegung wesentlicher, wenn benachbarte Zeilen von Modulen gedruckt werden, die sagen wir durch fünf Module entlang der vorgesehenen Gewebebewegungsrichtung getrennt sind.

[0040] Wie in [Fig. 4](#) zu sehen ist, kann ein weiterer Grund für schlechte Tintenstrahl Druckqualität vorkommen, wenn alle Pixel in einem bestimmten Gebiet **16** durch Drucken von mehreren durchgehenden benachbarten Zeilen **18** gefüllt werden sollen. Beim Drucken jeder durchgehenden Zeile verschmilzt eine Reihe von Tropfen **20** schnell zur Bildung einer Zeile **22**, die über die Paperoberfläche seitlich (in den zwei entgegengesetzten Richtungen senkrecht zur Druckzeilenrichtung) auseinanderläuft **24**, **26**. Idealerweise erreichen einander letztendlich benachbarte Zeilen, die auseinanderlaufen, und verschmelzen sie **28**, um ein zweidimensionales Gebiet (Streifen) zu füllen, das sich sowohl entlang der als auch senkrecht zur Zeilenrichtung erstreckt.

[0041] Für nichtabsorbierende Gewebematerialien gilt, daß das Auseinanderlaufen einer Zeilenkante durch den Kontaktwinkel begrenzt wird. (Der Kontaktwinkel ist der Winkel zwischen der Gewebeoberfläche und der Tintenoberfläche an einer Kante, wo die Tinte auf die Gewebeoberfläche trifft, bei Betrachtung im Querschnitt.) Wenn die Zeile auseinanderläuft, wird der Kontaktwinkel kleiner. Wenn der Kontaktwinkel eine untere Grenze (z.B. 10 Grad) erreicht, hält das Auseinanderlaufen der Zeile an.

[0042] Da benachbarte Zeilen verschmelzen, nimmt der Kontaktwinkel der Zeilenkanten ab. Die Rate des seitlichen Auseinanderlaufens des verschmolzenen Streifens nimmt ab, da der reduzierte Kontaktwinkel hochviskose Verzögerungskräfte und treibende Kräfte mit geringer Oberflächenspannung erzeugt. Die

Reduzierung des seitlichen Auseinanderlaufens kann weiße Lücken **30** zwischen benachbarten Zeilen erzeugen, die sich mit deren Nachbarn auf der anderen Seite der Lücke verschmolzen haben.

[0043] Die Rate des seitlichen Auseinanderlaufens der Kanten von einer oder mehreren verschmolzenen Druckzeilen variiert umgekehrt mit der dritten Potenz der Anzahl von verschmolzenen Zeilen. Wenn zwei Zeilen (oder Streifen) zu einem einzigen Streifen verschmelzen, ist durch diese Regel die Rate, mit der die Kanten des verschmolzenen Streifens seitlich auseinanderlaufen, achtmal niedriger als die Rate, mit der die anteiligen Zeilen oder Streifen auseinanderlaufen. Wenn jedoch das Auseinanderlaufen durch den Kontaktwinkel begrenzt ist, kann die Verschmelzungswirkung so sein, daß sie das Auseinanderlaufen anhält. Wenn das Drucken vonstattengeht, verschmelzen demzufolge zahlreiche Paare benachbarter Zeilen und/oder Streifen oder tun sie dies in Abhängigkeit von den Abständen zwischen deren benachbarten Kanten und den Raten des Auseinanderlaufens, die durch die Anzahl von deren anteiligen Originalzeilen impliziert sind, nicht. Für einige Paare benachbarter Zeilen und/oder Streifen hält die Auseinanderlauftrate an oder wird sie so gering, daß ausgeschlossen wird, daß die Lücke jemals gefüllt wird. Das Ergebnis ist eine dauerhafte unerwünschte ungedruckte Lücke **30**, die selbst, nachdem die Tinte fest geworden, ungefüllt bleibt.

[0044] Das Düsendruckmuster, das die Effekte des schlechten Zeilenverschmelzens am besten reduzieren kann, neigt dazu, die negativen Effekte der Gewebehin- und -herbewegung zu vergrößern.

[0045] Wie in [Fig. 5](#) zu sehen ist, würde idealerweise zur Reduzierung der Effekte des rechten Zeilenverschmelzens jede zweite Zeile **40**, **42**, **44**, **46** zur selben Zeit bedruckt werden und zugelassen, daß sie ohne Verschmelzung auseinanderläuft, was eine Reihe von füllenden parallelen Lücken **41**, **43**, **45** übrig läßt. Nachdem so viel Zeit wie möglich verstrichen ist, so daß die verbleibenden Lücken so schmal wie möglich werden, würden die restlichen Zeilen gefüllt, indem die Lücken unter Verwendung der dazwischen befindlichen Tropfenströme überbrückt werden, wie dies gezeigt ist, wobei der Spritzdurchmesser berücksichtigt wird, der als ein Ergebnis des Spritzens eines Tropfens erreicht wird, wenn er auf das Papier trifft, so daß kein zusätzliches Auseinanderlaufen erforderlich ist, um ein durchgezogenes bedrucktes Gebiet ohne Lücken zu erzielen. Mit Spritzdurchmesser meinen wir den Durchmesser des Tintenflecks, der im Bruchteil einer Sekunde erzeugt wird, nachdem ein ausgestoßener Tintentropfen auf das Substrat trifft und bis die mit dem Ausstoßen des Tropfens verbundene Trägheit abgebaut worden ist. Während dieser Periode wird das Auseinanderlaufen des Tropfens von den relativen Einflüssen von Trägheit (die

zum Verbreitern des Tropfens neigt) und Viskosität (die zum Arbeiten gegen Auseinanderlaufen neigt) beherrscht. Verstreichenlassen von so viel Zeit wie möglich vor Absetzen der dazwischen befindlichen Tropfenströme würde ein Düsendruckmuster bedeuten, in dem benachbarte Zeilen von Düsen abgesetzt werden, die so weit wie möglich voneinander beabstandet sind, genau im Gegensatz zu dem, was den Effekt der Gewebehin- und -herbewegung am besten reduzieren würde.

[0046] Ein nützlicher Abstand entlang der Druckzeilenrichtung zwischen Düsen, die benachbarte Zeilen drucken, würde die Gewebehin- und -herbewegung und Zeilenausauffaktoren in einer effizienten Weise ausgleichen. Wie in [Fig. 6](#) zu sehen ist, nehmen wir für den Moment (wir werden diese Anforderung später lockern) an, daß die Düsen in zwei Zeilen **50**, **52** angeordnet sind, die benachbarte Düsen enthalten. Wir würden gerne einen guten Abstand **54** zwischen den Zeilen finden. Nehmen wir also an, daß die Gewebehin- und -herbewegung das Gewebe sich nach links mit einer konstanten Rate (zumindest für die hier betrachtete kurze Strecke) von W Mil pro Zoll Gewebewegung in der Zeilendruckrichtung bewegt. Nehmen wir auch an, daß die Zeilenkante **60** von der Mitte einer gedruckten Zeile mit einer Rate auseinanderläuft, die durch eine abnehmende Funktion $S(d)$ Mil pro Zoll ausgedrückt wird, wobei d die Entfernung vom Punkt ist, wo die Tropfen auf das Papier ausgestoßen werden. [Fig. 7](#) zeigt drei ähnliche Kurven **81**, **82**, **83** von berechneter Auseinanderlauftrate gegenüber Entfernung entlang des Gewebes seit Ausstoßen für drei unterschiedliche Spritzdurchmesser.

[0047] In dem Beispiel ergibt sich die wichtige Überlegung in Bezug auf das Drucken des Tropfens **62** ([Fig. 6](#)), der sich in der Figur effektiv nach rechts bewegt (aufgrund von Gewebehin- und -herbewegung), und die Bewegung der Kante der Zeile **60** nach rechts. Wenn die Zeile aus der Reihe von ausgestoßenen Tropfen gebildet wird, bewegt sich zu Beginn die Zeilenkante schneller nach rechts, als dies die Position des Tropfens **62** mit der Entfernung entlang des Gewebes machen würde. Somit nimmt die Überlappung des Spritzens und der sich verbreiternden Zeile zu. Jedoch nimmt die Rate des Auseinanderlaufens der Zeile ab, während die Rate der Gewebehin- und -herbewegung in einer kurzen Entfernung dies nicht macht, so daß das Überlappungsausmaß eine Spitze erreicht und abzunehmen beginnt. Wir suchen eine Position für den Tropfen **62**, die die Überlappung maximiert. Die maximale Überlappung tritt ein, wenn die Auseinanderlauftrate gleich der Rate der Gewebehin- und -herbewegung ist.

