



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 005 704 T2** 2007.12.27

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 627 412 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01J 37/30** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 005 704.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/NL2004/000381**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 748 613.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/107050**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.05.2004**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **09.12.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.02.2006**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **04.04.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.12.2007**

(30) Unionspriorität:
473810 P **28.05.2003** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, TR**

(73) Patentinhaber:
Mapper Lithography IP B.V., Delft, NL

(72) Erfinder:
**KRUIT, Pieter, NL-2611 EB Delft, NL; Wieland,
Marco Jan-Jaco, 2628 CJ Delft, NL**

(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: **Belichtungssystem unter Verwendung von Beamlets geladener Teilchen**

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

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

Beschreibung**Hintergrund der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein für eine Belichtungsvorrichtung unter Verwendung geladener Teilchen und insbesondere für ein maskenloses Lithografiesystem unter Verwendung geladener Teilchen geeignetes optisches System unter Verwendung geladener Teilchen.

[0002] Die Entwicklung von Lithografiesystemen ist insbesondere durch das Mooresche Gesetz geregelt, d.h., die Anzahl von Transistoren pro Flächeneinheit verdoppelt sich alle 18 Monate. Infolgedessen nehmen die Merkmalgrößen rasch ab, was zu einer starken Zunahme der Kosten von Masken führt, die gegenwärtig zum Herstellen eines Musters verwendet werden. Um die zunehmenden Maskenkosten zu vermeiden, werden gegenwärtig mehrere maskenlose Lithografiekonzepte entwickelt. Gemäß diesen Konzepten wird das Muster durch Musterdaten dargestellt. Weil eine Maske eine hochgradig effiziente Weise zum Speichern eines Musters ist, ist die Rohdatenmenge zum Beschreiben eines derartigen Musters enorm.

[0003] Gegenwärtige maskenlose Lithografiesysteme sind hinsichtlich des Durchsatzes, d.h. der Anzahl verarbeiteter Wafer pro Stunde, begrenzt. Diese Eigenschaft schränkt die Verwendung dieser Systeme in gegenwärtigen Halbleiterbausteinherstellungstraßen ein. Der Durchsatz eines maskenlosen Lithografiesystems kann durch Verwendung mehrerer Beamlets bzw. kleiner Strahlen oder Teilstrahlen und/oder durch Erhöhen der Datenrate erhöht werden.

[0004] Die Datenzufuhr kann auf zweierlei Weisen erhöht werden. Ein erstes Verfahren zum Erhöhen der Datenrate besteht darin, die Musterdaten direkt an die Strahlquelle oder -quellen zu übertragen, wodurch die Quelle(n) ein- und ausgeschaltet wird (werden). Alternativ emittiert (emittieren) die Strahlquelle(n) kontinuierlich einen oder mehrere Beamlets, und die Musterdaten werden einer Modulationseinrichtung zugeführt, die die emittierten Beamlets entlang ihres Pfades zum zu strukturierenden Target hin moduliert.

[0005] Die Datenzufuhr zu den Quellen wird zu einem Problem, wenn die Datenrate zunimmt: Jede einzelne Quelle hat eine Einschwingzeit, die quellenabhängig ist und leicht zu groß wird. Daher ist es bevorzugt, die Beamlets entlang ihrer optischen Pfade zu modulieren.

[0006] In Lithografiesystemen unter Verwendung geladener Teilchen sind diese Modulationseinrichtungen häufig elektrostatische Ablenkanordnungen oder -Arrays, die auch als Ausblende-Blendengruppen

bzw. -Arrays [Blanking Aperture Arrays (BAA)] oder Ablenkanordnungen bzw. Ablenk-Arrays bekannt sind. Beispiele derartiger Anordnungen oder Arrays sind im US-Patent Nr. 6188074 von Advantest und in der EP-Patentanmeldung Nr. 1253619 von Canon beschrieben. Nach der Zufuhr eines elektrischen Signals zu einem bestimmten Ablenkelement wird ein elektrisches Feld über einer entsprechenden Blende erzeugt, wodurch ein die Blende durchlaufender geladener Teilchenstrahl abgelenkt wird. Durch Positionieren einer Blendenplatte hinter der Ablenkanordnung, wobei die Blenden der Blendenplatte mit den Blenden in der Ablenkanordnung ausgerichtet sind, werden die abgelenkten Strahlen blockiert, so dass sie das Target nicht erreichen.

[0007] Bevor die geladenen Teilchen die Ablenkanordnung erreichen, durchlaufen die Strahlen häufig eine Blendengruppe. Diese Blendengruppe hat mehrere Funktionen. In Lithografiesystemen mit einer einzelnen Quelle wird sie verwendet, um einen emittierten Strahl in mehrere Teilstrahlen oder Beamlets zu teilen. Außerdem bestimmt sie den Öffnungswinkel des Strahls an der Ablenkanordnung. Darüber hinaus vermindert die Ablenkanordnung die auf die Ablenkanordnung ausgeübte Wärmebelastung, wodurch ihre Leistungsfähigkeit zunimmt.

[0008] Insbesondere in kompakten Mehrstrahlenkonstruktionen führt eine fehlerhafte Ausrichtung der aufeinanderfolgenden Komponenten (Linsen, Blenden, usw.) des System oder eine geringfügige Änderung der Strahlposition z.B. durch externe elektromagnetische Felder, die beispielsweise aufgrund einer Aufladung von Oberflächen oder Unregelmäßigkeiten auf geladenen Oberflächen erzeugt werden, zu Dosisänderungen. Durch die Dosisänderungen ist die Steuerung der kritischen Strukturabmessungen der zu strukturierenden Merkmale nicht länger gewährleistet. Eine Art und Weise zum Handhaben der Fehlausrichtungsprobleme besteht darin, den Öffnungswinkel jedes Beamlets zu vergrößern, d.h. den Querschnitt eines Beamlets auf einer Blendengruppe größer zu machen als die Blende, die er durchläuft. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die gesamte Fläche einer Blende ausgeleuchtet wird.

[0009] Dieser Ansatz hat mehrere Nachteile, die deutlich werden, wenn eine hohe Geschwindigkeit und eine extrem Dosisstabilität erforderlich sind. Durch den relativ großen Querschnitt wird die auf die Blendengruppe ausgeübte Wärmebelastung zunehmen. Außerdem wird das zum vollständigen Blockieren eines Beamlets erforderliche Ablenkungsmaß zunehmen (vergl. die Zeichnungen zur Erläuterung), wodurch die Geschwindigkeit und damit der Durchsatz eines derartigen Systems abnehmen. Außerdem ist es für eine exakte Dosissteuerung an der Position eines Substrats erwünscht, möglichst eine Top-Hat-Verteilung der Strahlintensität zu erzielen.

[0010] Ein großer Öffnungswinkel eines Strahls führt dazu, dass der Strahl zu große Ausläufer (Tails) hat.

[0011] Ein Beispiel einer Mehrstrahl-Belichtungsvorrichtung ist in der US-A-2002/0039829 dargestellt. Diese Vorrichtung weist eine erste und eine zweite Blendengruppe und eine zwischen den Blendengruppen angeordnete Linsengruppe zum Einstellen des Brennpunkts von durch die erste Blendengruppe gebildeten Strahlen auf die zweite Blendengruppe und ferner Strahlformungsablenkeinheiten zum unabhängigen Ablenken jedes Strahls zu einer gewünschten Position auf der zweiten Blendengruppe auf.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0012] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein maskenloses Lithografiesystem unter Verwendung geladener Teilchen mit Vorkehrungen bereitzustellen, durch die die in optischen Systemen unter Verwendung geladener Teilchen auftretenden, vorstehend erwähnten Probleme gelöst werden, insbesondere in Systemen, die in gegenwärtig verwendeten maskenlosen Mehrstrahl-Lithografiesystemen unter Verwendung geladener Teilchen verwendet werden. Dadurch wird ein optisches System unter Verwendung geladener Teilchen bereitgestellt, das eine höhere Geschwindigkeit und eine verbesserte Stabilität aufweist.

[0013] Diese Aufgabe wird durch eine in Patentanspruch 1 definierte Belichtungsvorrichtung unter Verwendung eines Strahls geladener Teilchen gelöst.

[0014] Es hat sich gezeigt, dass das System durch Abbilden einer vorangehenden Blende oder Blendengruppe auf eine nachfolgende Blende oder Blendengruppe bezüglich der Ausrichtung stabiler gemacht und die Wärmebelastung vermindert wird.

[0015] Konjugierte Ebenen bezeichnen Ebenen, die durch Abschirmung oder Blockierung durch eine Ebene auf einer Seite einer Linse oder eines Linsensystems und ihre Bildebene an der anderen Seite der Linse oder des Linsensystems gebildet wird.

[0016] Gemäß einer Ausführungsform weist die Belichtungsvorrichtung unter Verwendung eines geladenen Teilchenstrahls eine elektrostatische Linse auf.

[0017] In einer anderen Ausführungsform weisen die Beamlet-Deflektor- bzw. Ablenkeinrichtungen eine elektrostatische Ablenkeinrichtung bzw. einen elektrostatischen Deflektor auf. Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die elektrostatische Ablenkeinrichtung mindestens zwei Ablenkelektroden auf.

[0018] In einer Ausführungsform weist die Vorrichtung ferner ein vor der ersten Blendeneinrichtung angeordnetes zweites Linsensystem mit mehreren Linsen auf, die eine Linsengruppe bilden, wobei die Linsen dazu geeignet sind, die Beamlets bzw. kleinen Strahlen konvergent auszurichten.

