



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 15 205 T2** 2006.02.16

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 030 343 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 15 205.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 301 219.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **16.02.2000**

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

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **27.10.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **16.02.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01J 37/09** (2006.01)

**H01J 37/304** (2006.01)

**H01J 37/317** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**253374 19.02.1999 US**

(73) Patentinhaber:

**Axcelis Technologies, Inc., Beverly, Mass., US**

(74) Vertreter:

**Rummler, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 81669 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT, NL**

(72) Erfinder:

**Loomis, Paul Ashby, Georgetown, Massachusetts 01833, US; Rutishauser, Hans Jurg, Lexington, Massachusetts 02420, US; Lu, Jun, Beverly, Massachusetts 01915, US; Sugitani, Michiro, Niihama-shi, Ehime, JP; Murakami, Toru, Niihama-shi, Ehime, JP; Sogabe, Hiroshi, Saijo-shi, Ehime, JP**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer variablen Apertur in einem Ionenimplantierungsgerät**

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 betrifft allgemein Ionenimplantationssysteme und insbesondere ein Verfahren und System zum Betreiben einer veränderlichen Apertur für den Einsatz in solchen Systemen.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0002]** Ionenimplantation hat sich zu einer Technologie entwickelt, welche durch die Industrie bevorzugt wird, um Halbleiter mit Verunreinigungen in der Herstellung im großen Maßstab von integrierten Schaltkreisen zu dotieren. Hochenergie-Ionenimplantierungsgeräte werden für tiefe Implantierung in ein Substrat verwendet. Solche tiefen Implantierungen sind erforderlich, um zum Beispiel retrograde Quellen zu erzeugen. Eaton GSD/HE und GSD/VHE Ionenimplantierungsgeräte sind Beispiele für solche Hochenergie-Ionenimplantierungsgeräte. Diese Implantationsgeräte können Ionenstrahlen auf Energieniveaus bis zu 5 MeV (Megaelektronenvolt) bereitstellen. Die US-Patentschrift Nr. 4,667,111, übertragen auf den Zessionar der vorliegenden Erfindung, Eaton Corporation, beschreibt solch ein Hochenergie-Ionenimplantierungsgerät.

**[0003]** Typischerweise werden Implantierungen auf Halbleitersubstraten in vorgeschriebenen Serien von Vorgängen oder Rezepturen durchgeführt. Jede Serie kann mehrere Rezepturen umfassen, von denen jede einzelne ein bestimmtes Niveau an Ionenstrahlstrom erfordert. Zurzeit übliche Verfahren der Anpassung des Ionenstrahlstroms für unterschiedliche Rezepturen umfassen ein anfängliches Abstimmen der Ionenstrahlquelle auf ein bestimmtes Strahlstromniveau und dann erneutes Abstimmen der Quelle auf jedes nachfolgende unterschiedliche Strahlstromniveau. Solch ein Verfahren jedoch kann zeitaufwändig sein und ist nachteilig, wenn Strahlrezepturen, die eine allgemeine Spezies (z.B. Bor oder Phosphor) umfassen, in einer Reihenkette verbunden sind. Die Zeit, welche durch das Ablaufen von Rezepturen in Serie gespart wird, wird durch die Zeit, die erforderlich ist, um die Quelle zwischen den Rezepturen erneut abzustimmen, verloren.

**[0004]** Es ist bekannt, eine Apertur mit veränderlichen Abmessungen in einer Ionenimplantationsstrahllinie auszunutzen, um eines oder mehr als ein Isotop eines gewünschten Ions durch die Apertur hindurchgehen und in ein Substrat implantieren zu lassen. Solch eine Apertur ist in der US-Patentschrift Nr. 5,130,552 gezeigt, wo die Aperturgröße für jeden Ionenimplantierungsvorgang vorbestimmt und dementsprechend angepasst wird. Es ist jedoch nicht bekannt, solch eine Apertur in einem Hochenergieimp-

lantationssystem bereitzustellen. Aus GB 1518282 ist bekannt, eine einstellbare Apertur zum Steuern der Menge an Ionenstrahlstrom, welche ebendort hindurch strömt, unter Verwenden von Ionenstrahlrückkopplung einzusetzen.

**[0005]** Es ist daher erstrebenswert, eine verbesserte einstellbare Apertur für den Einsatz in der Strahllinie eines Ionenimplantationssystems bereitzustellen. Es ist ebenfalls erstrebenswert, solch eine einstellbare Apertur für den Einsatz in einem Hochenergie-Ionenimplantationssystem bereitzustellen, wobei der Ionenstrahlstrom als ein Rückkopplungssignal zum Regelungssystem verwendet wird.

**KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

**[0006]** Aspekte der Erfindung sind in den begleitenden Ansprüchen vorgelegt.

**[0007]** Ein System und ein Verfahren zum Betreiben einer variablen Apertur zum Einstellen der Menge des Ionenstrahlstroms, der ebendort hindurch in einem Ionenimplantierungssystem hindurchfließt, werden bereitgestellt. Das System und das Verfahren umfassen Mittel oder Schritte (i) zum Messen des Ionenstrahlstroms an einer Stelle des Implantierungsgeräts unter Verwendung eines Stromdetektors; (ii) zum Vergleichen des gemessenen Ionenstrahlstroms mit einem angestrebten Ionenstrahlstrom; (iii) zum Ausgeben eines Steuersignals, basierend auf dem Vergleich des gemessenen Ionenstrahlstroms mit dem angestrebten Ionenstrahlstrom; und (iv) zum Einstellen eines Spalts, durch welchen der Ionenstrahl hindurchgeht und welcher durch gegenüberliegende erste und zweite Aperturplatten definiert ist, als Reaktion auf das Steuersignal, um die Menge des Ionenstrahlstroms, die ebendort hindurch fließt, zu steuern. Der Stromdetektor stellt eine Rückmeldung zum Ionenstrahlstrom bereit und ein Positionssensor wird eingesetzt, um eine Rückmeldung zur Aperturöffnung bereitzustellen. Das System und das Verfahren stellen einen schnellen, direkten und genauen Mechanismus zum Bewirken deutlicher Veränderungen im Ionenstrahlstrom bereit, ohne dass das erneute Abstimmen der Quelle erforderlich ist. Der Spalt der Öffnung ist in Schritten von ungefähr 5 Mikron ( $\mu\text{m}$ ) einstellbar.

**KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN**

**[0008]** [Fig. 1](#) ist eine Querschnittsdraufsicht eines Ionenimplantierungsgeräts, welches eine kontinuierlich veränderbare Apertur eingebaut hat;

**[0009]** [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht des kontinuierlich veränderbaren Aperturaufbaus, gezeigt im Ionenimplantierungsgerät aus [Fig. 1](#);

**[0010]** [Fig. 3](#) ist eine Draufsicht des kontinuierlich

veränderbaren Aperturaufbaus aus [Fig. 2](#);

[0011] [Fig. 4](#) ist ein Schaltungsschema, welches einen Steuerschleifenmechanismus zeigt, der eingesetzt wird, um den kontinuierlich veränderbaren Aperturaufbau aus [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zu steuern;

[0012] [Fig. 5](#) ist ein schematisches Flussdiagramm, welches den gesamten Steueralgorithmus darstellt, welcher zum Abstimmen des Ionenstrahlstroms des Ionenimplantierungsgeräts aus [Fig. 1](#) eingesetzt wird, basierend auf vorgeschriebenen Betriebsparametern, und welcher den Apertursteuermechanismus aus [Fig. 4](#) umfasst;

[0013] [Fig. 6](#) ist eine graphische Darstellung der Strahlstromsreaktion auf eine Einstellung des Steuerschleifenmechanismus aus [Fig. 4](#), basierend auf einem ersten bevorzugten Steuerungsverfahren; und

[0014] [Fig. 7](#) ist eine graphische Darstellung der Strahlstromsreaktion auf eine Einstellung des Steuerschleifenmechanismus aus [Fig. 4](#), basierend auf einem zweiten bevorzugten Steuerungsverfahren.

#### GENAUE BESCHREIBUNG EINER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

[0015] Eine Querschnittsdraufsicht eines Hochenergie-Ionenimplantierungsgeräts **10** wird in [Fig. 1](#) gezeigt. Das Implantationsgerät **10** umfasst fünf Abschnitte oder Untersysteme: einen Injektor **12**, welcher eine Ionenquelle **14** zum Erzeugen eines Ionenstrahls und einen Massenanalysemagneten **16** zum Analysieren der Masse des Ionenstrahls umfasst; einen Radiofrequenz(RF)-Linearbeschleuniger (Linac) **18**, welcher eine Mehrzahl von Resonatormodulen **20** zum Beschleunigen des Ionenstrahls auf eine höhere Energie umfasst; einen Endenergiemagneten (FEM) **22** zum Ausführen einer Endmassenanalyse des beschleunigten Ionenstrahls; ein Auflösergehäuse **23** für die endgültige Auflösung und Aufbereitung des Ionenstrahls; und eine Endstation **24**, welche eine rotierende Scheibe **26** enthält, die Wafer **W** zur Implantierung durch den Ionenstrahl trägt. Nach dem Massenanalysemagneten **16** am Eingang des Linac **18** ist ein kontinuierlich veränderbarer Aperturaufbau **30** positioniert, welcher als Steuerung der Menge an Ionenstrahlstrom fungiert, welcher vom Massenanalysemagnet **16** zum Linac **18** hindurchgeht. Unmittelbar nach der kontinuierlich veränderbaren Apertur **30** ist ein erster Flag-Faraday-Auffänger **31** angeordnet, welcher verwendet wird, um den Strahlstrom aus der Apertur **30** heraus und in den Linac hinein zu messen.