[0048] In [Fig. 7](#) können horizontale Linien eingezeichnet werden, um die Raten der Gewebehin- und -herbewegung wiederzugeben. Für Raten der Gewe-

behin- und -herbewegung zwischen 0,1 und 0,2 Mil pro Zoll, die von den Linien **68**, **69** wiedergegeben werden, treten die Schnittpunkte mit Kurven **81**, **82**, **83** im Bereich einer Trennung von 0,02 bis 0,056 m (0,0 bis 2,2 Zoll) auf.

[0049] Wie in [Fig. 8](#) zu sehen ist, enthält ein Druckkopf, der unter Verwendung eines Düsendruckmusters betrieben werden kann, das in den in [Fig. 7](#) gezeigten Bereich fällt, drei Schwadenmodule 0, 1 und 2, die schematisch gezeigt sind. Die drei Schwadenmodule drucken jeweils drei benachbarte Schwaden **108**, **110**, **112** entlang der Länge des Papiers, wenn das Papier in der durch den Pfeil gekennzeichneten Richtung bewegt wird.

[0050] Wie in [Fig. 9](#) zu sehen ist, weist jedes Schwadenmodul **130** zwölf lineare Anordnungsmodule auf, die parallel angeordnet sind. Jedes Anordnungsmodul weist eine Zeile mit **128** Düsen **134** auf, die ein Abstandsintervall von 12/600 Zoll zum Drucken mit einer Auflösung von 600 Pixel pro Zoll über die Breite des Papiers aufweist. (Die Anzahl von Düsen und deren Gestalten sind in der Figur nur schematisch dargestellt.) Um sicherzustellen, daß jede Pixelposition über die Breite des Papiers von einer Düse abgedeckt ist, die eine der notwendigen Druckzeilen **140** entlang der Länge des Papiers druckt, sind die zwölf identischen Anordnungsmodule, wie in [Fig. 10](#) zu sehen ist, in der Richtung der Längen der Anordnungen gestaffelt (die Staffelung ist in [Fig. 9](#) nicht zu sehen). Wie zu sehen ist, nimmt somit die erste Düse (durch einen großen schwarzen Punkt markiert) in jedem der Module klar eine Position entlang der Breite des Papiers ein, die mit einer der notwendigen Druckzeilen übereinstimmt.

[0051] In dem in der Figur gezeigten unteren Anordnungsmodul ist die Position der zweiten Düse durch einen Punkt gezeigt, aber sind die nachfolgenden Düsenorte in der Anordnung und in den anderen Anordnungen nicht gezeigt. Obwohl [Fig. 10](#) das Staffelungsmuster für eines der drei Schwadenmodule zeigt, weisen außerdem die anderen beiden Schwadenmodule ein weiteres unterschiedliches Staffelungsmuster auf, wie dies unten beschrieben ist.

[0052] In [Fig. 11](#) sind die Staffelungsmuster für alle drei Schwadenmodule graphisch gezeigt. Die Muster weisen ein Sägezahnprofil auf. Jede Düse befindet sich entweder stromaufwärts oder stromabwärts entlang der Druckrichtung von beiden Nachbardüsen mit nur einer Ausnahme beim Übergang zwischen Schwadenmodul 0 und Schwadenmodul 1. Die Graphik für jedes Schwadenmodul enthält Punkte, um zu zeigen, welches der ersten zwölf Pixel, die von dem Schwadenmodul abgedeckt werden, von der ersten Düse jedes Anordnungsmoduls versorgt wird. Die Graphik für jedes Schwadenmodul zeigt nur das Staffelungsmuster, aber zeigt nicht alle Düsen des Mo-

duls. Das Muster wiederholt sich 127 mal nach rechts vom gezeigten Muster für jedes Schwadenmodul. Für diesen Zweck wird das zwölfte Pixel in jeder Reihe als das nullte Pixel in der nächsten Reihe betrachtet. In ähnlicher Weise nimmt die mit der Nummer 12 versehene Modulanordnung im Schwadenmodul 1 die 0-Position entlang der Y-Achse in den Schwadenmodulen 0 und 2 effektiv ein (obwohl die Figur der Klarheit halber dies nicht in der Weise zeigt).

[0053] [Fig. 12](#) zeigt eine Tabelle, die X- und Y-Orte in Zoll der ersten Düse jedes Anordnungsmoduls, die das Schwadenmodul 0 aufbauen, relativ zur Position des Pixels 1 liefert. [Fig. 12](#) demonstriert das Staffelungsmuster von Anordnungsmodulen. Für das Schwadenmodul 0 sind die Pixelpositionen der ersten Düsen in der mit "Pixel" gekennzeichneten Spalte aufgelistet. Die Modulzahl des Anordnungsmoduls, zu der die erste Düse, die das Pixel druckt, gehört, ist in der mit "Modulzahl" gekennzeichneten Spalte gezeigt. Der X-Ort des Pixels in Zoll ist in der mit "X-Ort" gekennzeichneten Spalte gezeigt. Der Y-Ort des Pixels ist in der mit "Y-Ort" gekennzeichneten Spalte gezeigt. Das Schwade 2-Modul ist identisch mit dem Schwade 0-Modul gestaltet und das Schwade 1-Modul ist identisch mit (übereinstimmend mit) den anderen beiden Modulen (mit einer 180 Grad-Drehung) gestaltet.

[0054] Der Spalt in der Y-Richtung zwischen der letzten Düse (mit der Nummer 1536 versehen) des Schwade 0-Moduls und der ersten Düse (mit der Nummer 1537 versehen) des Schwade 1-Moduls von 0,989 Zoll verletzt die Regel, daß jede Düse sich entweder stromaufwärts oder stromabwärts entlang der Druckrichtung beider Nachbardüsen befindet. Andererseits beträgt der Spalt in der Y-Richtung zwischen der letzten Düse (mit der Nummer 3072 versehen) des Schwade 1-Moduls und der ersten Düse (mit der Nummer 3073 versehen) des Schwade 2-Moduls 4,19 Zoll, was für Zeilenverschmelzen aber nicht für Gewebehin- und -herbewegung gut ist.

[0055] Somit beträgt in dem Beispiel der [Fig. 10](#) bis [Fig. 12](#) der Abstand entlang der Geweberichtung, die mit der X-Achse von [Fig. 7](#) übereinstimmt, zwischen 1,2 und 2,0 Zoll für jedes benachbarte Paar Druckzeilendüsen (was mehr als eine Größenordnung und näherungsweise zwei Größenordnungen größer als der Düsenabstand – 1/50 Zoll – in einem bestimmten Anordnungsmodul ist) mit Ausnahme der Paare, die die Übergänge zwischen Schwadenmodulen überspannen. Obwohl es einen gewissen Unterschied in den Geweberichtungsabständen für unterschiedliche Paare Düsen gibt, ist es erwünscht, das Verhältnis des kleinsten Abstands zum größten Abstand nahe bei eins zu halten, um den größten Vorteil an den oben beschriebenen Prinzipien abzuleiten. Im Falle der [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) beträgt das Verhältnis 1,67 (ausschließlich der zwei Übergangspaare).

[0056] Der oben erörterte Bereich von Abständen entlang der Geweberichtung impliziert einen Bereich von Verzögerungszeiten zwischen dem Zeitpunkt, wenn ein Tintentropfen auf das Substrat auftrifft und dem Zeitpunkt, wenn der nächste benachbarte Tintentropfen auf das Substrat auftrifft, in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Gewebebewegung entlang der Druckrichtung. Für eine Gewebegeschwindigkeit von 20 Zoll pro Sekunde geht der Bereich von Abständen von 1,2 bis 2,0 Zoll in einen Bereich von Zeitdauern von 0,06 bis 0,1 Sekunden über.

[0057] Jedes Schwadenmodul enthält eine Düsenplatte benachbart zu den Düsenseiten der Anordnungsmodule. Die Düsenplatte weist ein Staffelmuster aus Löchern auf, die mit dem oben beschriebenen Muster übereinstimmen. Ein Vorteil der Muster der Tabelle von [Fig. 7](#) besteht darin, daß die Düsenplatten der Schwadenmodule 0, 1 und 2 identisch sind, außer daß die Düsenplatte für das Schwadenmodul 1 um 180 Grad im Vergleich mit den anderen beiden gedreht ist. Da nur eine Art von Düsenplatte entworfen und hergestellt werden muß, werden die Herstellkosten reduziert.