[0019] In einer weiteren Ausführungsform weist die Belichtungsvorrichtung unter Verwendung eines geladenen Teilchenstrahls ferner ein vor der ersten Blendengruppe angeordnetes drittes Linsensystem mit mehreren Linsen auf, die derart angeordnet sind, dass Bilder einer Quelle einer Belichtungsvorrichtung unter Verwendung eines geladenen Teilchenstrahls in die Hauptebene des zweiten Linsensystems projiziert werden, wobei das optische System unter Verwendung geladener Teilchen ferner eine dritte Blendengruppe aufweist, wobei die zweite Linsengruppe derart angeordnet ist, dass Bilder der dritten Blendengruppe auf die erste Blendengruppe projiziert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend unter Bezug auf Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung unter Verwendung eines geladenen Teilchenstrahls insbesondere für ein maskenloses Lithografiesystem in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen beschrieben; es zeigen:

[0021] [Fig. 1](#) einen Querschnitt eines optischen Systems unter Verwendung geladener Teilchen;

[0022] [Fig. 1A](#) eine Draufsicht des Systems von [Fig. 1](#);

[0023] [Fig. 2](#) einen Querschnitt eines optischen Systems unter Verwendung von mehreren Beamlets geladener Teilchen;

[0024] [Fig. 3a-Fig. 3d](#) Diagramme zum Erläutern von Problemen;

[0025] [Fig. 4a-Fig. 4c](#) Diagramme zum Erläutern weiterer Probleme;

[0026] [Fig. 5](#) ein optisches System unter Verwendung geladener Teilchen für ein Einzelstrahlensystem;

[0027] [Fig. 6](#) eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen optischen Systems unter Verwendung geladener Teilchen für ein Mehrstrahlensystem;

[0028] [Fig. 7](#) eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen optischen Systems unter Verwendung geladener Teilchen für ein Mehrstrahlensystem;

[0029] [Fig. 8](#) eine dritte Ausführungsform eines er-

findungsgemäßen optischen Systems unter Verwendung geladener Teilchen für ein Mehrstrahlensystem; und

[0030] [Fig. 9](#) eine noch andere Ausführungsform des Systems.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0031] [Fig. 1](#) zeigt einen Querschnitt entlang der optischen Achse einer Belichtungsanordnung unter Verwendung eines geladenen Teilchenstrahls mit einer Quelle für geladene Teilchen, zwei Blenden, zwei Linsen und einer elektrostatischen Ablenkeinrichtung bzw. einem elektrostatischen Deflektor. [Fig. 1A](#) zeigt eine Draufsicht des Systems von [Fig. 1](#).

[0032] Eine Quelle **1** emittiert einen divergierenden geladenen Teilchenstrahl **2**. Die im Wesentlichen runde erste Blende **3** begrenzt den Öffnungswinkel des auf die erste Linse **4** auftreffenden Strahls. Außerdem entzieht sie dem System Wärme, wodurch die Leistungsfähigkeit der ersten Linse **4** erhöht wird. Die Linse **4** fokussiert den Strahl im Wesentlichen auf die Ebene der elektrostatischen Ablenkeinrichtung **5**. Nach dem Empfang von Steuersignalen lenkt die Ablenkeinrichtung **5** den durchlaufenden geladenen Teilchenstrahl ab. Die im Wesentlichen runde zweite Blende **6** kann mehrere Zwecke erfüllen. Erstens kann sie den Öffnungswinkel des auf die zweite Linse **7** auftreffenden Strahls begrenzen. Zweitens blockiert sie den Strahl, wenn er durch die elektrostatische Ablenkeinrichtung **5** abgelenkt wird. Wenn der Strahl die zweite Blende **6** durchläuft, fokussiert die zweite Blende **7** den Strahl auf eine Bildebene **8**.

[0033] [Fig. 2](#) zeigt das gleiche Operationsprinzip für ein Mehrstrahlensystem. Mehrere Beamlets bzw. kleine Strahlen oder Teilstrahlen **9** durchlaufen nacheinander eine erste Blendengruppe **10**, eine erste Linsengruppe **11**, eine Deflektorengruppe bzw. eine Ablenkanordnung **12**, eine zweite Blendengruppe **13**, die als Beamlet-Stoppblendengruppe dient, und eine zweite Linsengruppe **14**, die wiederum die transmittierten Beamlets **15** auf eine Bildebene **8** fokussiert. An Stelle der Linsengruppen können auch in einer Ebene angeordnete Einzellinsen verwendet werden. Die Funktion all dieser Komponenten ist mit den äquivalenten Elementen in [Fig. 1](#) vergleichbar. Die Beamlets **9** können durch mehrere Quellen für geladene Teilchen oder durch Teilen eines kollimierten geladenen Teilchenstrahls z.B. durch eine Loch- oder Blendenplatte erzeugt werden, der durch eine einzelne Quelle für geladene Teilchen emittiert wird.

[0034] Das in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellte Konzept wird weit verbreitet verwendet, es hat jedoch einen wesentlichen Nachteil, der insbesondere bei einem Betrieb mit hohen Ablenkfrequenzen wichtig wird. Bei einem Einzelstrahlensystem ist der Strahlfleck

auf der zweiten Blende **6** nicht scharf definiert. Seine Intensität wird zum Rand hin immer schwächer. Infolgedessen ist der zum Blockieren der Beamlets **16** erforderliche Ablenkswinkel nicht gut definiert. Daher ist ein großer Ablenkswinkel erforderlich, um eine geeignete Blockade zu gewährleisten. Bei hohen Ablenkfrequenzen ist jedoch ein kleiner Ablenkswinkel erwünscht.

[0035] Weitere Probleme ergeben sich in der Praxis, wenn das in der Ebene der elektrostatischen Ablenkeinrichtung **5** erzeugte Zwischenbild nicht korrekt positioniert ist.

[0036] [Fig. 3a](#) zeigt ein Beispiel einer korrekt positionierten Ablenkeinrichtung. Der Beamlet füllt oder leuchtet die Fläche beider Blenden aus.

[0037] [Fig. 3b](#) zeigt die Wirkung bei einem geringfügig gedrehten Winkel A. In diesem Fall wird ein Teil des Beamlets **2** durch die erste Blende **3** blockiert. Dadurch wird die Blende **6** nicht vollständig ausgeleuchtet, was zu Dosisänderungen führt.

[0038] In [Fig. 3c](#) ist die Fläche der ersten Blende **3** vergrößert, um zu versuchen, das in [Fig. 3b](#) dargestellte Problem zu lösen und das optische System weniger anfällig für Änderungen des Winkels des ankommenden Beamlets **2** zu machen. In diesem Fall wird jedoch der Beamlet **2** durch die zweite Blende **6** teilweise blockiert. Diese Lösung stellt daher keine Lösung des Problems dar.

[0039] [Fig. 3d](#) zeigt die Wirkung eines geringfügigen Versatzes der optischen Achse o von o → o'. Eine bekannte Lösung besteht darin, die Fläche der ersten Blende zu vergrößern. Anhand von [Fig. 3d](#) ist jedoch deutlich, dass das Problem hierdurch nicht gelöst wird. Die zweite Blende **6** blockiert weiterhin einen Teil des Beamlets **2**.

[0040] In [Fig. 4a](#) wird versucht, das System dadurch stabiler zu machen, dass der Öffnungswinkel des Beamlets **2** vergrößert und die erste Blende **3** vergrößert wird. In diesem Fall nimmt die Wärmebelastung der zweiten Blende **6** zu, weil diese Blende nun einen Teil des Beamlets **2** blockiert. Außerdem ist zum vollständigen Entfernen des Beamlets **2** von der Blende, d.h. für das Ausblenden des Beamlets unter Verwendung der Blendenplatte **6**, ein größerer Ablenkswinkel erforderlich, wofür ein stärkeres elektrostatisches Feld benötigt wird. Dadurch wird die Ablenkeinrichtung komplexer. Außerdem wird die Ablenkeinrichtung langsamer.

[0041] [Fig. 4b](#) zeigt die Wirkung einer leichten Drehung der optischen Achse des Beamlets **2** bezüglich der optischen Konfiguration von [Fig. 4a](#): die Wärmebelastung nimmt erheblich zu.

[0042] [Fig. 4c](#) zeigt die Wirkung eines Versatzes der optischen Achse des Beamlets **2** von o zu einer Position o' : Wiederum nimmt die Wärmebelastung der zweiten Blende zu. Die Wärmebelastung der ersten Blende **3** nimmt ebenfalls zu. Außerdem ändert sich die Position eines Beamlets auf der Bildebene **8** mit der Position der optischen Achse des Beamlets und mit dem Winkel der optischen Achse des Beamlets.

[0043] Als Ergebnis der Positionsänderungen ist der die Blenden durchlaufende Strahlstrom für jede einzelne Blende verschieden. Infolgedessen ändert sich der an der Bildebene **8** ankommende Strahlstrom für jeden Teilchen-Beamlet **15**. Wenn eine zu belichtende Oberfläche, z.B. ein Halbleiterwafer oder eine Fotomaske, in der Bildebene **8** angeordnet ist, führen die Strahlstromänderungen zu Dosisänderungen, d.h. Änderungen der Anzahl geladener Teilchen pro Flächeneinheit. Aufgrund dieser Dosisänderungen ist die Steuerung der kritischen Strukturabmessungen eines Musters mit hochaufgelösten Merkmalen nicht mehr möglich. Ein Verfahren zum Vermindern der negativen Einflüsse von Positionsänderungen besteht darin, den Öffnungswinkel des auf die Blenden auftreffenden Strahls zu vergrößern, wie in den [Fig. 4b](#) und [Fig. 4c](#) dargestellt ist. Obwohl ein Teil des Strahlstroms "vergeudet" wird, transmittiert nun jede einzelne Blende eine ähnliche Fläche eines individuellen Beamlets geladener Teilchen.

