(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 30 687 T2** 2006.10.19

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 951 999 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 30 687.6**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 302 654.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **06.04.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.10.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **05.04.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.10.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***B41J 2/14*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
64571 **22.04.1998** **US**

(73) Patentinhaber:
Hewlett-Packard Development Co., L.P., Houston, Tex., US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(72) Erfinder:
Pidwerbecki, David, Corvallis, OR 97330, US

(54) Bezeichnung: **Zur Reduzierung des Tintentropfvolumens geeigneter Tintenstrahldruckkopf**

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

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Tintenstrahldrucker und insbesondere auf ein Verringern des Volumens von Tintentropfen, die aus einem Tintenstrahldruckkopf ausgestoßen werden.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Mehrere Typen von Tintenstrahldruckern sind in der Technik bekannt und sie umfassen diejenigen, die unter anderem von Epson, Canon und Hewlett-Packard hergestellt werden. Um eine Bildqualität zu verbessern, versuchen Tintenstrahlhersteller ständig, die Anzahl von Tintentropfen zu erhöhen, die durch den Druckkopf pro Einheitsfläche (normalerweise Quadratzoll) ausgestoßen werden, z. B. indem von 300 zu 600 Punkten pro Quadratzoll (dpi) gelangt wird. Dies wird teilweise durch ein Verringern der Größe jedes einzelnen Punktes erreicht, was wiederum durch ein Verringern des Volumens von Tinte erreicht wird, das verwendet wird, um jeden Punkt zu bilden. Ein Tintenstrahldruckkopf umfasst allgemein eine Abfeuerkammer oder -wanne (im Folgenden als „Wanne" bezeichnet), die durch eine Kapillaraktion gespeist wird und durch eine Abdeckungsplatte begrenzt wird, die eine Ausstoßöffnung darin aufweist. Ein Tintentropfenausstoßmechanismus, wie z. B. ein Heizelement bei einem thermischen Tintenstrahldrucker oder eine piezoelektronische Betätigungseinrichtung bei einem mechanischen Tintenstrahldrucker, ist benachbart zu der Wanne angeordnet. Wenn es erwünscht ist, einen Tintentropfen aus der Wanne auszustoßen, wird der Ausstoßmechanismus angeregt, was bewirkt, dass ein Tintentropfen durch die Ausstoßöffnung ausgestoßen wird.

[0003] Die europäische Patentanmeldung EP 0 729 834 A offenbart ein Substrat für einen Tintenstrahlkopf. Eine Dünnzwischenschicht ist zwischen einer Heizwiderstandsschicht und einem Verbindungsleiter bereitgestellt. Die Dünnzwischenschicht ist ein Isolator an Heizabschnitten der Heizwiderstandsschicht.

[0004] Die europäische Patentanmeldung EP 1 125 746 A, die gemäß Art. 54(3) EPÜ Stand der Technik ist, offenbart den Gegenstand von Anspruch 1 mit der Ausnahme, dass anstelle von SiN Si_3N_2 verwendet wird.

[0005] Versuche gemäß dem Stand der Technik, das Tropfenvolumen zu verringern, umfassen ein Verringern des Wannenvolumens. Wenn das Wannenvolumen verringert wird und die Abdeckungsplattendicke die gleiche bleibt, dann nimmt die relative Entfernung, die ein Tintentropfen zurücklegen muss, bevor derselbe ausgestoßen wird, zu. Diese erhöhte Entfernung erfordert zusätzliche Energie (erhöhte Hitze oder mechanischer Druck usw.), wodurch Druckköpfe erzeugt werden, die nachteilhaft energieverbrauchend sind und eine verringerte Zuverlässigkeit aufgrund von Belastungen aufweisen, die einer erhöhten Betriebstemperatur oder zusätzlichem mechanischem Druck usw. zugeordnet sind. Höhere Betriebstemperaturen können auch die Druckqualität beeinträchtigen.