[0016] Der Massenanalysemagnet **16** lässt nur die Ionen, welche durch die Ionenquelle **14** erzeugt werden und welche ein geeignetes Ladung-zu-Masse-Verhältnis aufweisen, zum RF-Linac **18** hindurch-

gehen. Der Massenanalysemagnet ist erforderlich, da die Ionenquelle **14** zusätzlich zur Erzeugung von Ionen mit geeignetem Ladung-zu-Masse-Verhältnis auch Ionen von größerem oder geringerem Ladung-zu-Masse-Verhältnis als das Gewünschte erzeugt. Ionen, welche ungeeignete Ladung-zu-Masse-Verhältnisse aufweisen, sind für die Implantation in dem Wafer ungeeignet.

[0017] Der Ionenstrahl, welcher durch den Massenanalysemagneten **16** hindurchgeht, umfasst typischerweise ein einzelnes Isotop und tritt in den RF-Linac **18** ein, welcher dem Ionenstrahl, welcher hindurchgeht, zusätzliche Energie mitgibt. Der RF-Linac erzeugt Partikelbeschleunigungsfelder, welche sich periodisch mit der Zeit verändern, deren Phase eingestellt werden kann, um Partikel unterschiedlicher Atomzahl als auch Partikel mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten aufzunehmen. Jedes der Mehrzahl von Resonatormodulen **20** im RF-Linac **18** dient dazu, Ionen weiter über die Energieniveaus, die sie von einem vorangehenden Modul erzielen, zu beschleunigen. Das Auflösergehäuse **23** befindet sich unterhalb des Linac **18**. Das Gehäuse enthält einen zweiten Flag-Faraday-Auffänger **35** zum Messen des Stroms des Ionenstrahls vor dem Implantieren im Wafer.

[0018] Die kontinuierlich veränderbare Apertur **30**, welche zwischen dem Massenanalysemagneten **16** und dem RF-Linac **18** angeordnet ist, wird in [Fig. 2](#) genauer gezeigt. Die Apertur **30** umfasst einen Aperturunteraufbau **32**, welcher allgemein innerhalb einer Befestigungsplatte **34** liegt, und einen Aperturantriebsmechanismus **36**, welcher allgemein außerhalb der Befestigungsplatte **34** liegt. Die Befestigungsplatte **34** definiert die Schnittfläche zwischen dem Inneren der Strahllinie des Implantationsgeräts, welches unter Vakuumbedingungen arbeitet, und dem Äußeren der Strahllinie des Implantationsgeräts, welches unter atmosphärischem Umgebungsdruck angeordnet ist. Die Befestigungsplatte ist mittels eines Kühlmediums (wie Wasser) gekühlt, welches durch interne Kanäle über den Einlass **38** und den Auslass **40** geführt wird.

[0019] Der Aperturunteraufbau **32** umfasst eine graphitfixierte Definierungsapertur **42**, hinter welcher eine graphitveränderliche Apertur **44** liegt, die eine Aperturplatte **44A** und **44B** umfasst. Die Aperturplatten **44A** und **44B** sind an Steuerungsarmen aus rostfreiem Stahl **46A** beziehungsweise **46B** mittels Befestigungselementen wie Schrauben **48** angebracht. Der Spalt **50** zwischen den Aperturplatten **44A** und **44B** (siehe [Fig. 3](#)) definiert einen Raum mit einer Längsachse **49**, durch welchen ein Ionenstrahl während des Betriebs des Ionenimplantierungsgeräts aus [Fig. 1](#) hindurch muss. Wie hierin im Folgenden weiter erklärt, bewegt der Aperturantriebsmechanismus **36** die Steuerungsarme **46A** und **46B** zu einan-

der hin und von einander weg in einer Richtung parallel zur Achse **51**, um die Breite des Spalts **50** zwischen den Aperturplatten **44A** und **44B** zu verändern. Die Achse **51** ist allgemein senkrecht zur Achse, entlang welcher sich der Ionenstrahl bewegt.

**[0020]** Mit Bezugnahme auf [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) umfasst der Aperturantriebsmechanismus **36** einen festgestellten Befestigungsblock **52**, welcher von einer Befestigungsplatte **34** mittels linearer Wellen oder Führungen **54** und **56** fest beabstandet ist. Die linearen Führungen **54** und **56** sind an der Befestigungsplatte **34** mittels der Beschläge **58** beziehungsweise **60** angebracht. Die linearen Führungen **54** und **56** stellen Mittel bereit, entlang derer der bewegliche Abschnitt des Antriebsmechanismus gleitet, um die Einstellung des Spalts **50** zwischen den Aperturplatten **44A** und **44B** zu gestatten.