[0044] Durch Positionsänderungen des Strahlflecks an den Blenden wird das folgende weitere Problem verursacht. Weil die Quelle keine Singularität ist, sondern eine endliche Größe hat, ist die Strahlstromverteilung innerhalb jedes Beamlets nicht gleichmäßig. Am Umfang jedes Beamlets wird die Stromdichte geringer. Daher werden durch die in [Fig. 4a](#) dargestellte Lösung die Probleme nicht vollständig gelöst. Daher sollte der Öffnungswinkel noch weiter vergrößert werden als zuvor, so dass der transmittierte Teil des Beamlets nur einen Teil des Mittenbereichs mit einer gleichmäßigen Stromdichte enthält. Auf diese Weise wird der Ungleichmäßigkeitseffekt kompensiert.

[0045] Eine einfache Vergrößerung des Öffnungswinkels hat jedoch einen wesentlichen Nachteil. Die Ausleuchtung der Linse, die der Blende mit dem größeren Öffnungswinkel folgt, nimmt zu. Dadurch wird die Leistungsfähigkeit der Linse herabgesetzt. Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein elektronenoptisches System bereitzustellen, in dem der zum Vermeiden der mit Positionsänderungen verbundenen, vorstehend erwähnten Probleme erforderliche maximale Öffnungswinkel minimiert ist. Außerdem ermöglicht die vorliegende Erfindung die Verwendung eines kleinen Ablenk winkels zum Blockieren eines Strahls oder Beamlets nach der Erfassung eines Steuersignals.

[0046] [Fig. 5](#) zeigt ein optisches Einzelstrahlsystem unter Verwendung eines Einzelstrahls, das keinen Teil der vorliegenden Erfindung bildet, und [Fig. 6](#) zeigt eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für ein elektronenoptisches Mehrstrahlsystem. In [Fig. 5](#) ist die erste Blende **3** in der konjugierten Ebene der zweiten Blende **6** angeordnet. Infolgedessen ist der durch die erste Blende **3** bestimmte erforderliche Öffnungswinkel zum Minimieren des Einflusses von Positionsänderungen kleiner als zuvor. Die Ausleuchtung der ersten Linse **4** ist daher vermindert, wodurch ihre Leistungsfähigkeit zunimmt, d.h. es werden weniger Aberrationen erhalten. Außerdem ist der Strahlfleck auf der zweiten Blende **6** scharf, wodurch ein gut definierter Ablenk winkel der elektrostatischen Ablenk einrichtung **5** zum Blockieren des durchlaufenden geladenen Teilchenstrahls erhalten wird. Wenn die Wärmebelastung der ersten Blende **3** zu groß wird, werden entlang des Pfades des geladenen Teilchenstrahls mehrere Blendenelemente in Folge angeordnet. Die Blendenelemente werden dann wechselseitig ausgerichtet und vorzugsweise mit abnehmendem Durchmesser entlang des elektronenoptischen Pfades in Folge angeordnet. In diesem Fall wird das strahlbegrenzende Blendenelement dann auf die zweite Blende **6** abgebildet. Wenn die zweite Blende **6** ebenfalls eine Folge von Blendenelementen, vorzugsweise mit abnehmendem Durchmesser entlang des elektronenoptischen Pfades aufweist, wird das strahlbegrenzende Blendenelement der ersten Blende **3** durch die erste Linse **4** auf das strahlbegrenzende Blendenelement der zweiten Blende **6** projiziert. Auf ähnliche Weise wird diese Struktur gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im in [Fig. 6](#) dargestellten Mehrstrahlsystem implementiert.

[0047] Die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist nur auf Mehrstrahlsysteme anwendbar, insbesondere auf Systeme mit einer einzelnen Quelle. [Fig. 7](#) zeigt ein derartiges elektronenoptisches Mehrstrahlsystem mit einer einzigen Quelle, in dem die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung implementiert ist. Eine Quelle **7** für geladene Teilchen emittiert einen divergenten Strahl **18**, der durch eine Kollimationslinse **19** kollimiert wird, bevor er die erste Blendengruppe **10** erreicht. Die erste Blendengruppe **10** teilt dann den Strahl in mehrere Beamlets. Die übrige Operation ist der Operation des unter Bezug auf [Fig. 6](#) beschriebenen Systems ähnlich. Die Kollimationslinse **19** führt zusätzliche Aberrationen in das System ein.

[0048] Um diese Aberrationen zu vermindern, kann das System wie in [Fig. 8](#) dargestellt modifiziert werden. Details dieser Implementierung sind im WO-Patent Nr. 2004/081910 beschrieben. Gemäß dieser Konfiguration ist eine zusätzliche Linsengruppe **20** zwischen der Kollimationslinse **19** und der Quelle **17** für geladene Teilchen angeordnet. Um eine wesentli-

che Erwärmung der zusätzlichen Linsengruppe **20** zu vermeiden, wodurch ihre Leistungsfähigkeit herabgesetzt würde, ist eine dritte Blendengruppe **21** zwischen der Linsengruppe **20** und der Quelle **17** angeordnet. Die Blendengruppe **21** teilt den emittierten geladenen Teilchenstrahl **18** in mehrere Beamlets **22** und handhabt außerdem die große Wärmebelastung.

[0049] **Fig. 9** zeigt die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die auf das in **Fig. 8** dargestellte System angewendet wird. Entsprechend der gleichen Argumentation wie bei der ersten Ausführungsform bezüglich Positionsänderungen sollte die Position der dritten Blendengruppe **21** in der konjugierten Ebene der ersten Blendengruppe **10** angeordnet sein. Die Linsenausleuchtungen aller Linsengruppen **11**, **14**, **20** sind minimiert, während die Öffnungswinkel groß genug sind, um die Positionsänderungen zu handhaben. Außerdem bleibt der Strahlfleck auf der Beamlet-Stoppblendengruppe **13** scharf, was aufgrund des kleinen minimalen Ablenkwinkels zu der Fähigkeit einer Ablenkung mit einer hohen Frequenz führt.

Patentansprüche

1. Belichtungsanordnung unter Verwendung eines Strahls von geladenen Teilchen unter Benutzung mehrerer kleiner Strahlen (**9**) von geladenen Teilchen, wobei die Vorrichtung umfasst:

- eine erste Blendeneinrichtung (**10**) umfassend mehrere erste, im Wesentlichen runde Blenden zum teilweise Abschirmen eines kleinen Strahls von geladenen Teilchen;
- ein Linsensystem (**11**), umfassend mehrere Linsen zum Fokussieren der kleinen Strahlen von geladenen Teilchen, die aus der ersten Blende stammen, in oder in der Nähe einer bildfokalen Ebene der Linsen;
- eine Deflektoreinrichtung (**12**), im Wesentlichen in der bildfokalen Ebene angeordnet, umfassend mehrere Deflektoren für kleine Strahlen für die Ablenkung der kleinen Strahlen von geladenen Teilchen, die den Deflektor passieren, beim Empfang eines Steuersignals;
- eine zweite Blendeneinrichtung (**13**), umfassend mehrere zweite, in der zur ersten Blende konjugierten Ebene angeordnete, im Wesentlichen runde Blenden, wobei die zweiten Blenden nach den ersten Blenden und den Deflektoren für kleine Strahlen ausgerichtet sind, um die kleinen Strahlen von geladenen Teilchen nach Ablenkung durch die Deflektoren für kleine Strahlen zu blockieren und um sie andernfalls durchzulassen, und wobei die erste und die zweite Blendeneinrichtung so angeordnet sind, dass sie den Öffnungswinkel des kleinen Strahls begrenzen, wenn man in Richtung stromaufwärts des kleinen Strahls blickt.

2. Belichtungsanordnung unter Verwendung eines Strahls von geladenen Teilchen nach Anspruch

1, wobei die mehreren ersten Blenden eine Blendengruppe mit einer Blende für jeden kleinen Strahl bilden, wobei die mehrere Linsen eine Linsengruppe bilden, wobei jede Linse so angeordnet ist, dass einer der mehreren kleinen Strahlen von geladenen Teilchen der ersten Blendeneinrichtung von ihr fokussiert wird, wobei die mehreren zweiten Blenden eine Blendengruppe bilden.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Linsen eine elektrostatische Linse umfassen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Deflektoren der kleinen Strahlen einen elektrostatischen Deflektor umfassen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei der elektrostatische Deflektor zumindest zwei Ablenkungselektroden umfasst.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, weiter umfassend ein zweites, vor der ersten Blendeneinrichtung angeordnetes Linsensystem (**19**), umfassend mehrere Linsen, die eine Linsengruppe bilden, wobei die Linsen angeordnet sind, um die kleinen Strahlen zu konvergieren.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, weiter umfassend ein drittes, vor der ersten Blendeneinrichtung angeordnetes, mehrere Linsen umfassendes Linsensystem (**20**), angeordnet, um Bilder einer Quelle einer Belichtungsanordnung unter Verwendung eines Strahls von geladenen Teilchen in der Hauptebene des zweiten Linsensystems zu projizieren, wobei die optische Vorrichtung weiter eine dritte Blendengruppe (**21**) umfasst, wobei die zweite Linsengruppe so angeordnet ist, dass Bilder der dritten Blendengruppe auf die erste Blendengruppe projiziert werden.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