[0006] Um die Entfernung zu verringern, die ein Tintentropfen vor einem Ausstoß zurücklegen muss (und um die erforderliche Energie zu verringern, die damit in Zusammenhang steht), wurden Versuche unternommen, die Dicke der Abdeckungsplatte zu verringern. Diese Dicke kann jedoch aufgrund physischer Einschränkungen der Abdeckungsplattendicke nicht maßstabsgetreu mit anderen Komponenten verringert werden. Zum Beispiel wurde bei einigen im Handel erhältlichen Einheiten die Abdeckungsplattendicke bereits auf 45 µm verringert, was etwa 1/3 der Dicke eines menschlichen Haares entspricht. Es ist schwierig, die Abdeckungsplattendicke unter Verwendung herkömmlicher Techniken wesentlich weiter zu verringern und strukturelle Integrität zu erhalten.

[0007] Es besteht somit ein Bedarf an einem Tintenstrahldruckkopf mit verringertem Wannenvolumen (Tropfenvolumen), der keine wesentlich erhöhte Ausstoßenergie erfordert und dieses Ergebnis auf eine Weise erreicht, die im Wesentlichen unabhängig von der Abdeckungsplattendicke ist.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Dementsprechend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Tintenstrahldruckkopf zu schaffen, der einen Tintentropfen reduzierten Volumen erzeugt.

[0009] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen solchen Tintenstrahldruckkopf zu schaffen, bei dem die Energiemenge, die erforderlich ist, um einen Tintentropfen auszustoßen, verringert ist.

[0010] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Tintenstrahldruckkopf zu schaffen, bei dem der Ausstoßmechanismus näher an der Tintenwanne angeordnet ist.

[0011] Und es ist ebenfalls eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Dicke der Passivierungs- oder Schutzschicht zu verringern, die die Tintenwanne von dem Ausstoßmechanismus trennt.

[0012] Diese und diesbezügliche Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden durch eine Tintenstrahldruckkopfvorrichtung der vorliegenden Erfindung erreicht, wie dieselbe in den angehängten Ansprüche

angeführt ist.

[0013] Das Erreichen der vorhergehenden und diesbezüglichen Vorteile und Merkmale der Erfindung sollte für Fachleute nach einer Durchsicht der folgenden detaillierteren Beschreibung der Erfindung zusammen mit den Zeichnungen besser ersichtlich sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0014] Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht eines thermischen Ausführungsbeispiels einer Tintenstrahldruckkopfstruktur gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0015] Fig. 2 ist ein Graph der Dicke der elektrischen Passivierungsschicht (für magentafarbene Tinte) über der Einschaltenergie (TOE) gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0016] Fig. 3 ist ein Graph der Dicke der elektrischen Passivierungsschicht (für Tinte aller Farben) über der Einschaltenergie (TOE) gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0017] Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht eines alternativen Ausführungsbeispiels einer thermischen Tintenstrahldruckkopfstruktur geringen Volumens gemäß der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung

[0018] In der folgenden Beschreibung ist ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in dem Kontext eines thermischen Tintenstrahldruckers beschrieben. Es sei darauf hingewiesen, dass die Lehren der vorliegenden Erfindung, insbesondere diejenigen, die sich auf ein Verringern der Barriere zwischen dem Ausstoßmechanismus und der Tintenwanne beziehen, bei Tintenstrahldruckern angewendet werden können, die andere Ausstoßmechanismen verwenden, wie z. B. mechanische/piezoelektrische Mechanismen usw.