[0058] In [Fig. 13](#) sind die Schwade 1- und 2-Module um zwei Pixelpositionen relativ zu seiner Position in [Fig. 11](#) verschoben worden. Das zwölfte Pixel in Modul 0 (1536) und das erste Pixel in Modul 1 (1537) sind gesperrt. Das Ergebnis besteht darin, daß der Abstand entlang der Druckrichtung auf 4,589 Zoll erhöht ist, ein Abstand, der in Bezug auf die Gewebehin- und -herbewegung schlechter, aber in Bezug auf Zeilenverschmelzen besser ist.

[0059] [Fig. 14](#) zeigt die Konstruktion jedes Schwadenmoduls **130**. Das Schwadenmodul weist eine Verteiler/Düsenplatten-Anordnung **200** und einen Unterrahmen **202** auf, die gemeinsam ein Gehäuse für eine Reihe von zwölf linearen Modulanordnungen **204** liefern. Jede Modulanordnung enthält eine piezoelektrische Körperanordnung **206**, einen Lagerfang **207**, eine Leitungsdrahtanordnung **208**, eine Klemmleiste **210** und Befestigungsscheiben **213** und **214** und Schrauben **215**. Die Modulanordnungen sind in Gruppen von drei montiert. Die Gruppen sind durch Versteifungen **220** getrennt, die unter Verwendung von Schrauben **222** montiert sind. Zwei elektrische Heizeinrichtungen **230** und **232** sind im Unterrahmen **202** montiert. Ein Tinteneinlaßverbindungsstück **240** befördert Tinte aus einem externen Behälter, nicht gezeigt, durch den Unterrahmen **202** in Kanäle in der Verteileranordnung **200**. Von dort wird die Tinte durch die zwölf linearen Modulanordnungen **204**, zurück in den Verteiler **200** und durch den Unterrahmen **202** und das Auslaßverbindungsstück **242** heraus verteilt, wodurch sie letztendlich zum Behälter zurückkehrt. Schrauben **244** werden zum Zusammenbauen des Verteilers mit dem Unterrahmen **200** verwendet. Feststellschrauben **246** werden zum Halten der Hei-

zeinrichtungen **232** verwendet. O-Ringe **250** sorgen für Abdichtungen, um Tintenleckage zu verhindern.

[0060] Die Anzahl von Schwadenanordnungen und die Anzahl von Düsen in jeder Schwadenanordnung sind so ausgewählt, daß sie für einen guten Kompromiß zwischen den Ausschlußkosten, die mit dem Ausrangieren von unbrauchbaren Düsenplatten verbunden sind (die häufiger sind, wenn weniger Platten jeweils mit mehr Düsen verwendet werden), und den Kosten des Zusammenbauens und Ausrichtens von mehreren Schwadenanordnungen in einem Kopf (die mit der Anzahl von Platten zunehmen) liefern. Der ideale Kompromiß kann sich mit der Reife des Herstellprozesses ändern.

[0061] Die Anzahl von Düsen in der Düsenplatte, die die Schwade versorgt, liegt vorzugsweise im Bereich von 250 bis 4000, noch bevorzugter im Bereich von 1000 bis 2000 und am bevorzugtesten von ungefähr 1500. In einem Beispiel weist der Kopf drei Schwadenanordnungen auf, die jeweils zwölf gestaffelte lineare Anordnungen von Düsen aufweisen, um 600 Zeilen pro Zoll über ein Druckgebiet von 7,5 Zoll zu liefern. Die Platte, die jede Schwadenanordnung versorgt, weist dann 1536 Düsen auf.

[0062] Weitere Ausführungsformen liegen innerhalb des Schutzbereiches der folgenden Ansprüche.

[0063] Zum Beispiel könnte der Druckkopf eine einzige zweidimensionale Anordnung von Düsen oder irgendeine Kombination von Anordnungsmodulen oder Schwadenanordnungen mit irgendeiner Anzahl von Düsen sein. Die Anzahl von Schwadenanordnungen könnte zum Beispiel eins, zwei, drei oder fünf sein. Gute Trennungen entlang der Druckzeilenrichtung zwischen Düsen, die benachbarte Druckzeilen drucken, werden von der Anzahl und vom Abstand der Düsen, den Größen der Anordnungsmodule, der relativen Wichtigkeit der Gewebehin- und -herbewegung, des Zeilenverschmelzens und der Herstellkosten in einer bestimmten Anwendung und anderen Faktoren abhängen.

[0064] Das Ausmaß der Gewebehin- und -herbewegung, das toleriert werden kann, ist für Drucken mit niedrigerer Auflösung höher. Es könnten unterschiedliche Tinten verwendet werden, obwohl Tintenviskosität und -oberflächenspannung das Ausmaß des Zeilenverschmelzens beeinflussen werden.

[0065] Es könnten andere Düsenmuster verwendet werden, wenn das Hauptanliegen die Gewebehin- und -herbewegung ist oder wenn das Hauptanliegen das Zeilenverschmelzen ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Drucken auf ein Medium (**10**),

umfassend

einen Druckkopf mit einer Anordnung von Düsen (134), die zum Absetzen von Tintentropfen entlang paralleler Druckzeilen auf dem Medium (10), während das Medium (10) und der Druckkopf einer Relativbewegung in einer Druckbewegung parallel zu den Druckzeilen (140) ausgesetzt sind, gestaltet sind, wobei das Drucken in einem einzigen Durchgang des Druckkopfes relativ zum Medium (10) ausgeführt wird,

die Düsen in der Anordnung in einem Muster angeordnet sind, so daß benachbarte parallele Druckzeilen auf dem Medium von Düsen (134) versorgt werden, die unterschiedliche Positionen in der Anordnung entlang der Richtung der Druckzeilen (140) aufweisen,

dadurch gekennzeichnet, daß unterschiedliche Positionen der Düsen (134), die Paare benachbarte parallele Zeilen versorgen, entlang der Richtung der Druckzeilen in einem Bereich getrennt sind, der als eine Funktion von Gewebehin- und -herbewegung und Tropfenauseinanderlaufen bestimmt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des größten Abstands zum kleinsten Abstand, der jedes Paar benachbarte Düsen (134) trennt, im Bereich von 1:1 bis 2:1 liegt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände eine maximale Überlappung beim Drucken der benachbarten Zeile (140) liefern.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckkopf Schwadenmodule (130) aufweist, von denen jedes Anordnungsmodul enthält, die zum Erzielen des Musters gestaffelt sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnungsmodule Düsen (134) aufweisen, die in einem Sägezahnmuster gestaffelt sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Staffelmuster von einem der Schwadenmodule (130) mit dem Staffelmuster eines weiteren der Schwadenmodule (130) übereinstimmt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium (10) ein nichtabsorbierendes Medium umfaßt.

8. Schwadenmodul (130) zur Verwendung mit weiteren Modulen in einem Druckkopf zum Drucken auf ein Medium (10), umfassend Düsen (134), die zum Absetzen von Tintentropfen entlang paralleler Druckzeilen (140) auf das Medium (10), während das Medium und der Druckkopf einer

Relativbewegung in einer Druckrichtung parallel zu den Druckzeilen ausgesetzt sind, gestaltet sind, wobei das Drucken in einem einzigen Durchgang des Druckkopfes relativ zum Medium (10) ausgeführt wird,

die Düsen (134) in der Anordnung in einem Muster angeordnet sind, so daß benachbarte parallele Druckzeilen (140) auf dem Medium von Düsen versorgt werden, die unterschiedliche Positionen in der Anordnung entlang der Richtung der Druckzeilen aufweisen,

dadurch gekennzeichnet, daß

unterschiedliche Positionen der Düsen, die Paare benachbarte parallele Zeilen versorgen, entlang der Richtung der Druckzeilen (140) in einem Bereich getrennt sind, der als eine Funktion von Gewebehin- und -herbewegung und Tropfenauseinanderlaufen bestimmt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedlichen Positionen durch nicht mehr als einen zweiten vorab festgelegten Abstand entlang der Richtung der Druckzeilen (140) getrennt sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände ein maximales Überlappen des Druckens einer benachbarten Linie liefern.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen in einem Sägezahnmuster gestaffelt sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium ein sich bewegendes Gewebe ist.