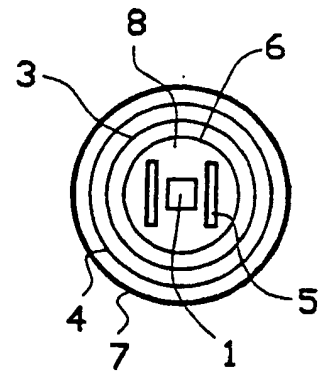
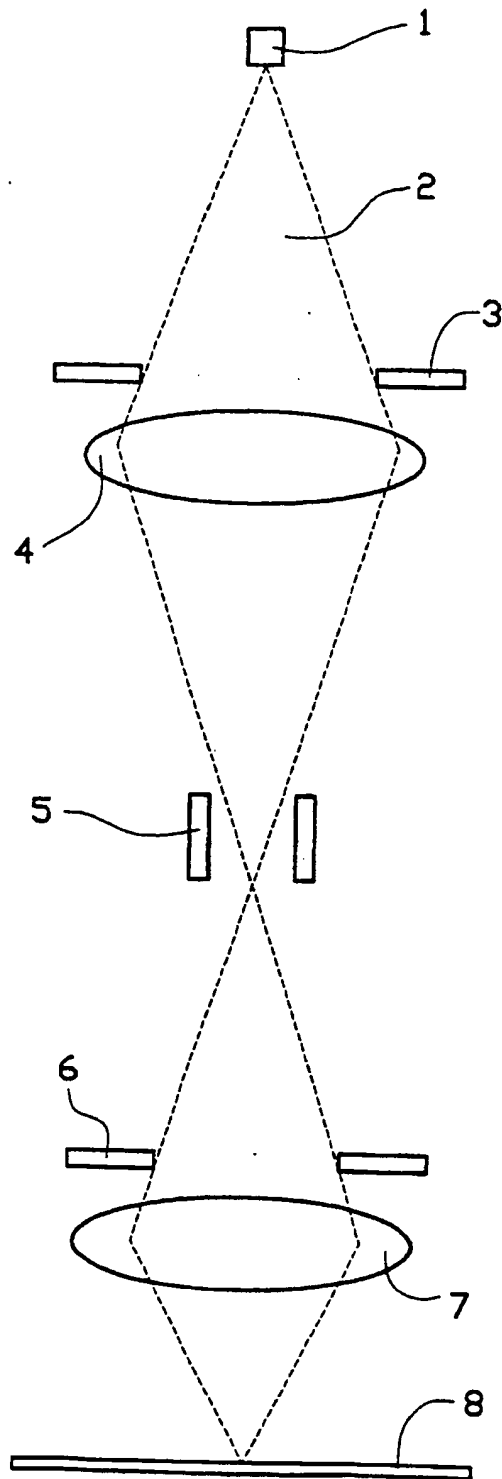
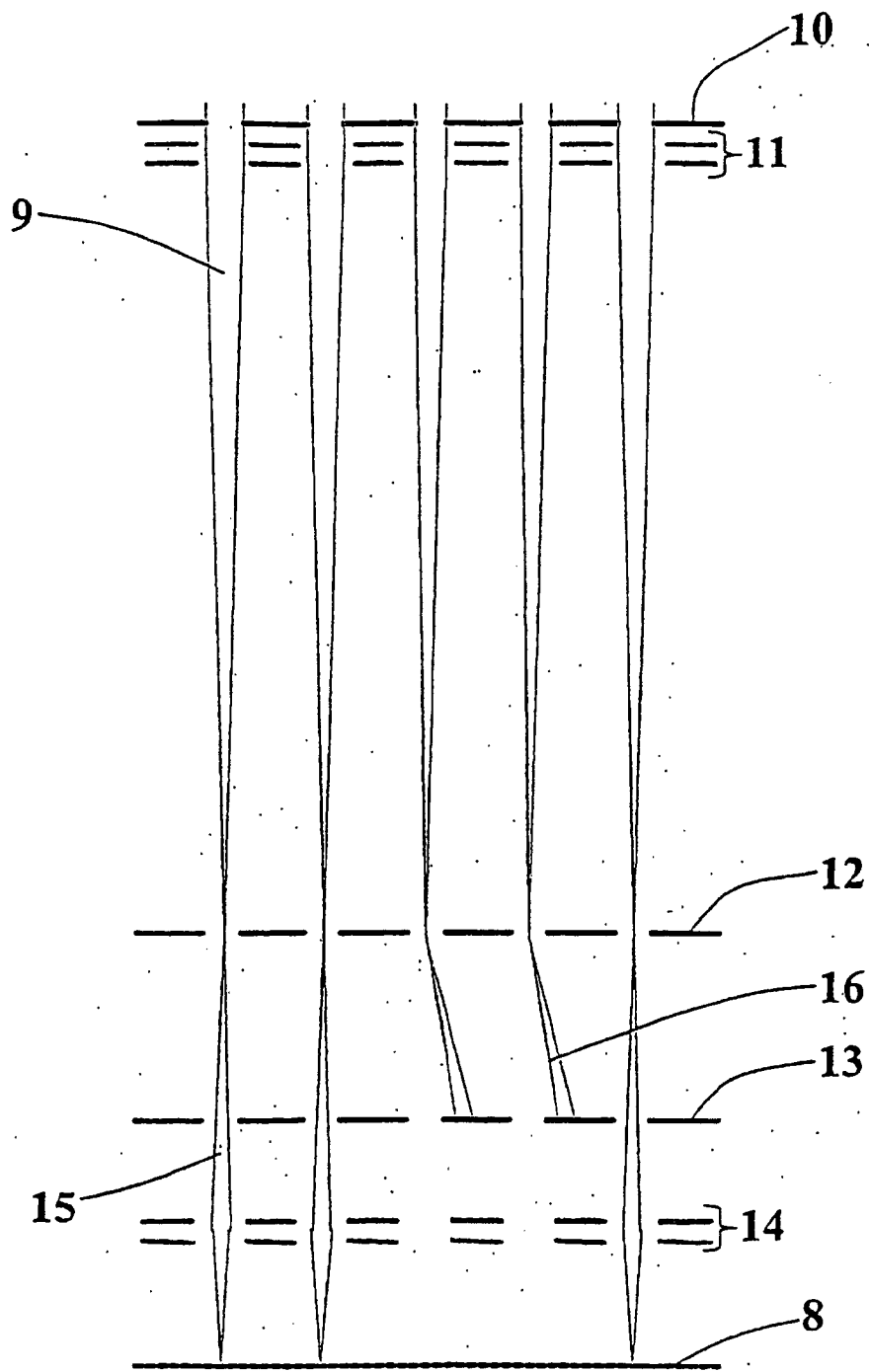
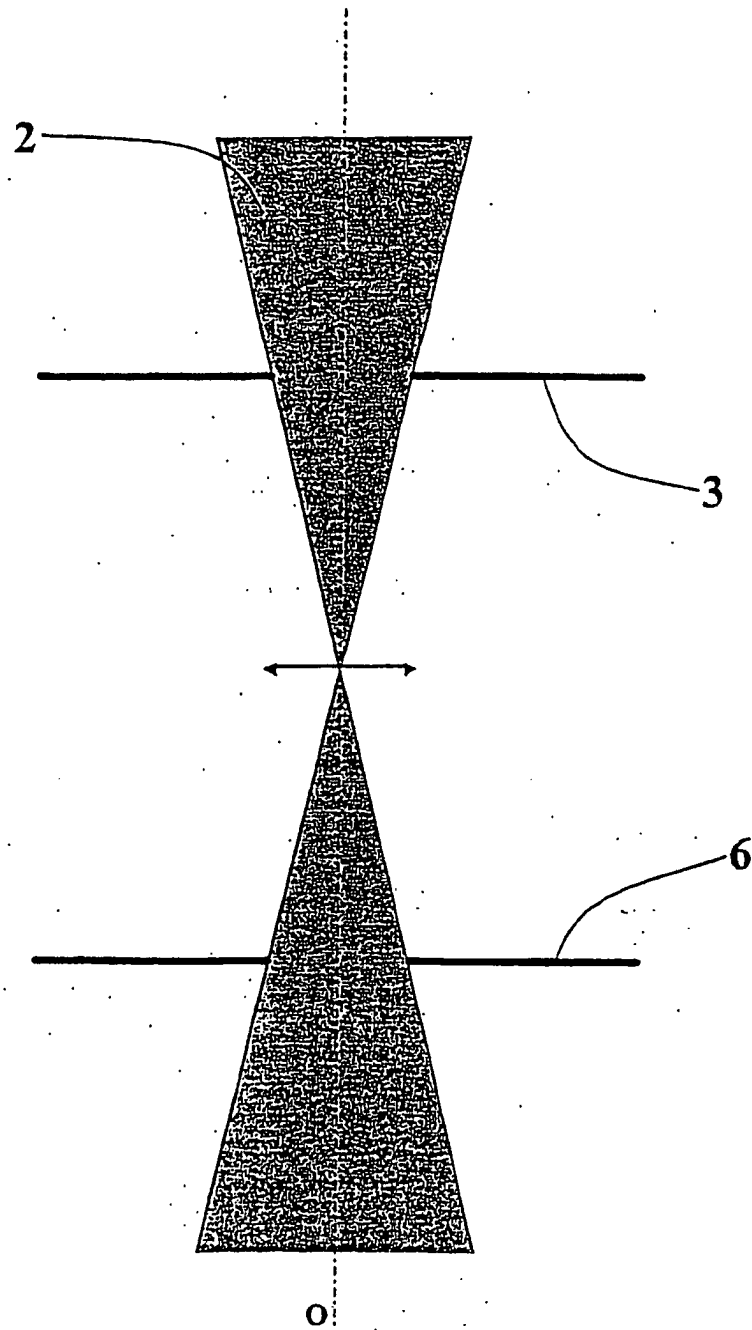