[0019] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht eines thermischen Ausführungsbeispiels einer Tintenstrahldruckkopfstruktur **10** gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt. Die Struktur **10** umfasst ein Substrat **11**, bevorzugt aus Halbleiter- oder Keramikmaterial, an dem eine thermische Substratpassivierungsschicht **12** gebildet ist. Eine Widerstandsschicht **14** ist auf dem Substrat (oder der thermischen Passivierungsschicht) gebildet, und eine leitfähige Schicht **16** ist bevorzugt auf der Widerstandsschicht gebildet. Eine elektrische Passivierungsschicht **17** ist auf der leitfähigen und der Widerstandsschicht **14**, **16** gebildet, wie es gezeigt ist, und ein erster und ein zweiter Kavitationsschichtabschnitt **18**, **19** sind bevorzugt auf der elektrischen Passivierungsschicht bzw. der leitfähigen Schicht gebildet. Eine zweite leitfähige Schicht **20**, die eine Kontaktanschlussfläche **21** umfasst, ist bevorzugt auf dem zweiten Kavitationsschichtabschnitt **19** gebildet.

[0020] Bei Betrieb wird ein Erregungssignal an die Kontaktanschlussfläche **21** geliefert und durch die zweite leitfähige Schicht **20**, den zweiten Kavitationsschichtabschnitt **19**, die leitfähige Schicht **16**, einen Abschnitt (im Folgenden als „Widerstand **13**" bezeichnet) der Widerstandsschicht **14** und zurück durch die leitfähige Schicht **16** zu Masse **22** ausgebreitet. Eine gestrichelte Linie A zeigt den Weg des Erregungsstroms durch die Struktur **10** an. Das Leiten von Strom durch den Widerstand **13** führt zu der Erzeugung von Wärme, die sich durch die elektrische Passivierungsschicht **17** und den Kavitationsschichtabschnitt **18** ausbreitet, um Tinte in einer Wanne **30** zu erhitzen. Die Wanne **30** ist durch den Kavitationsschichtabschnitt **18**, eine Tintenbarriere **24**, eine Abdeckungsplatte **26** und die Konfiguration einer Öffnung **28** definiert. Tinte in der Wanne **30** wird erhitzt, bis dieselbe so Blasen bildet, dass bewirkt wird, dass ein Volumen von Tinte (ein Tintentropfen) ausgestoßen wird.

[0021] Insbesondere unter Bezugnahme auf die Struktur **10** ist, wenn das Substrat bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel Silizium ist, die thermische Substratpassivierungsschicht bevorzugt SiO2. Die Widerstandsschicht **14** ist bevorzugt aus Tantalaluminium (TaAl) oder einer Substanz gebildet, die ähnliche Charakteristika aufweist. Die leitfähigen Schichten **16** und **20** sind bevorzugt Aluminium (Al) bzw. Gold (Au) oder ein anderes leitfähiges Material, das für die zugeordneten thermischen und mechanischen Belastungen geeignet ist. Die elektrische Passivierungsschicht **17** ist bevorzugt aus einer Schicht aus Siliziumnitrid (SiN) gebildet, auf der eine Schicht aus Siliziumkarbid (SiC) gebildet ist. Das SiN liefert eine elektrische Isolation der Tinte von dem Widerstand. Das SiC schützt die leitfähigen und resistiven Bahnen vor Flüssigkeitskorrosion, die durch die Tinte hervorgerufen wird. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist das SiN etwa 2/3 der Dicke der elektrischen Passivierungsschicht auf, und das SiC weist etwa 1/3 dieser Schicht auf. Zum Beispiel weist die elektrische Passivierungsschicht **17** mit einer Dicke von 3.000 Angström bevorzugt etwa 2.000 Angström SiN und 1.000 Angström SiC auf.

[0022] Der Kavitationsschichtabschnitt **18** schützt die Schicht **17** vor einer Kavitationsschädigung, und es wurde empirisch gezeigt, dass derselbe bei größeren Tropfenvolumen (> 50 ng Trockengewicht bei stabilem Zustand) die Druckqualität verbessert. Ein geeignetes Material für die Kavitationsschichtabschnitte **18**, **19** ist Tantal oder dergleichen, und die Bildung dieser Schichtabschnitte ist in der Technik bekannt. Die Tintenbarriere ist ein Material, wie z. B. getrock-

neter Photoresist oder dergleichen, das die Wannenhöhe definiert und die Bildung von Kapillarkanälen erlaubt, wie es bekannt ist. Die Abdeckungs- oder Öffnungsplatte **26** ist bevorzugt elektroplattierter Nickel oder dergleichen. Eine geeignete dünne Abdeckungsplatte ist auch in der U.S.-Patentanmeldung Nr. 8/920,478 mit dem Titel Reduced Size Printhead for an InkJet Printer des Anmelders der vorliegenden Anmeldung beschrieben.