13. Verfahren zum Drucken unter Verwendung eines Druckkopfes mit einer Anordnung von Düsen (134), die zum Absetzen von Tintentropfen entlang paralleler Druckzeilen (140) auf dem Medium (10), während das Medium (10) und der Druckkopf einer Relativbewegung in einer Druckrichtung parallel zu den Druckzeilen ausgesetzt sind, gestaltet sind, wobei das Drucken in einem einzigen Durchgang des Druckkopfes relativ zum Medium (10) ausgeführt wird, umfassend

Anordnen der Düsen (134) derart, daß benachbarte parallele Druckzeilen (140) auf dem Medium von Paaren von Düsen versorgt werden, die unterschiedliche Positionen in der Anordnung entlang der Richtung der Druckzeilen (140) aufweisen, gekennzeichnet durch

Festlegen des Abstandes der Düsen (134) entlang der Richtung der Druckzeilen als eine Funktion von Gewebehin- und -herbewegung und Tropfenauseinanderlaufen.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die Düsen in einer Reihe von gestaffelten linearen Anordnungen angeordnet sind, die eine erste Anordnung und eine letzte Anordnung in der Richtung der Druckzeilen enthalten; und genannte Paare Düsen nicht in benachbarten Anordnungen noch in der ersten und letzten Anordnung vorhanden sind.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnungen von separaten Anordnungsmodulen definiert sind.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß es eine Vielzahl von Schwadenmodulen (**130**) umfaßt, die genannte Anordnungsmodule enthalten.

17. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Paare Düsen durch einen Abstand im Bereich von ungefähr 3,05 bis ungefähr 5,08 cm (1,2 bis ungefähr 2,0 Zoll) getrennt sind.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des größten Abstands zum kleinsten Abstand im Bereich von 1:1 bis 2:1 liegt.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