**[0021]** Der Steuerungsarm **46A** (an welchem die Aperturplatte **44A** angebracht ist) ist mit dem Blockaufbau **62**, **64**, **66** verbunden, welcher bidirektional entlang der linearen Führung **56** gleitet. Der Steuerungsarm **46A** ist fest am Block **62** angebracht; der Block **62** ist fest am Block **64** angebracht; und der Block **64** ist fest am Block **66** angebracht. Dementsprechend wird die Bewegung durch Bewegen von Block **66** in eine Richtung parallel zur Achse **51** auf den Block **64** übertragen, welcher entlang der linearen Führung **56** gleitet, wodurch eine entsprechende axiale Bewegung auf Block **62** und den Steuerungsarm **46A** übertragen wird. Daher bewegt sich der gesamte Blockaufbau **62**, **64**, **66** in eine Richtung parallel zur Achse **51**. Ein ausziehbarer Stahlbalg **70** ist an der Schnittfläche des Steuerungsarms **46A** und des Äußeren der Befestigungsplatte **34** bereitgestellt, um die Vakuumbedingungen auf der Innenseite der Befestigungsplatte aufrecht zu erhalten, während aber der Steuerungsarm **46A** sich durch die Befestigungsplatte hindurch bewegen kann.

**[0022]** In ähnlicher Weise ist der Steuerungsarm **46B** (an welchem die Aperturplatte **44B** angebracht ist) mit dem Blockaufbau **72**, **74**, **76** verbunden, welcher bidirektional entlang der linearen Führung **54** gleitet. Der Steuerungsarm **46B** ist fest am Block **72** angebracht; der Block **72** ist fest am Block **74** angebracht; und der Block **74** ist fest am Block **76** angebracht. Dementsprechend wird die Bewegung durch Bewegen von Block **76** in eine Richtung parallel zur Achse **51** auf den Block **74** übertragen, welcher entlang der linearen Führung **54** gleitet, wodurch eine entsprechende axiale Bewegung auf Block **72** und den Steuerungsarm **46B** übertragen wird. Daher bewegt sich der gesamte Blockaufbau **72**, **74**, **76** in eine Richtung parallel zur Achse **51**. Ein ausziehbarer Stahlbalg **80** ist an der Schnittfläche des Steuerungsarms **46B** und des Äußeren der Befestigungsplatte **34** bereitgestellt, um die Vakuumbedingungen auf der Innenseite der Befestigungsplatte aufrecht zu erhal-

ten, während aber der Steuerungsarm **46B** sich durch die Befestigungsplatte hindurch bewegen kann.

**[0023]** Die Blockaufbauten **62**, **64**, **66** und **72**, **74**, **76** werden zu einander hin und von einander weg in einer Richtung parallel zur Achse **51** durch einen motorgetriebenen Spindelaufbau, welcher einen Gleichstrommotor **82** und eine Gewindewelle **84** umfasst, bewegt. Die Gewindewelle **84** ist mit einem ersten Gewindeabschnitt **84A** ausgestattet, welcher ein Ende aufweist, das mit dem Befestigungsblock **52** durch einen Lagerbeschlag **86** verbunden ist. Die Gewindewelle **84** ist mit einem zweiten Gegengewindeabschnitt **84B** ausgestattet, welcher ein Ende aufweist, das mit der Befestigungsplatte **34** durch ein inneres Lager (nicht gezeigt) verbunden ist. Als solches ist die Gewindewelle **84** an ihren Enden mit dem Befestigungsblock **52** und der Befestigungsplatte **34** sicher verbunden, während es ihr aber gestattet ist, sich bidirektional entlang der Achse **51** zu drehen. Der Block **76** ist mit Innengewinden ausgestattet, welche jenen des ersten Gewindeabschnitts **84A** entsprechen, und Block **66** ist mit Innengewinden ausgestattet, welche jenen des zweiten Gegengewindeabschnitts **84B** entsprechen.