[0023] Unter anderem umfasst die vorliegende Erfindung ein Modifizieren der Dicke der elektrischen Passivierungsschicht, um die Energiemenge zu senken, die erforderlich ist, um einen Tintentropfen auszustoßen. Im Gegensatz zu Versuchen gemäß dem Stand der Technik, das Tropfenvolumen zu verringern, die sich auf ein Verringern der Öffnungsplattendicke (einer nicht photolithographisch gebildeten Schicht) konzentrieren, modifiziert die vorliegende Erfindung photolithographisch gebildete Schichten, um ihr erwünschtes Ziel zu erreichen.

[0024] Unter Bezugnahme auf Fig. 2 ist ein Graph der Dicke der elektrischen Passivierungsschicht **17** (für magentafarbene Tinte) über der Einschaltenergie (TOE) gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt. Eine Mehrzahl von Datenpunkten und eine Regressionslinie sind gezeigt. Die Einschaltenergie ist die Energie, die erforderlich ist, um einen Tintentropfen vordefinierter Größe (Volumen) auszustoßen, und eine bevorzugte Tropfengröße ist 10 ng (Trockengewicht bei stabilem Zustand). Die Einschaltenergie wird durch eine Instrumentenausrüstung gemessen, und eine einfache Beziehung der Energie, die an einen Druckkopf geliefert wird, und einer relativen Druckkopftemperaturtropfenmasse ist TOE = $mC_p\Delta T$, wobei m = Masse des ausgestoßenen Tropfens, C_p = spezifische Wärme (konstanter Druck) der Tinte, und ΔT = Dauerzustandstemperatur, auf die der Druckkopf für ein Drucken hoher Dichte erhitzt wird. Ein Graph, der für Tinte der Farbe Magenta spezifisch ist, wird geliefert, da Tinte einer anderen Farbe eine etwas andere TOE aufweist.

[0025] Herkömmlicherweise werden elektrische Passivierungsschichten nicht mit Dicken von weniger als 750 nm hergestellt. Der Graph von Fig. 2 zeigt an, dass durch ein Verringern der Dicke der elektrischen Passivierungsschicht die TOE und entsprechend die Wärme, auf die der Widerstand **13** erhitzt werden muss, verringert werden. Zum Beispiel führt eine 25%ige Verringerung der Dicke der Passivierungsschicht **17** von 750 nm auf 560 nm zu einem 17%igen Abfall der TOE (von 1,8 µJ zu 1,5 µJ).

[0026] Unter Bezugnahme auf Fig. 3 ist ein Graph der Dicke der elektrischen Passivierungsschicht **17** (für alle Tintenfarben – Magenta, Cyan und Gelb) über der Einschaltenergie (TOE) gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt. Datenpunkte und eine Regressionslinie sind bereitgestellt. Dieser Graph veranschaulicht ferner, dass eine Verringerung der Dicke der elektrischen Passivierungsschicht zu einer Verringerung der Einschaltenergie führt.

[0027] Unter Bezugnahme auf Fig. 4 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel einer thermischen Tintenstrahldruckkopfstruktur **100** geringen Volumens gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt. Diese Struktur ist analog zu der Struktur, die in Fig. 1 gezeigt ist, und bei gleichen Komponenten wurde eine Eins (1) an der Hunderterstelle hinzugefügt.