FIG. 1A

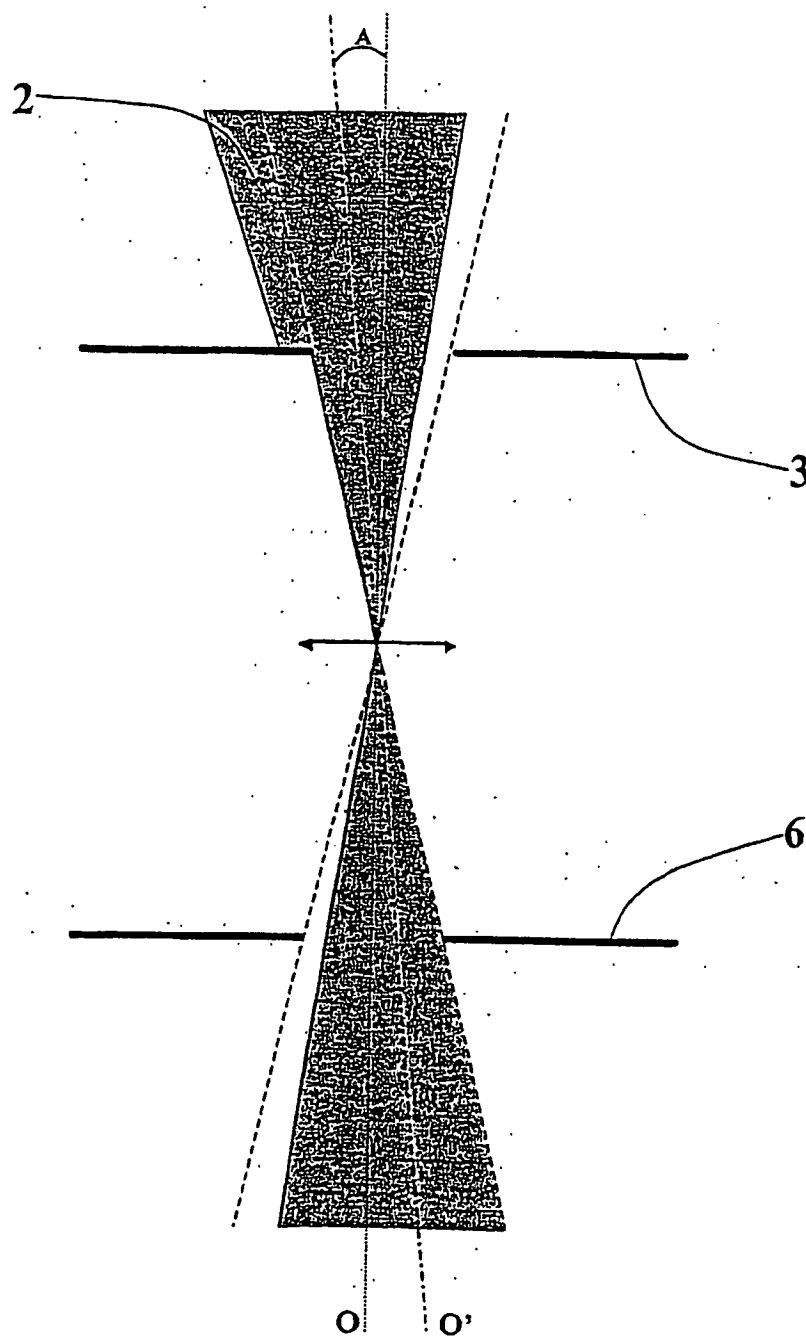
FIG. 1



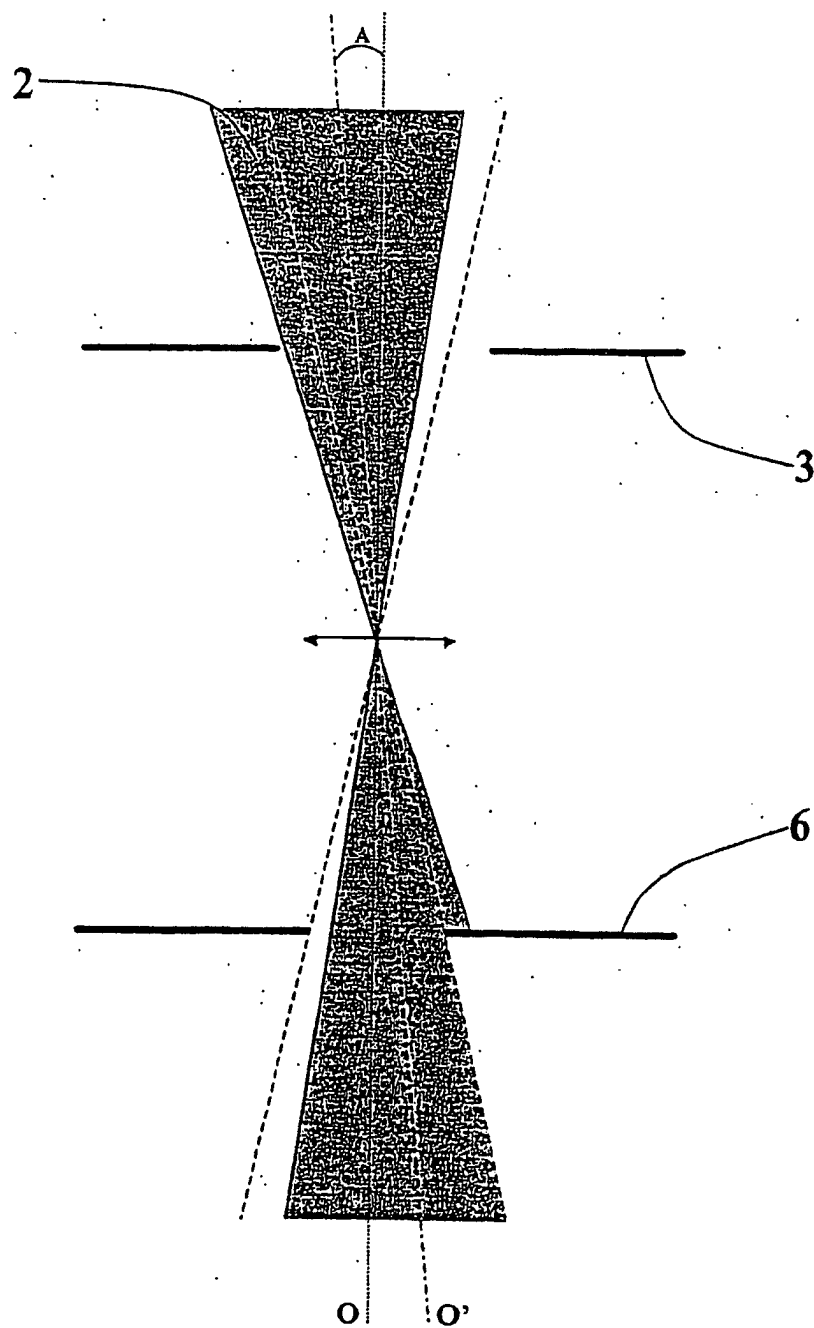
Figur 2



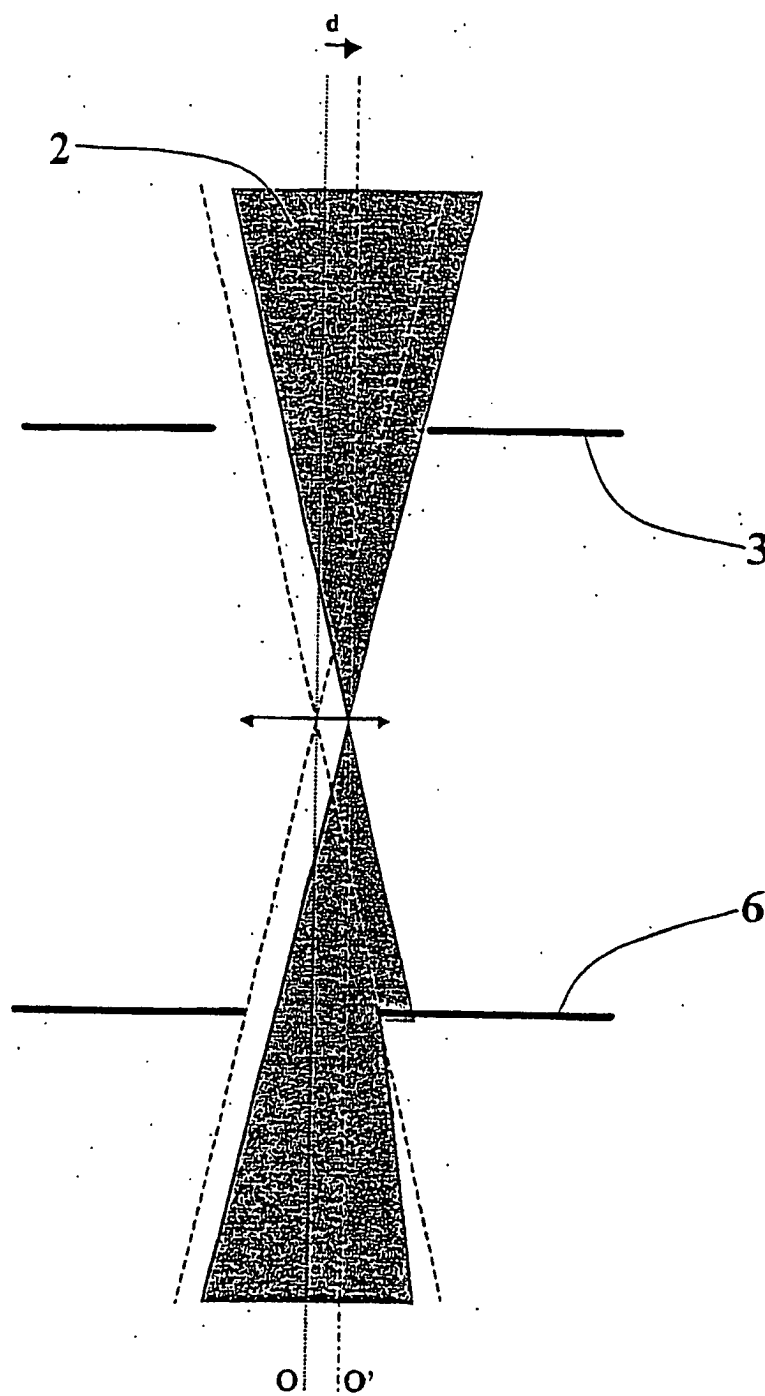