**[0024]** Der Gleichstrommotor **82** ist mit der Gewindewelle **84** mittels einer Wellenkupplung **88** gekuppelt. Der Strom wird dem Motor **82** über die Zuleitungen **90** zugeführt. Durch Anlegen entgegengesetzter gepolter Spannungen an den Gleichstrommotor kann die Gewindewelle **84** in entgegengesetzte Richtungen gedreht werden. Da der erste Gewindeabschnitt **84A** und der zweite Gewindeabschnitt **84B** entgegengesetzt geschnittene Gewinde aufweisen, bewegt die Drehung der Gewindewelle den Blockaufbau **62**, **64**, **66** in eine Richtung parallel zur Achse **51** und bewegt den Blockaufbau **72**, **74**, **76** in eine entgegengesetzte Richtung parallel zur Achse **51**. Die Blockaufbauten sind mit ihren jeweiligen Steuerungsarmen **46A** und **46B** verbunden. Daher kann durch Auswahl der richtigen Polarität der Spannung, welche den Gleichstrommotor **82** betreibt, die Breite des Aperturspalts **50** kleiner oder größer durch Bewegen der Aperturplatten **44A** und **44B** auf einander zu oder auseinander gemacht werden. Auf diese Weise kann der Ionenstrahlstrom, welcher durch die Apertur **44** hindurchgeht, eingestellt werden. Die Aperturplatten **44A** und **44B** können in der geschlossenen Position einander entweder überlappen oder aneinander stoßen, um sicherzustellen, dass kein Strahlstrom hindurch geht. In der bevorzugten Ausführungsform kann der Neigungswinkel  $\alpha$ , definiert durch die Achse **49** der Apertur **44** und die Achse **51**, in der Größenordnung von  $45^\circ$  festgestellt werden.

**[0025]** Eine Alternative zu dem motorbetriebenen Gewindewellenaufbau, welcher in [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) bereitgestellt wird, ist ein motorbetriebener Zahn-

stangen-Drehzapfenaufbau (nicht gezeigt). Die motorgetriebene Drehbewegung des Drehzapfens, welcher zwischen einem Paar von Zahnstangen angeordnet ist, kann dazu verwendet werden, um entgegengesetzte Bewegung auf die Zahnstangen zu übertragen. Durch Verbinden jeder der Zahnstangen mit einem jeweiligen Steuerungsarm kann die Drehbewegung des Drehzapfens durch den Motor dazu verwendet werden, den Aperturspalt einzustellen.

**[0026]** Da der Ionenstrahlstrom, welcher durch die Apertur **44** hindurchgeht, eine nicht unbeträchtliche Wärme erzeugen kann, werden die Steuerungsarme **46A** und **46B** durch ein Medium wie Wasser gekühlt. Der Steuerungsarm **46A** ist mit einer koaxialen Konstruktion bereitgestellt, welche eine innere Hülle **92**, in welche Wasser über den Einlass **96** eingespritzt wird, und eine äußere Hülle **94** ausnützt, durch welche das Wasser über den Auslass **98** austritt. In ähnlicher Weise ist der Steuerungsarm **46B** mit einer koaxialen Konstruktion bereitgestellt, welche eine innere Hülle **100**, in welche Wasser über den Einlass **104** eingespritzt wird, und eine äußere Hülle **102** ausnützt, durch welche das Wasser über den Auslass **106** austritt.

**[0027]** Die Position der Steuerungsarme **46A** und **46B** kann durch Verwenden von Näherungsschaltern **108** und **110**, die auf dem Befestigungsblock **52** angebracht sind, überwacht werden. Die Rippen **112** und **114**, welche an den Blöcken **72** beziehungsweise **62** angebracht sind, betätigen die Schalter **108** beziehungsweise **110**, wenn sie sich in nächster Nähe zu diesen befinden. Wenn der Schalter **108** betätigt wird, befindet sich die Apertur **44** in ihrer am meisten geschlossenen Position und, wenn der Schalter **110** betätigt wird, befindet sich die Apertur **44** in ihrer am weitesten offenen Position (ungefähr 0,16" (0,41 cm) in der bevorzugten Ausführungsform). Außerdem kann ein Linearpotentiometer, welches einen Tauchkolben **116** und einen aufnehmenden Abschnitt **118** umfasst, im Gewinwellenaufbau miteingebaut sein, um eine Anzeige des Abstands zwischen den Blockaufbauten **62**, **64**, **66** und **72**, **74**, **76** bereitzustellen, wodurch eine Anzeige der Position der Apertur **44** und daher der Breite des Aperturspalts **50** bereitgestellt wird. Alternativ kann ein Drehkodierer mit der Gleichstrommotorwelle oder der Gewinwellen **84** gekoppelt werden, um solch eine Positionsinformation bereitzustellen.