[0028] Wenn das Tintentropfenvolumen verringert wird, wird die Kavitationsschädigung, die durch blasenbildende Tinte hervorgerufen wird, verringert. Ein Erkennen dieses Phänomens ermöglicht die Bildung von mehreren alternativen Ausführungsbeispielen, bei denen die Kavitationsschicht **18** (Fig. 1) reduziert oder beseitigt ist und die elektrische Passivierungsschicht **17** (Fig. 1) potentiell weiter reduziert ist. Fig. 4 veranschaulicht ein erstes alternatives Ausführungsbeispiel, bei dem der Kavitationsschichtabschnitt **18** entfernt worden ist. In diesem Fall definiert die Passivierungsschicht **117** den Boden der Tintenwanne, und wenn eine SiN/SiC-Passivierungsschicht verwendet wird, dann definiert das SiC den Wannenboden (d. h. die Tintenkontaktoberfläche). Bei einem zweiten alternativen Ausführungsbeispiel ist die Kavitationsschicht **18** (Fig. 1) oder dergleichen mit dem Abschnitt der Passivierungsschicht **17** (im Vorhergehenden erörtert), der vor Flüssigkeitskorrosion schützte, z. B. der SiC-Schicht, kombiniert oder wird anstelle desselben verwendet. Dies erreicht eine Passivierungsschicht **117**, die aus einer elektrischen Isolationsschicht, bevorzugt SiN, und einer leitfähigen Korrosionsschutzschicht **118'** gebildet ist, die Tantal oder ein ähnliches Metall, SiC oder dergleichen oder eine Kombination dieser oder ähnlicher Materialien umfassen kann.

[0029] Obwohl die vorliegende Erfindung im Zusammenhang mit einem thermischen Tintenstrahldrucker beschrieben worden ist, sei darauf hingewiesen, dass ihre Lehren bei anderen Tintenstrahldruckern anwendbar sind. Falls z. B. der Widerstand **13**, **113** durch eine piezoelektrische Betätigungseinrichtung **13**, **113** ersetzt wird, würde ein Reduzieren der Passivierungsschicht **17**, **117** und/oder ein Reduzieren oder Beseitigen der Kavitationsschicht zu einer direkten Übertragung mechanischer Energie von der Betätigungseinrichtung zu dem Tintentropfen führen.

Patentansprüche

1. Eine Tintenstrahldruckkopfvorrichtung, die folgende Merkmale aufweist:
ein Substrat (**11**, **111**);
eine Tintenwanne (**30**, **130**), die an dem Substrat gebildet ist, die eine Öffnung aufweist, durch die Tinte

ausgestoßen werden kann;
einen Tintenausstoßmechanismus (**13**, **113**), der zwischen dem Substrat und der Tintenwanne (**30**, **130**) gebildet ist;
eine Schutzschicht (**17**, **117** oder **17**, **117** und **18**, **118'**), die zwischen der Tintenwanne und dem Ausstoßmechanismus gebildet ist, wobei die Schutzschicht (**17**, **117** oder **17**, **117** und **18**, **118'**) eine Dicke von weniger als 7400 Angström aufweist, wobei die Schutzschicht (**17**, **117** und **18**, **118'**) eine elektrische Passivierungsschicht (**17**, **117**), die ein elektrisches Isolationsmaterial aufweist und eine SiC-Schicht und eine SiN-Schicht umfasst, wobei die SiC-Schicht auf der SiN-Schicht gebildet ist; und eine Kavitationsschicht (**18**, **118'**) aufweist, die zwischen der Passivierungsschicht (**17**, **117**) und der Tintenwanne (**30**, **130**) gebildet ist, die vor einer Kavitationsschädigung von Tinte in der Tintenwanne schützt.

2. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Passivierungsschicht (**17**, **117**) ein Material umfasst, das vor Flüssigkeitskorrosion schützt.

3. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, bei der der Ausstoßmechanismus (**13**, **113**) eine Wärmequelle umfasst.

4. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 3, bei der die Wärmequelle einen Widerstand umfasst.

5. Die Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Kavitationsschicht (**18**, **118**) direkt auf dem elektrischen Isolationsmaterial gebildet ist.