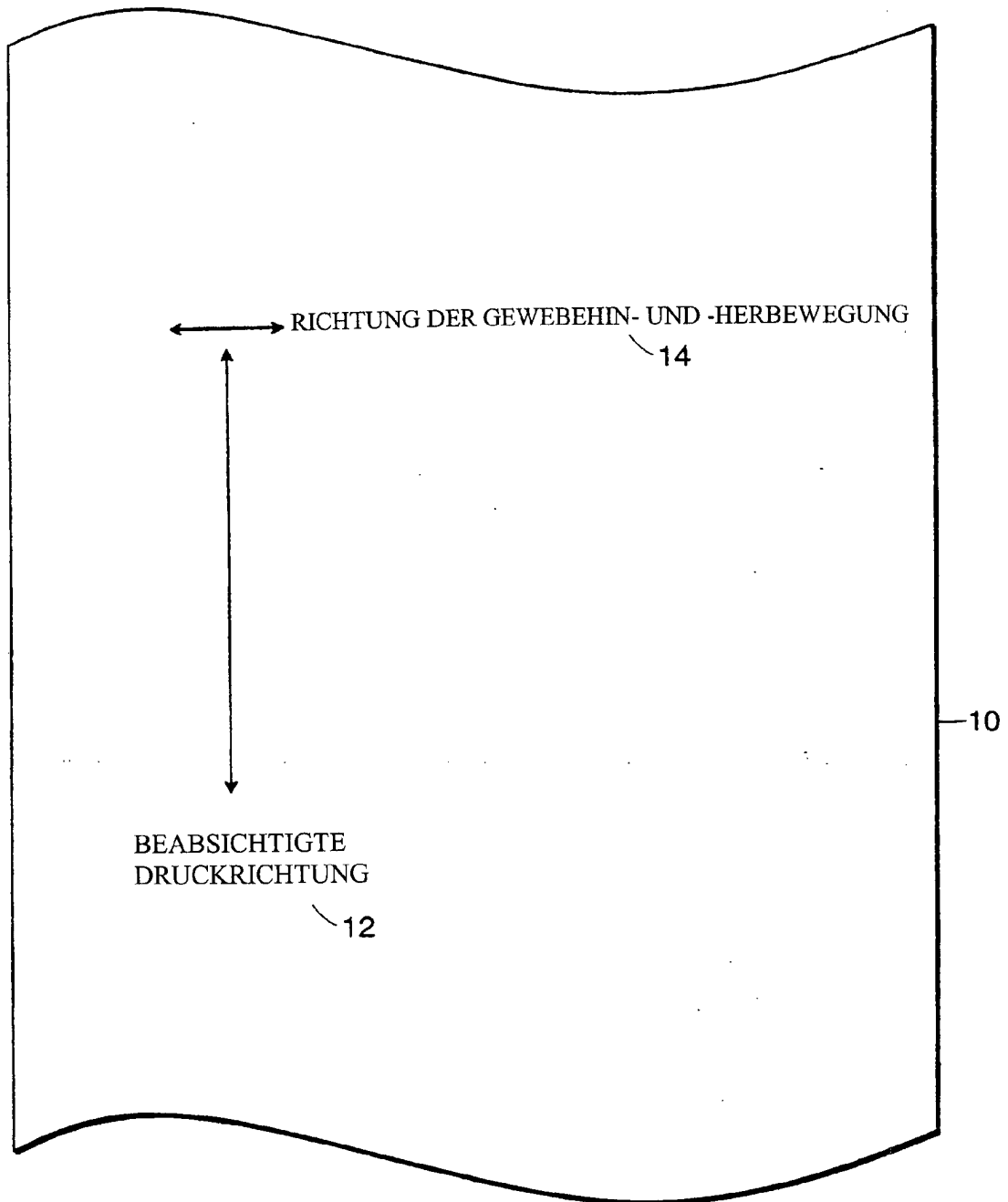


FIG. 1

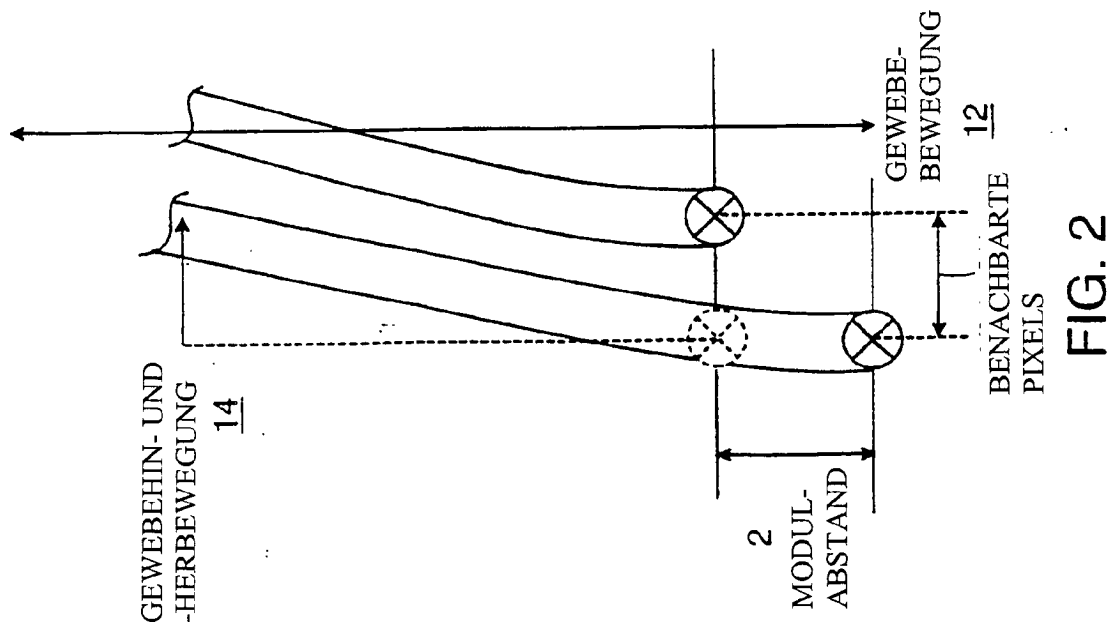


FIG. 2

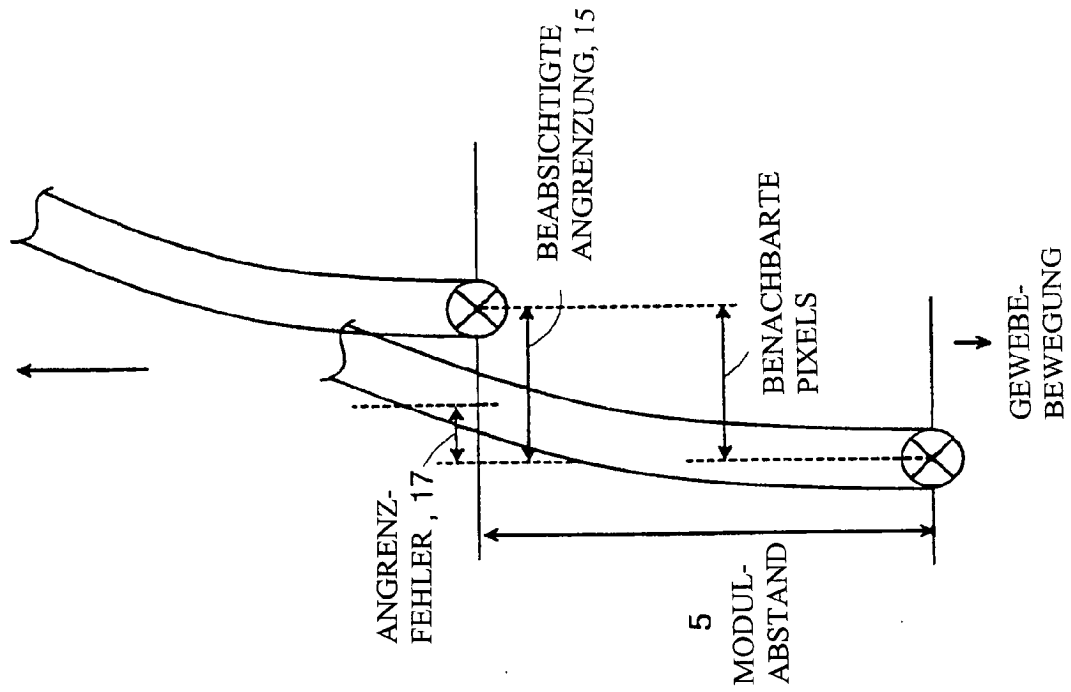