**[0028]** [Fig. 4](#) ist ein Schema, welches eine geschlossene Regelschaltung oder einen Steuermechanismus **120** zeigt, welche(r) dazu verwendet wird, um die kontinuierlich veränderbare Apertur aus [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zu steuern. Der Mechanismus **120** kann entweder als Software oder als Hardware umgesetzt sein. Eingaben in die Schaltung **120** sind der gewünschte Ionenstrahlstrom, wie durch die besondere Rezeptur, welche abgearbeitet wird, definiert,

eine Ionenstrahlstrommessung, welche durch den zweiten Flag-Faraday-Auffänger **35** bereitgestellt wird, und eine Aperturpositionsanzeige, welche durch das Linearpotentiometer **116**, **118** bereitgestellt wird. Die Ausgabe der Schaltung **120** besteht in einem Steuersignal oder in Steuersignalen, welche für den Gleichstrommotor **82** bereitgestellt wird(werden), um die Bewegung der Steuerungsarme und folglich des Spalts **50** der Apertur **44** zu steuern.

**[0029]** Ein Vergleicher **122** vergleicht den gewünschten Ionenstrahlstrom mit dem gemessenen Strahlstrom vom zweiten Flag-Faraday-Auffänger **35**. Diese Strahlstrominformation wird alle 50 Millisekunden bereitgestellt und wird in einer Softwaredatenbank gespeichert. Die Ausgabe des Vergleichers wird in einen Motorregler **124** eingegeben, welcher eine Regellogik umfasst, die den Motor **82** regelt, basierend darauf, ob der gemessene Ionenstrahlstrom größer oder kleiner ist als der angestrebte Ionenstrahlstrom. Wenn der gemessene Ionenstrahlstrom größer ist als der angestrebte Ionenstrahlstrom, gibt der Motorregler ein erstes Steuersignal **126** an den Gleichstrommotor aus, um ihn in eine erste Richtung zu drehen, um die Aperturplatten **44A** und **44B** näher zusammen zu bewegen. Daher wird der Aperturspalt **50** verengt und weniger Ionenstrahlstrom wird an den Linac **18** zugeführt.

**[0030]** Wenn jedoch der gemessene Ionenstrahlstrom geringer ist als der angestrebte Ionenstrahlstrom, gibt der Motorregler ein zweites Steuersignal **128** an den Gleichstrommotor aus, um ihn in eine zweite Richtung (entgegengesetzt der ersten Richtung) zu drehen, um die Aperturplatten **44A** und **44B** weiter auseinander zu bewegen. Daher wird der Aperturspalt **50** erweitert und mehr Ionenstrahlstrom wird an den Linac **18** zugeführt. Außerdem ist der Motorregler **124** mit einem Aperturpositionsrückmeldungssignal vom Linearpotentiometer **116**, **118** ausgestattet. (Als solche arbeitet die Steuerschaltung **120** auf Art einer geschlossenen Regelschleife.) Der Apertursteuermechanismus aus [Fig. 4](#) ist Teil eines gesamten Steueralgorithmus, welcher zum Abstimmen des Ionenstrahlstroms des Ionenimplantierungsgeräts aus [Fig. 1](#) verwendet wird, basierend auf angestrebten Betriebsparametern und erfassten Betriebszuständen. Ein schematisches Flussdiagramm, welches diesen gesamten Steueralgorithmus **130** darstellt, der als Hardware oder als Software umgesetzt werden kann, wird in [Fig. 5](#) gezeigt. Ein erster Schritt **132** des Systemabstimmungsverfahrens **130** umfasst das Schließen des ersten Flag-Faraday-Auffängers **31** durch Positionieren der Markierung im Pfad des Ionenstrahls, wie in diesem Gebiet der Technik bekannt, an der Stelle unmittelbar unterhalb der kontinuierlich veränderbaren Apertur **30**. Dann, im Schritt **134**, wird die Position der Apertur **44** voreingestellt, was das Einstellen des Spalts **50** der Apertur auf der Grundlage vergangener Aufzeich-



nungen über den Betrieb des Implantationsgeräts umfasst. Als Nächstes wird in Schritt **136** der Linac **18** auf die angestrebten Betriebsparameter voreingestellt.

**[0031]** Die Entscheidung **138** umfasst das Messen des Ionenstrahlstroms mit dem ersten Flag-Faraday-Auffänger **31**. Wenn der erste Strahlstrom innerhalb eines annehmbaren Bereichs liegt, so dass Feinabstimmen der kontinuierlich veränderbaren Apertur **30** zu einem annehmbaren Strahlstrom, gemessen unterhalb durch den zweiten Flag-Faraday-Auffänger **35**, führt, wird der erste Flag-Faraday-Auffänger **31** im Schritt **140** geöffnet und der Ionenstrahlstrom darf durch die Apertur **30** und in den Linac **18** weitergehen. Wenn jedoch der Strahlstrom, gemessen durch den ersten Flag-Faraday-Auffänger **31**, außerhalb des annehmbaren Bereichs liegt, so dass Feinabstimmen der kontinuierlich veränderbaren Apertur **30** nicht zu einem annehmbaren Strahlstrom, gemessen unterhalb durch den zweiten Flag-Faraday-Auffänger **35**, führt, muss die Position der Apertur **44** im Schritt **142** eingestellt (d.h. grob abgestimmt) werden.