Figur 3a



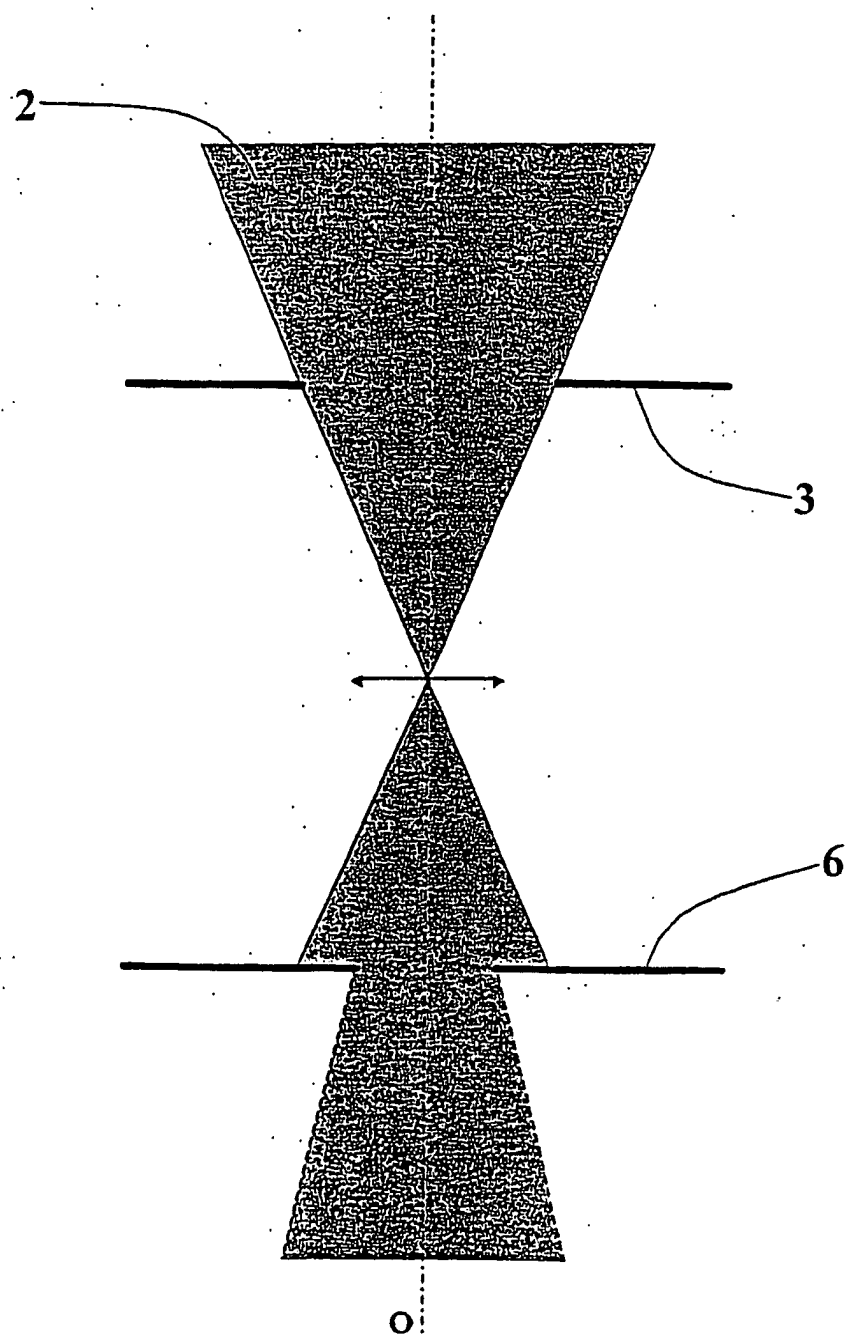
Figur 3b



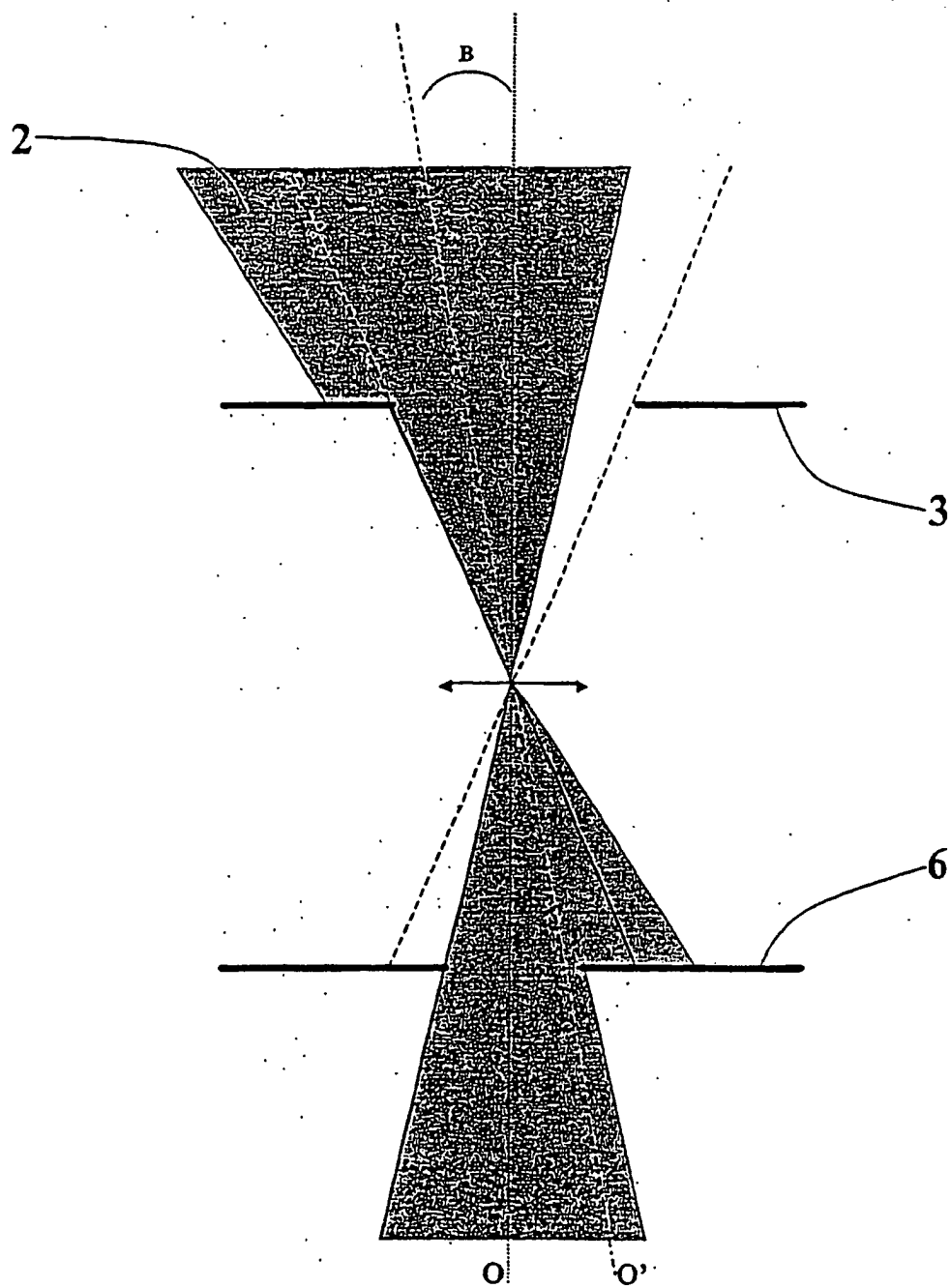
Figur 3c



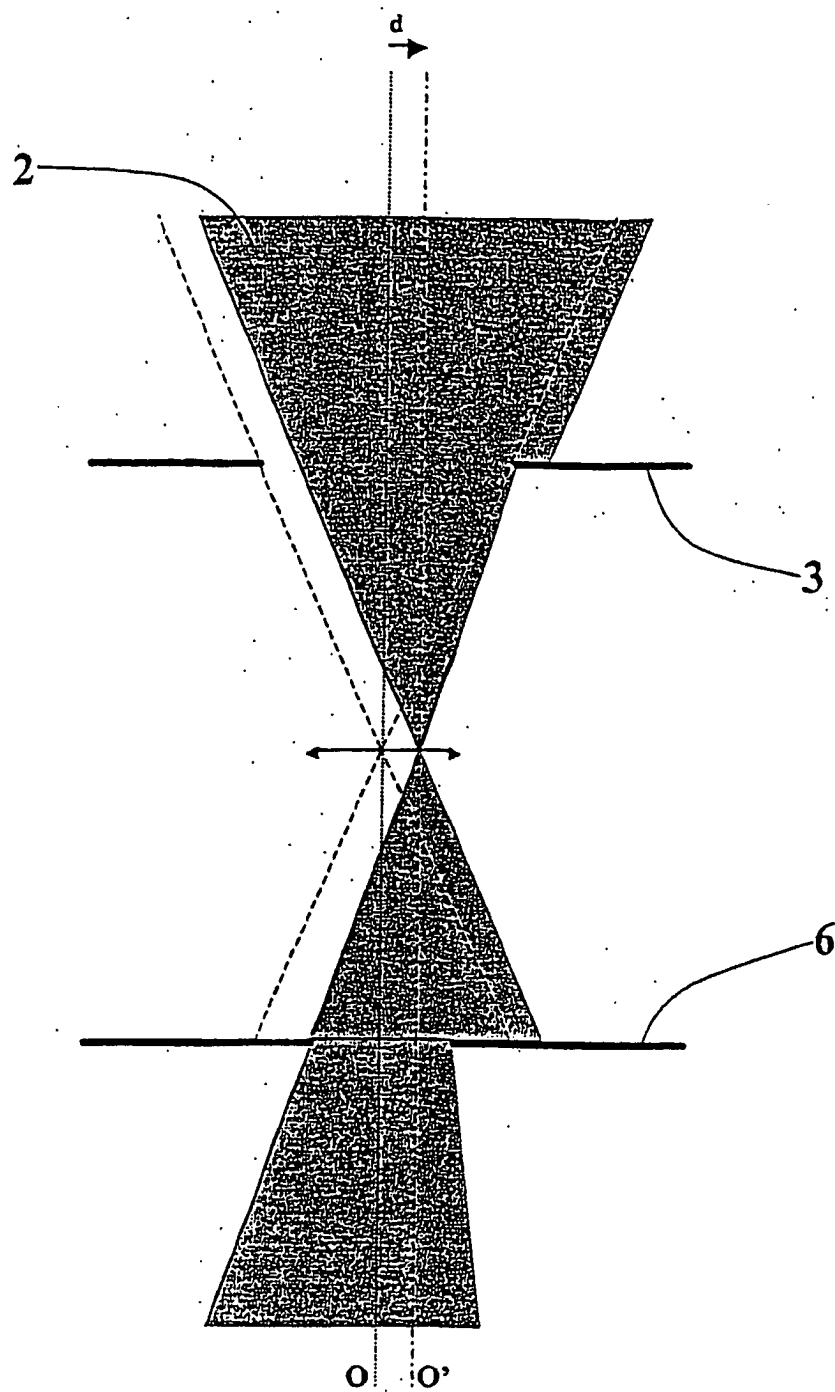