6. Die Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Tintenausstoßmechanismus einen Tropfen der Tinte von etwa 10 ng mit einer erforderlichen Einschaltenergie von etwa 1,7 µJ oder weniger ausstoßen kann.

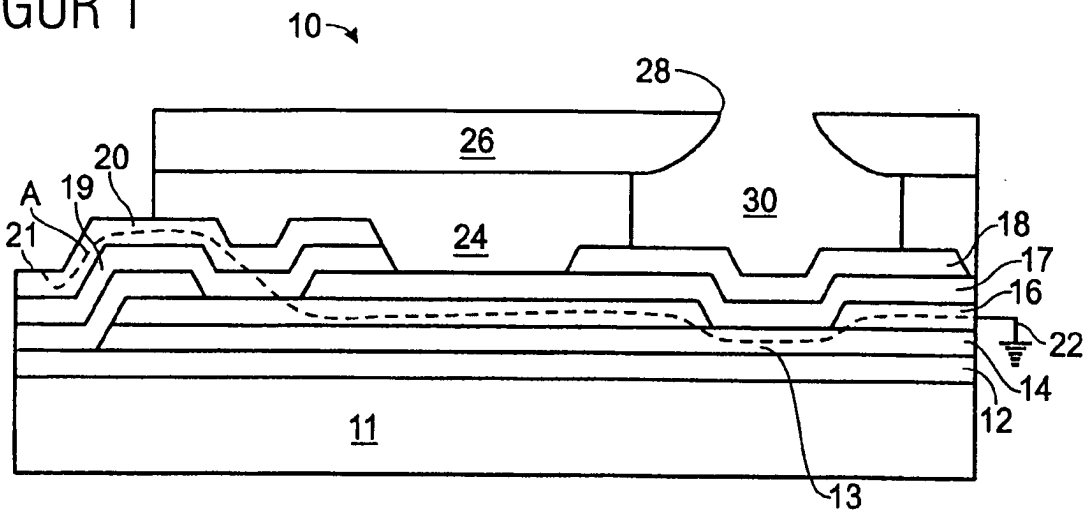
7. Die Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Ausstoßmechanismus eine piezoelektrische Betätigungseinrichtung (**13**, **113**) umfasst.

8. Die Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die SiC-Schicht etwa zwei Drittel der Dicke der Passivierungsschicht aufweist und die SiN-Schicht etwa ein Drittel der Dicke der Passivierungsschicht aufweist.

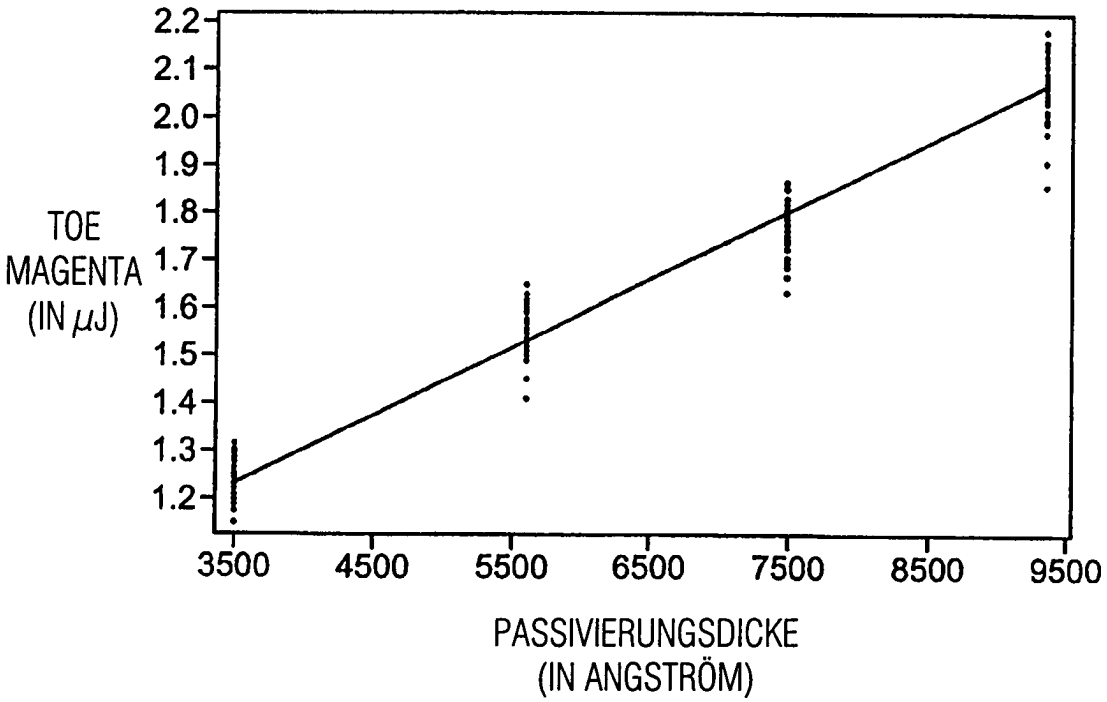
Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