FIG. 3

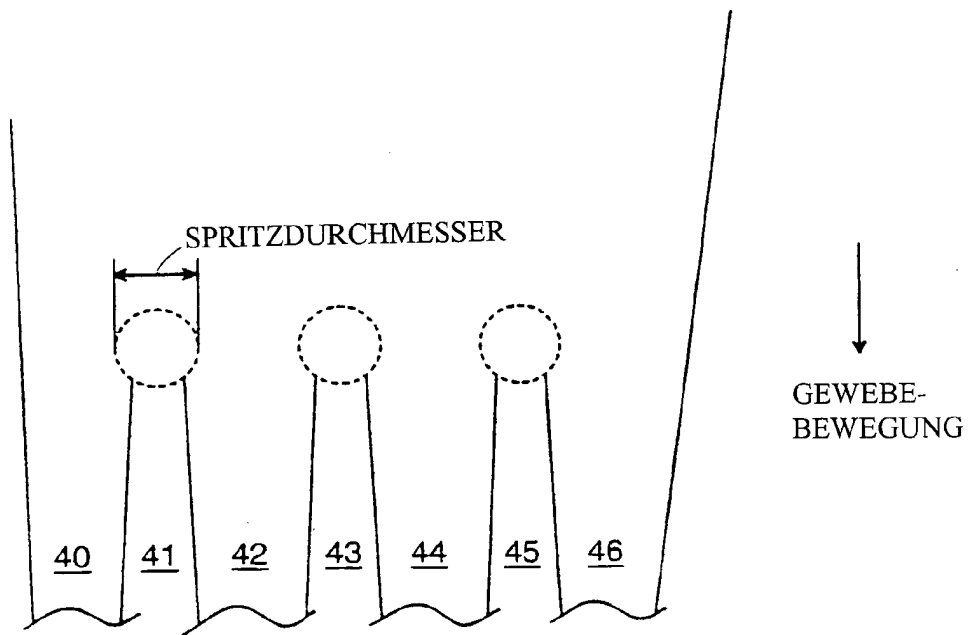


FIG. 5

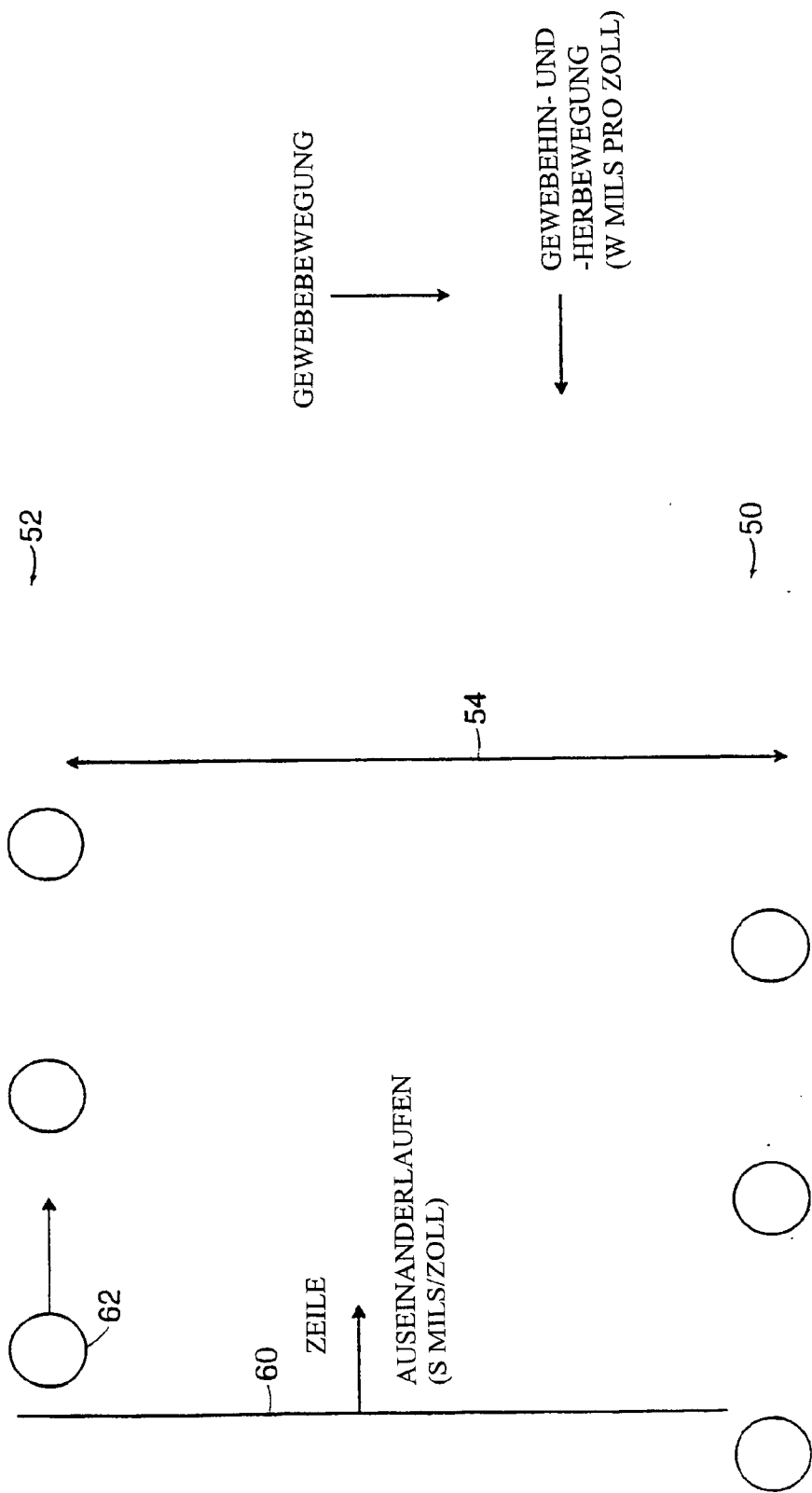
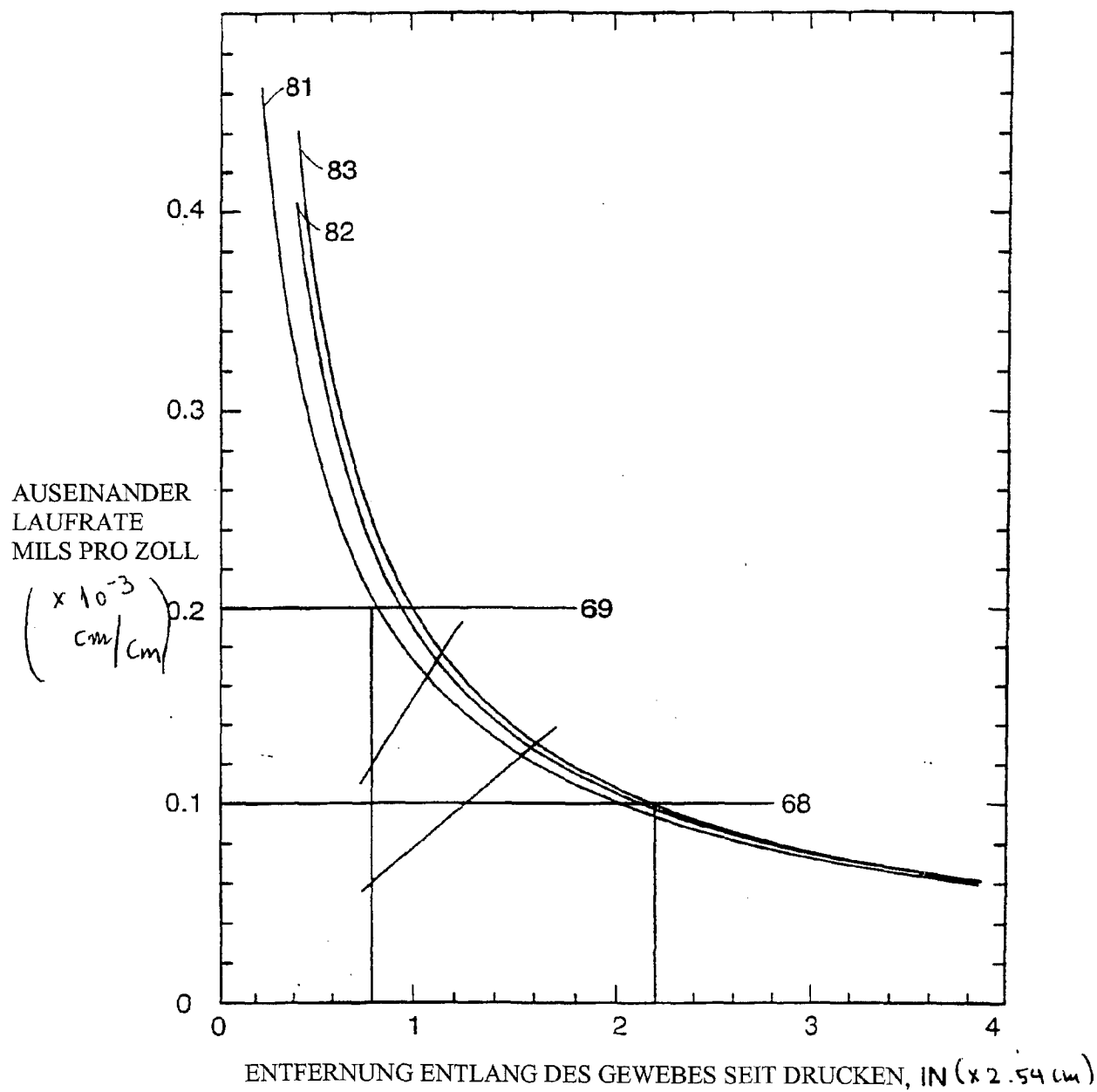