Figur 3d



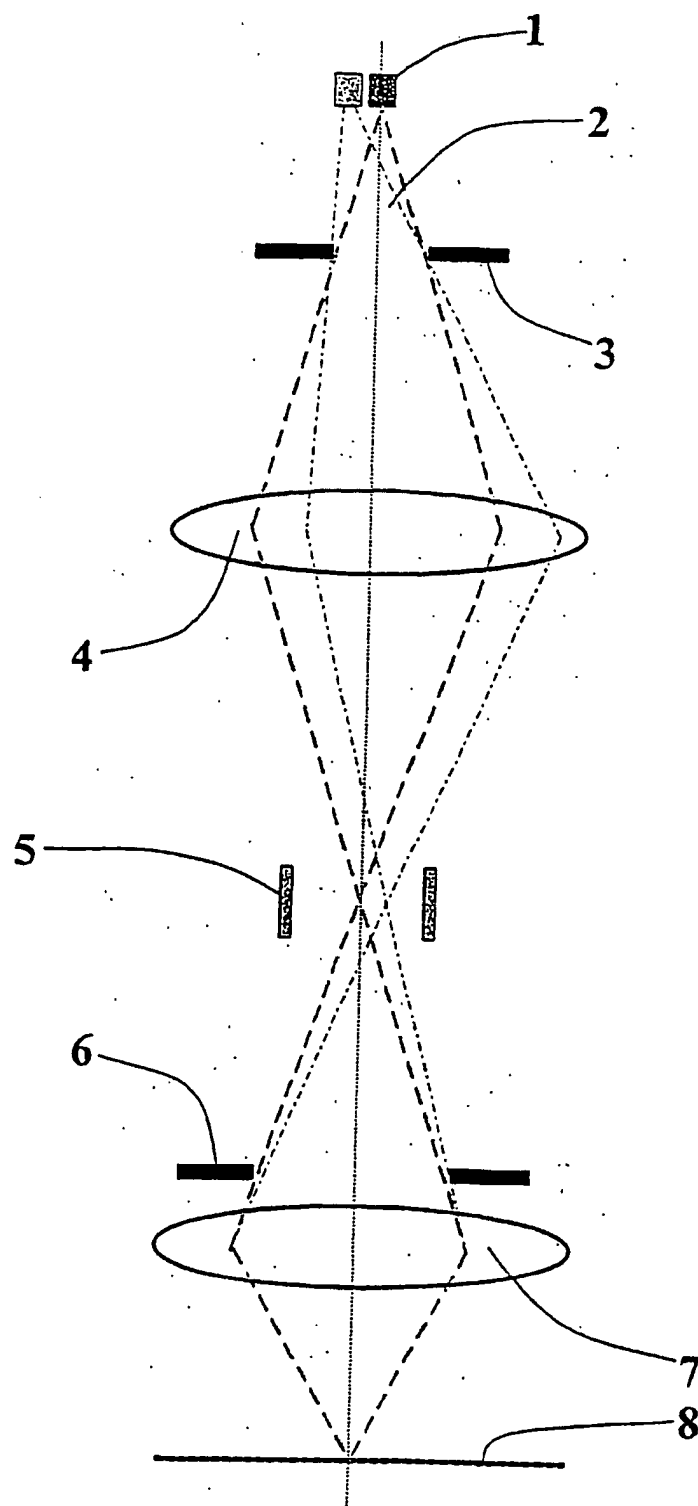
Figur 4a



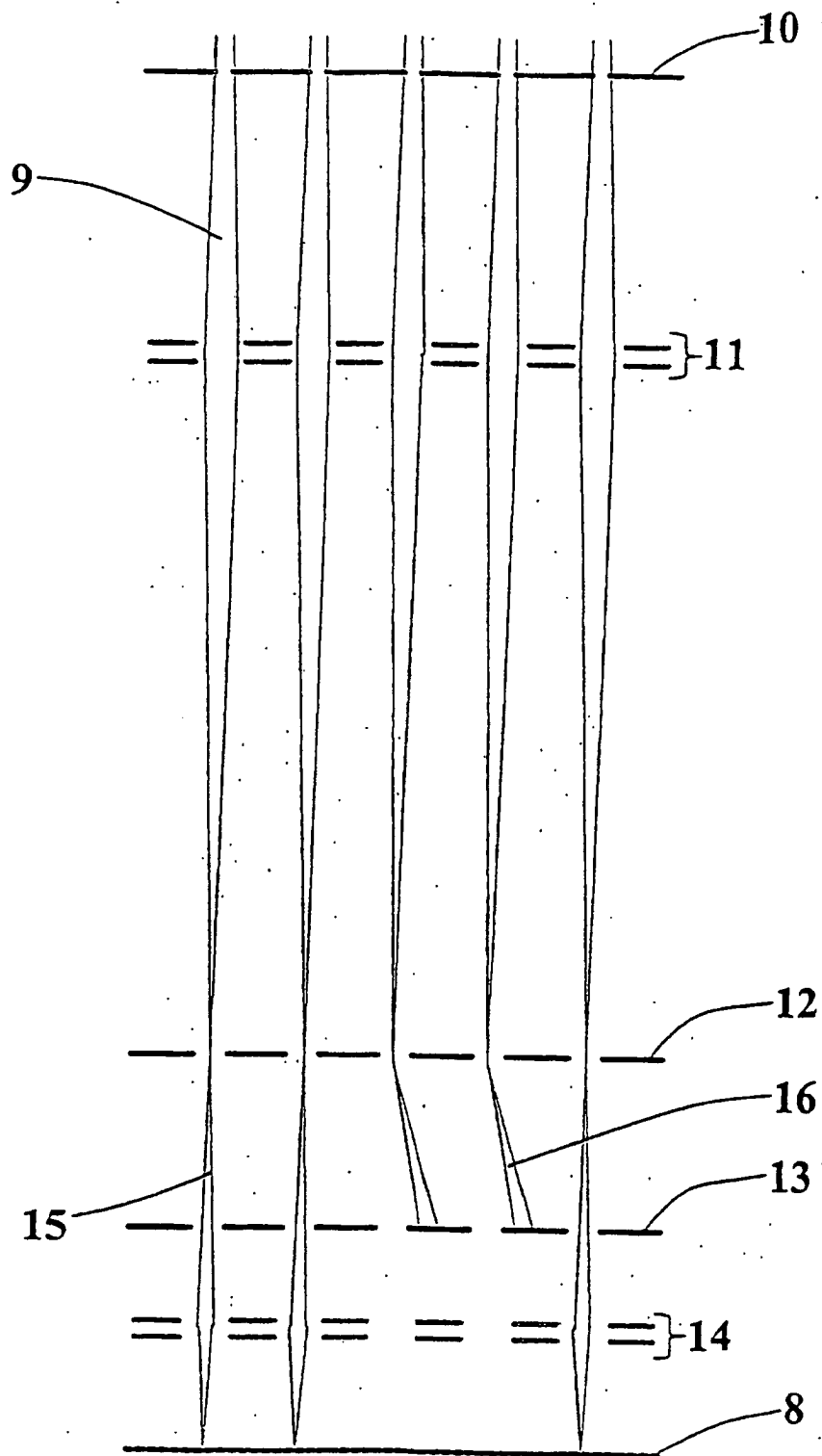
Figur 4b



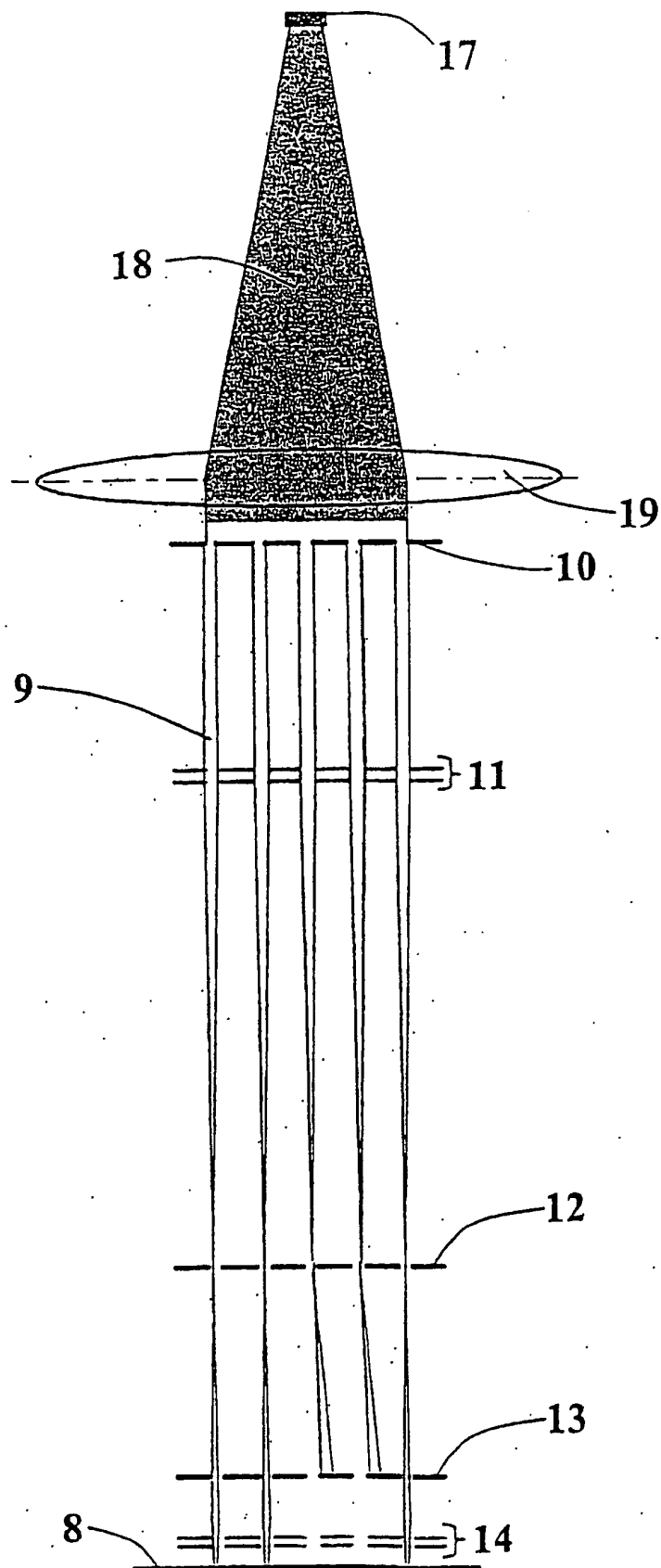