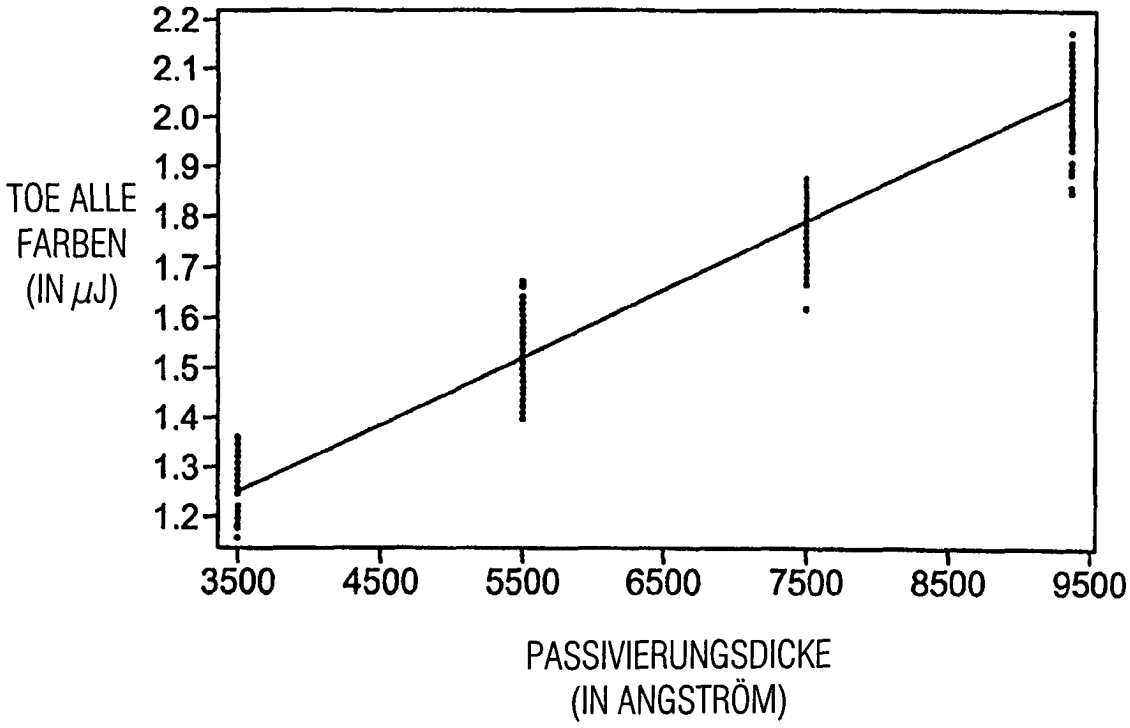
FIGUR 1



FIGUR 2



FIGUR 3



FIGUR 4