FIG. 6



AUSEINANDERLAUFRATE VON EINER SEITE EINER ZEILE FÜR
 UNTERSCHIEDLICHE SPRITZGRÖSSEN
 FREQUENZ = 12,0 kHz VISKOSITÄT = 15,0 Cp
 OBERFLÄCHENSANNUNG = 29,0 Dyn/cm TROPFENVOLUMEN = 15 Pl

FIG. 7

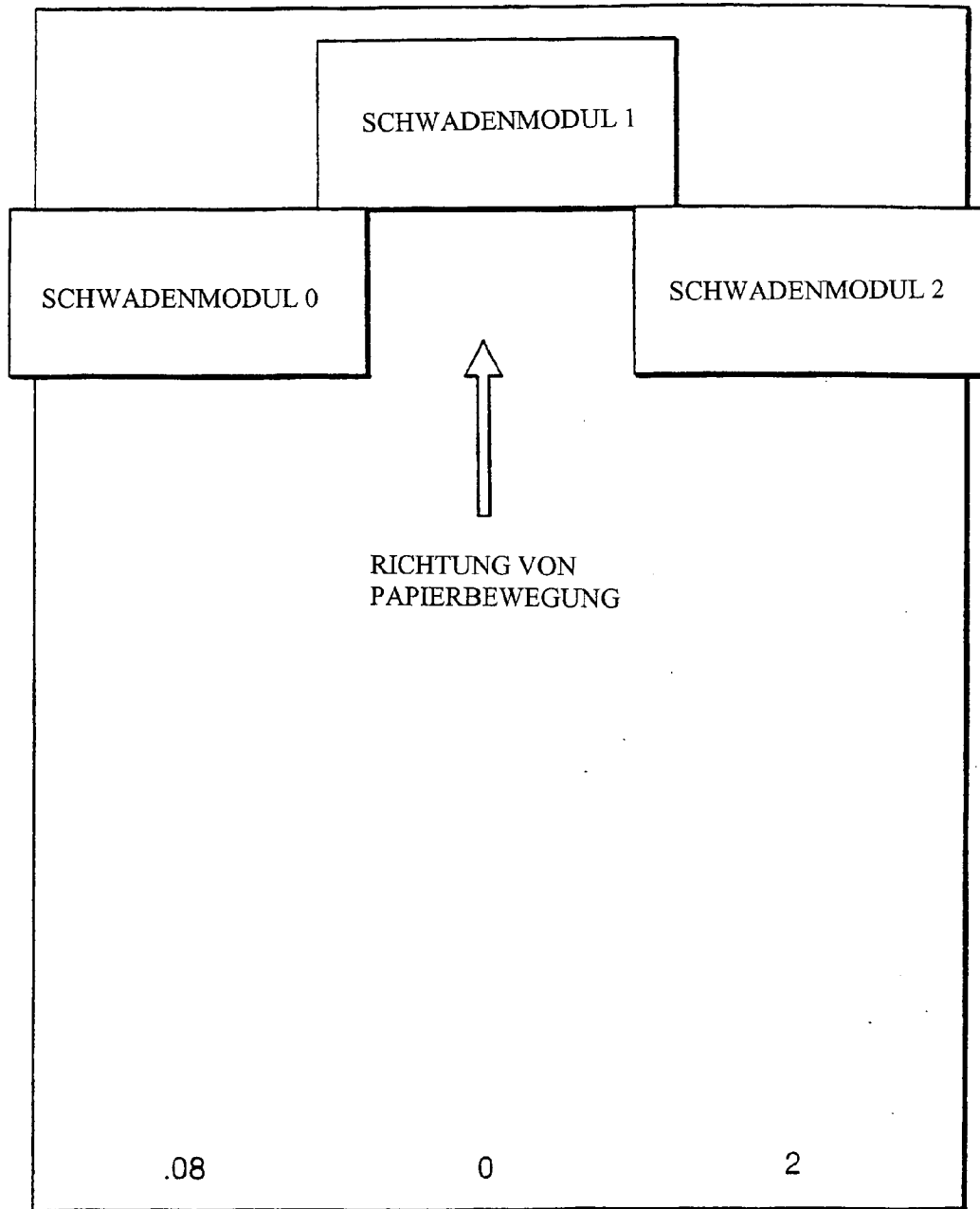


FIG. 8

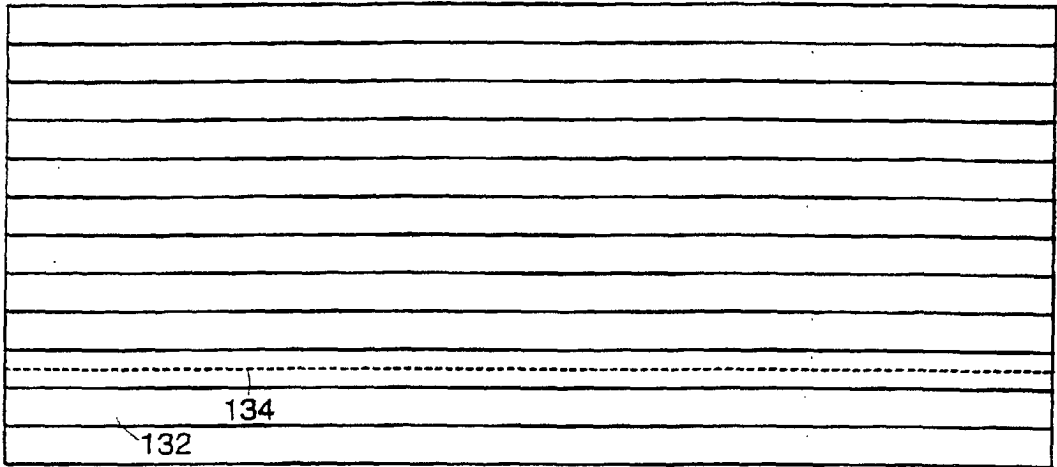


FIG. 9

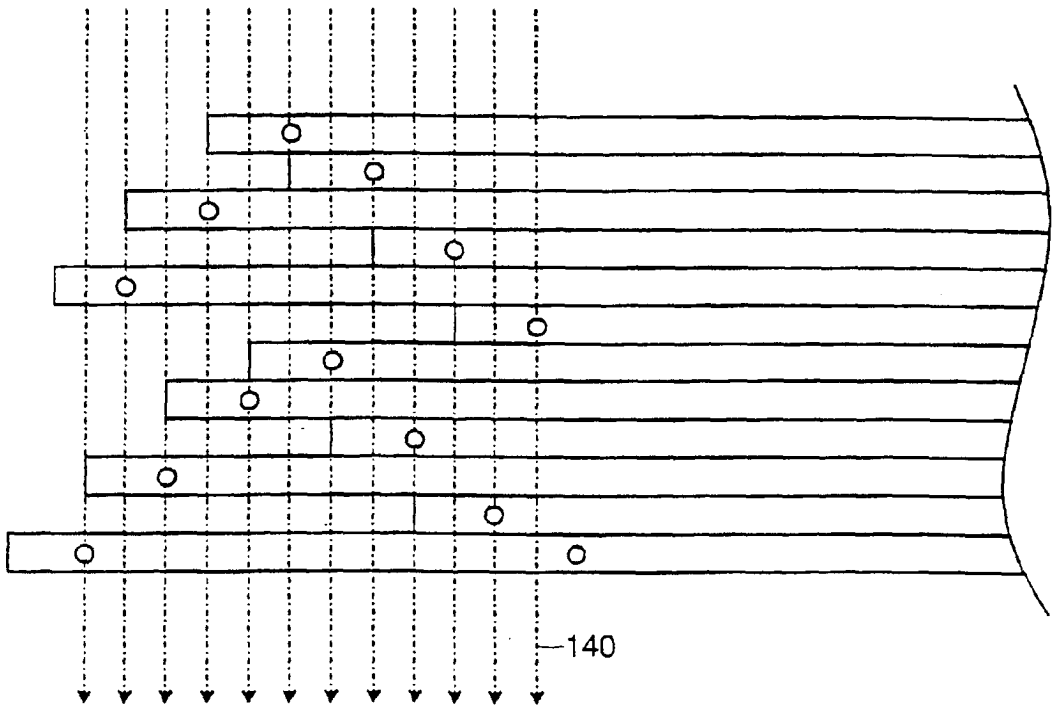


FIG. 10

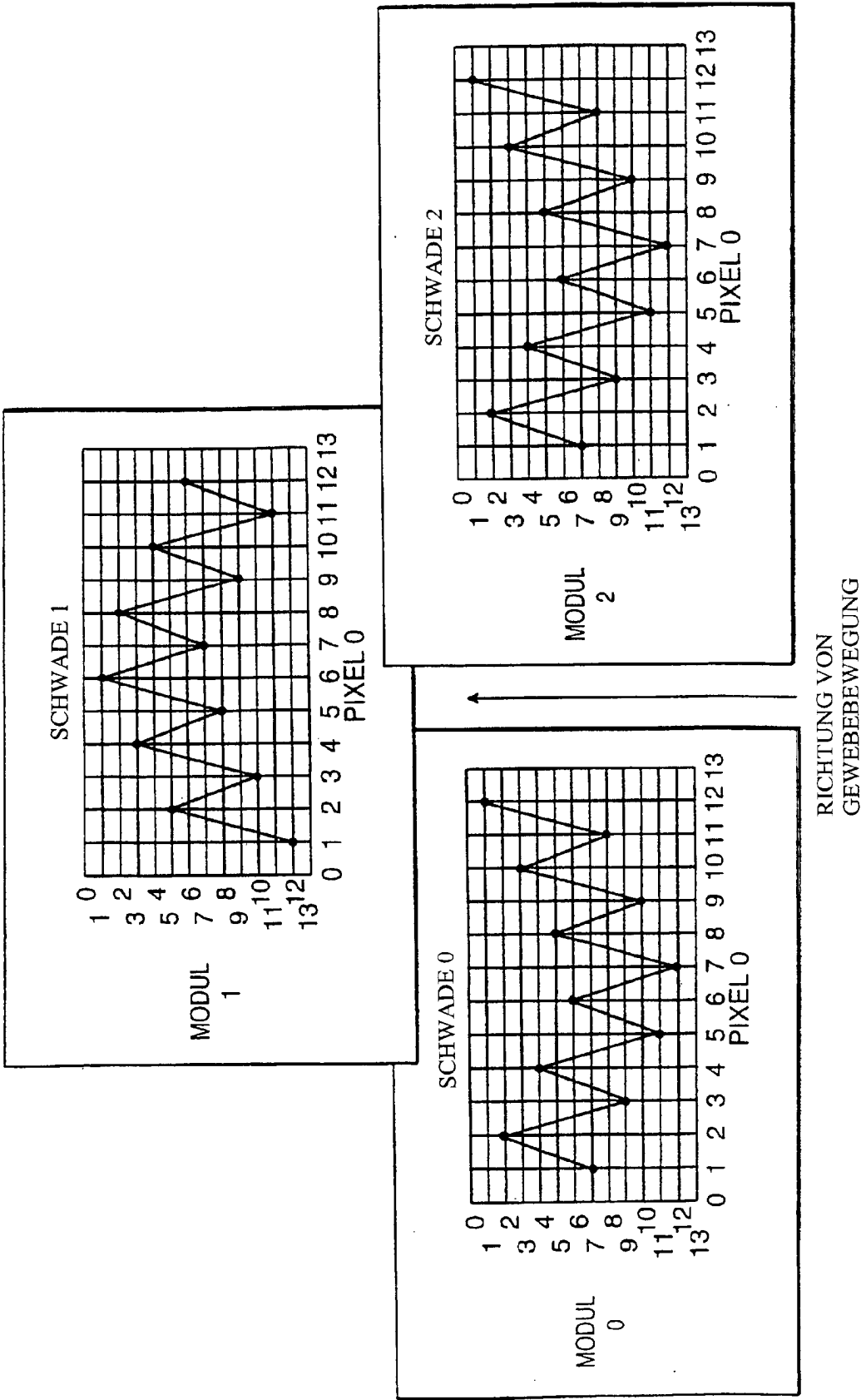
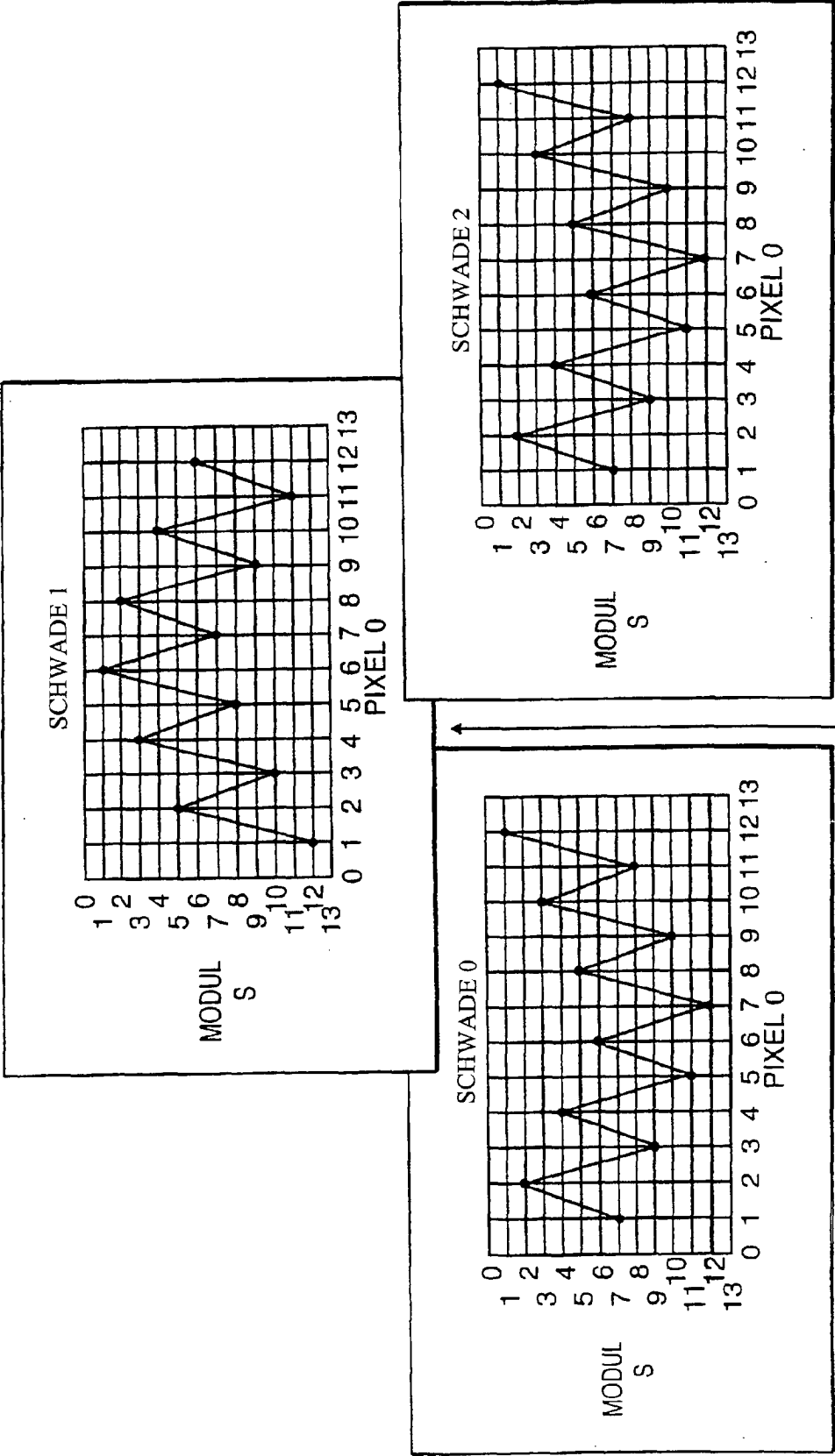