**[0032]** Nach dem groben Abstimmen der Position der Apertur **44**, wenn bei der Entscheidung **144** der Strahlstrom, gemessen durch den ersten Flag-Faraday-Auffänger **31**, innerhalb des annehmbaren Bereichs liegt, wird der erste Flag-Faraday-Auffänger **31** geöffnet. Wenn jedoch der Strahlstrom, gemessen durch den ersten Flag-Faraday-Auffänger **31**, immer noch außerhalb des annehmbaren Bereichs liegt, so muss die Ionenstrahlquelle **14** in Schritt **146** erneut abgestimmt werden. Nach dem erneuten Abstimmen der Quelle **14** wird, wenn bei der Entscheidung **148** der Strahlstrom, gemessen durch den ersten Flag-Faraday-Auffänger, innerhalb des annehmbaren Bereichs liegt, der erste Flag-Faraday-Auffänger **31** geöffnet. Wenn jedoch der Strahlstrom, gemessen durch den ersten Flag-Faraday-Auffänger **31**, immer noch außerhalb des annehmbaren Bereichs liegt, so muss die Ionenstrahlquelle **14** erneut in Schritt **146** abgestimmt werden. Die Schleife, welche durch die Schritte **146** und **148** bereitgestellt ist, ist von Natur aus nicht unendlich, da ein Ausschaltmechanismus bei Zeitablauf bereitgestellt wird, sollte die Quelle **14** sich als nicht abstimmbare auf den angestrebten Stromausstoß herausstellen.

**[0033]** Als Nächstes wird in Schritt **150** der Injektor **12** auf die fluchtige Ausrichtung des Strahls in den Linac **18** hinein abgestimmt. Die Entscheidung **152** umfasst das Messen des Ionenstrahlstroms durch den zweiten Flag-Faraday-Auffänger **35**. Wenn der Strahlstrom innerhalb eines annehmbaren Bereichs liegt, ist die Systemabstimmung mit Schritt **154** abgeschlossen und der zweite Flag-Faraday-Auffänger **35** kann geöffnet werden. Wenn jedoch der Strahlstrom nicht innerhalb des annehmbaren Bereichs liegt,

muss der Aperturspalt **50** im Schritt **156** feinabgestimmt werden, indem die geschlossene Regelkreisschaltung oder der Steuermechanismus **120** aus [Fig. 4](#) aufgerufen wird. Da die Schaltung **120** ein geschlossener Regelkreis ist, wird die Aperturposition kontinuierlich eingestellt, bis der gemessene Strahlstrom beim zweiten Flag-Faraday-Auffänger **35** innerhalb des annehmbaren Bereichs liegt. An diesem Punkt ist die Systemabstimmung bei Schritt **154** abgeschlossen und der zweite Flag-Faraday-Auffänger kann geöffnet werden.

**[0034]** Durch Einsetzen des Verfahrens aus [Fig. 5](#) können deutliche Veränderungen im Ionenstrahlstrom schnell, ohne erneutes Abstimmen der Ionenquelle erzielt werden, was anderenfalls einen deutlich zeitaufwändigeren Vorgang erfordern würde. Außerdem stellen die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ein viel direkteres und genaueres Verfahren des Veränderns des Strahlstroms bereit. Im Gegensatz dazu ist das erneute Abstimmen der Ionenquelle ein viel reaktiverer und indirekterer Vorgang, welcher eine Analyse der Auswirkung jeder Anpassung erfordert, bevor andere Anpassungen gemacht werden, und welcher nicht das genaue Strahlstromabstimmen bereitstellen kann, das durch die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung angeboten wird. Zum Beispiel kann in einer bevorzugten Ausführungsform die Position der Apertur **44** auf eine Genauigkeit von 5 Mikron (mm) gesteuert werden (d.h. jeder Steuerungsarm bewegt seine jeweilige Aperturplatte 2,5 Mikron (mm)), was einer bloß 0,1%-igen Veränderung im Strahlstrom entspricht. Das heißt, dass unter der Annahme, dass der Strahlstrom über die Breite des Aperturspalts **50** homogen ist und zum Beispiel einen injizierten Strom von 100 Mikroampere ( $\mu\text{A}$ ) bei vollständig geöffneter Apertur **44** aufweist, der Strahlstrom nach unten in Schritten von der Winzigkeit von 1 Mikroampere ( $\mu\text{A}$ ) geregelt werden kann.