Figur 4c



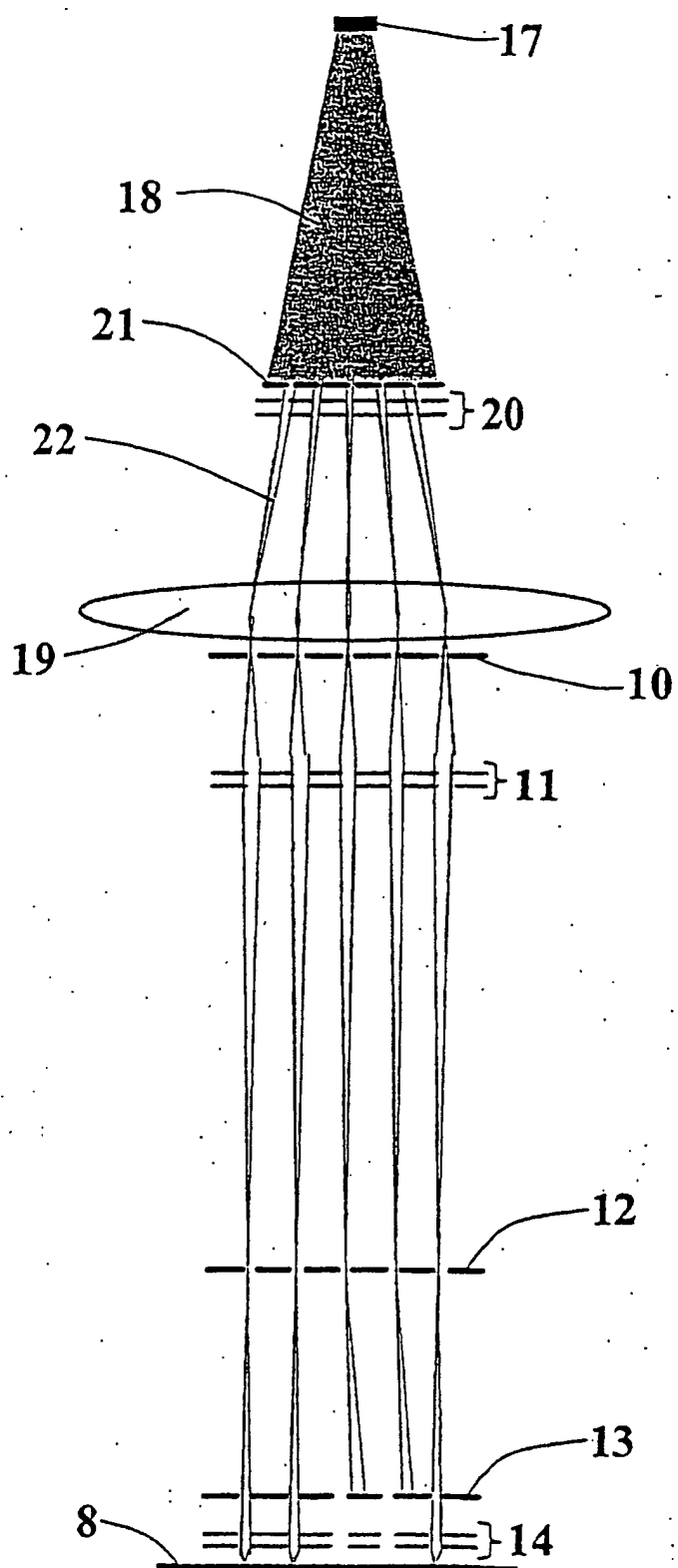
Figur 5



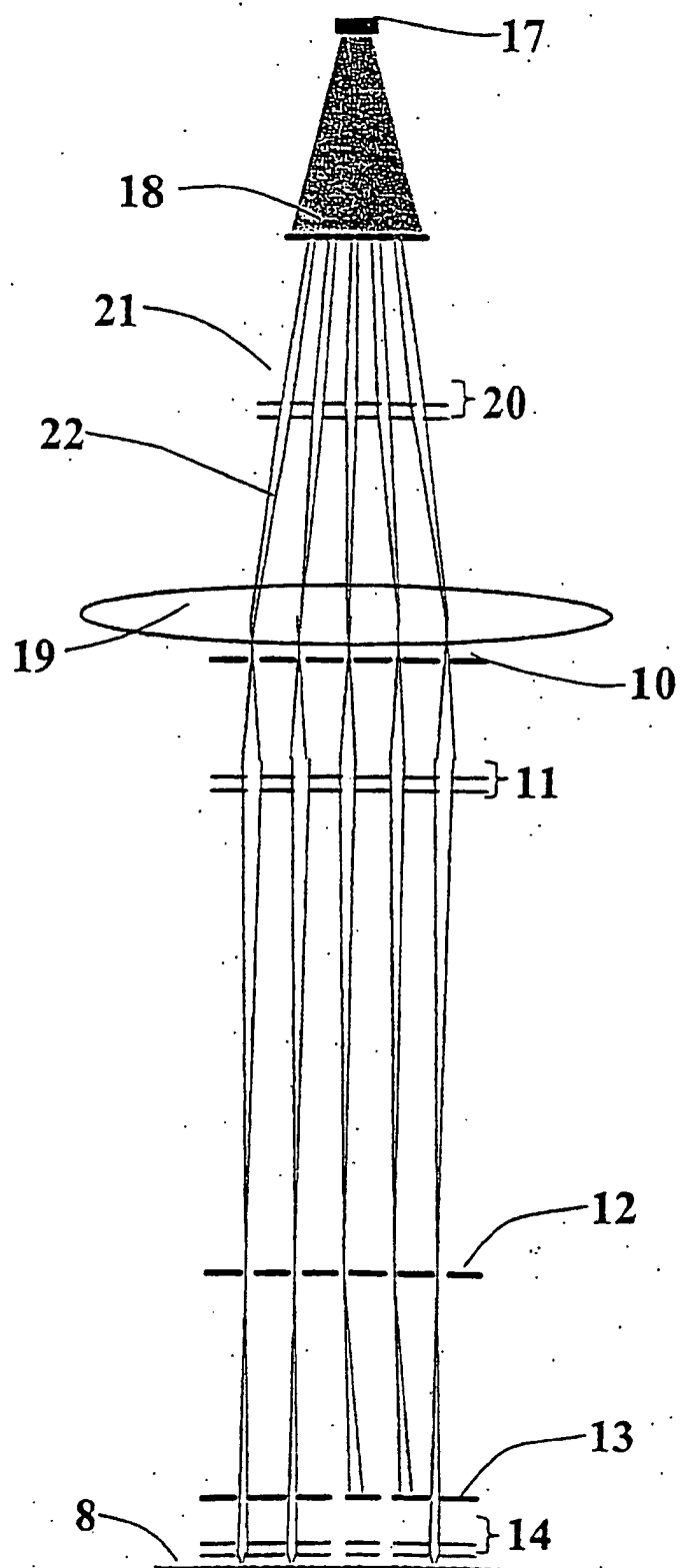
Figur 6



Figur 7



Figur 8



Figur 9