FIG. 11

SCHWADE 0 (A-SCHWADE)					
PIXEL	MODUL	#	X ORT	Y ORT	
1	7		0.0000	0.0000	
2	2		0.0017	1.4000	
3	9		0.0033	-0.4000	
4	4		0.0050	0.8000	
5	11		0.0067	-1.0000	
6	6		0.0083	0.4000	
7	12		0.0100	-1.2000	
8	5		0.0117	0.6000	
9	10		0.0133	-0.8000	
10	3		0.0150	1.2000	
11	8		0.0167	-0.2000	
12	2		0.0183	1.6000	
13	7		0.0200	0.0000	MUSTERWIEDERHOLUNG
14	2		0.0217	1.4000	MUSTERWIEDERHOLUNG
.	
.	
1535	8		2.5567	-0.2000	ENDE VON SCHWADE 0
1536	1		2.5583	1.8000	ENDE VON SCHWADE 0
1537	12		2.5600	2.5890	BEGINN VON SCHWADE 1
1538	5		2.5617	4.3890	BEGINN VON SCHWADE 1
.	
.	
3071	11		5.1167	2.7890	ENDE VON SCHWADE 1
3072	6		5.1183	4.1890	ENDE VON SCHWADE 1
3073	7		5.1200	0.0000	BEGINN VON SCHWADE 2
3074	2		5.1217	1.4000	BEGINN VON SCHWADE 2
.	
.	
4607	8		7.6767	-0.2000	ENDE VON SCHWADE 2
4608	1		7.6783	1.6000	ENDE VON SCHWADE 2

FIG. 12



RICHTUNG VON
GEWEBEBEWEGUNG

FIG. 13

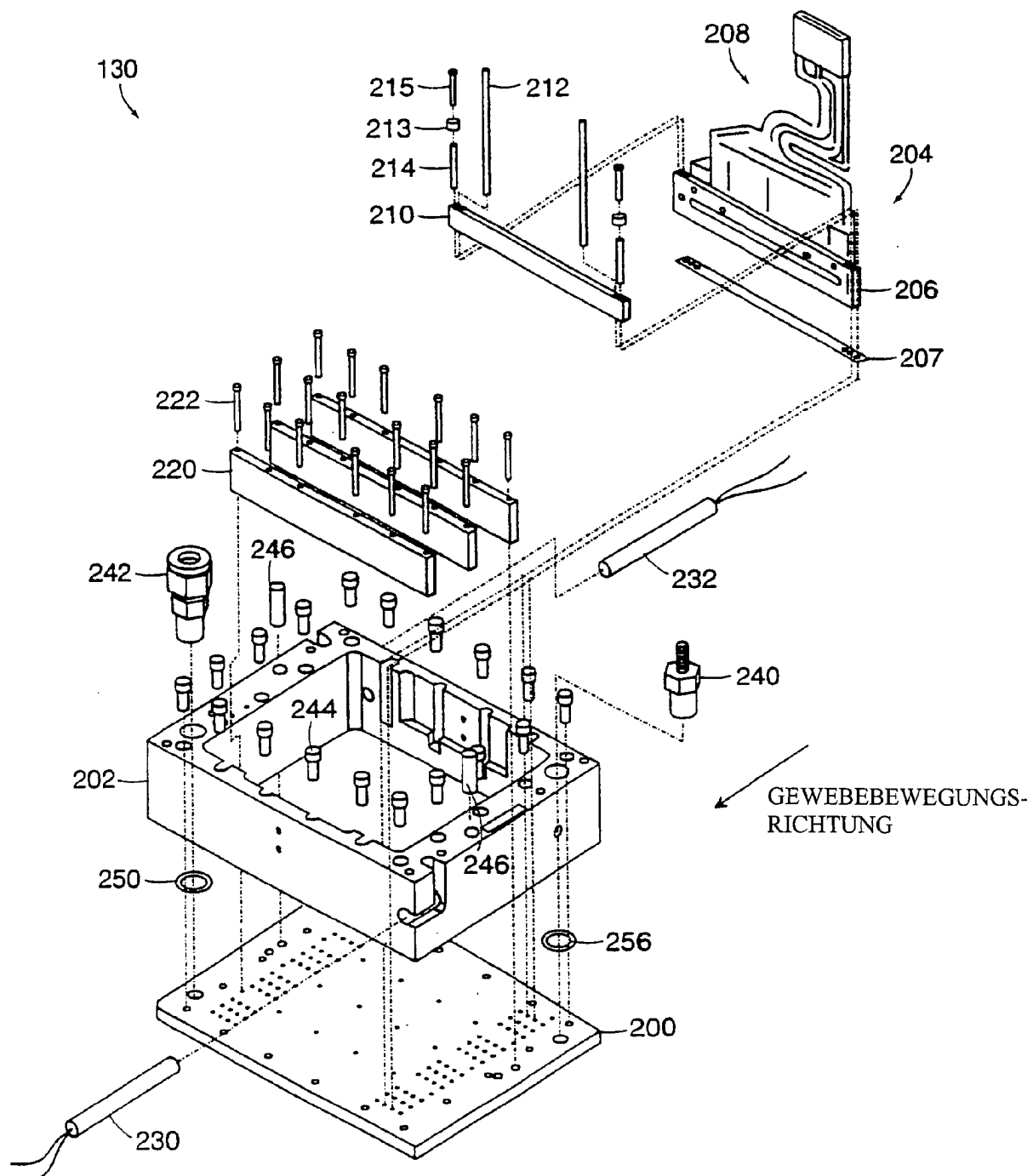


FIG. 14