**[0035]** Im Betrieb überwacht die Schaltung **120** bei Verwendung der Logik aus [Fig. 4](#) den angestrebten Strahlstrom, den gemessenen Strahlstrom (vom zweiten Flag-Faraday-Auffänger **35**) und die Aperturposition (von entweder dem Linearpotentiometer oder dem Drehkodierer). Der Vergleich des gemessenen mit dem angestrebten Strahlstrom wird mindestens einmal jede Sekunde in der bevorzugten Betriebsart angestellt. [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) sind graphische Darstellungen der Strahlstromreaktion auf die Anpassung der Aperturposition bei Verwendung der Logik aus [Fig. 4](#). [Fig. 6](#) basiert auf einem ersten bevorzugten Steuerungsverfahren, welches hierin als das asymptotische Verfahren bezeichnet wird. [Fig. 7](#) basiert auf einem zweiten bevorzugten Steuerungsverfahren, welches hierin als das Zwei-Abschnittsverfahren bezeichnet wird.

**[0036]** Im asymptotischen Verfahren ([Fig. 6](#)) wird

zum Zeitpunkt  $t_1$  ein Fehlersignal durch die Schaltung **120** auf Grundlage des Unterschieds zwischen dem angestrebten Strahlstrom gegenüber dem tatsächlichen Strahlstrom erzeugt. Die gegebene Aperturposition wird auf der Grundlage der Potentiometer- oder Kodiererrückmeldung bestimmt. Wenn der gemessene Strom größer als der angestrebte Strom ist (nicht gezeigt), wird das Steuersignal **126** erzeugt, um den Aperturspalt **50** durch Drehen des Motors **82** in eine Richtung zu verengen, und, wenn der gemessene Strom geringer als der angestrebte Strom ist ([Fig. 6](#)), wird das Steuersignal **128** erzeugt, um den Aperturspalt **50** durch Drehen des Motors **82** in die andere Richtung zu erweitern. Die Aperturpositionsrückmeldung kann eingesetzt werden, so dass die Steuerungschaltung **120** die vorhandene Aperturposition und die geschätzte erforderliche Aperturposition bestimmen kann.

**[0037]** Zum Zeitpunkt  $t_2$ , ungefähr eine Sekunde oder weniger nach dem Zeitpunkt  $t_1$ , wird ein zweites Fehlersignal erzeugt und wiederum fährt das Steuersignal **128** fort, den Motor anzutreiben, um den Aperturspalt **50** weiter zu machen. In [Fig. 6](#) sind zwei zusätzliche Vergleiche zwischen angestrebtem und gemessenem Strom ausgeführt (zu den Zeitpunkten  $t_3$  und  $t_4$ ) und es werden entsprechende Fehlersignale dargestellt. Dieser Vorgang wird fortgesetzt, bis der gemessene Strahlstrom innerhalb des annehmbaren Bereichs liegt.

**[0038]** Die Geschwindigkeit, mit welcher der Motor **82** angetrieben wird und mit welcher folglich die Apertur erweitert oder verengt wird, hängt von der Größe des Fehlersignals und der Aperturposition ab. Daher wird in [Fig. 6](#) zum Zeitpunkt  $t_1$ , wenn das erste (von größter Größenordnung) Fehlersignal erzeugt wird, der Motor mit einer schnelleren Rate angetrieben. Zu nachfolgenden Zeitpunkten ( $t_2 - t_4$ ) wird die Größenordnung des Fehlersignals fortschreitend kleiner und der Motor wird langsamer angetrieben. Auch wird, wenn die Fehlersignalgrößenordnung sich null nähert, der Motor vorzeitig angewiesen anzuhalten, um dem Moment innerhalb des Systems Rechnung zu tragen. Daher schießt der gemessene Strom, gezeigt in [Fig. 6](#), nicht über sein angestrebtes Strahlstromziel hinaus, sondern nähert sich dem Strahlstromziel asymptotisch an.

**[0039]** Im Zwei-Abschnittsverfahren ([Fig. 7](#)) wird zum Zeitpunkt  $t_1$  ein Vergleich durch die Schaltung **120** zwischen dem angestrebten Strahlstrom gegenüber dem tatsächlichen Strahlstrom gemacht. Die gegebene Aperturposition wird auf der Grundlage der Potentiometer- oder Kodiererrückmeldung bestimmt. Wenn der gemessene Strom größer als der angestrebte Strom ist (nicht gezeigt), wird das Steuersignal **126** erzeugt, um den Aperturspalt **50** durch Drehen des Motors **82** in eine Richtung zu verengen, und, wenn der gemessene Strom geringer als der an-

gestrebte Strom ist ([Fig. 7](#)), wird das Steuersignal **128** erzeugt, um den Aperturspalt **50** durch Drehen des Motors **82** in die andere Richtung zu erweitern.

**[0040]** Im Zwei-Abschnittsverfahren wird der Motor **82** angewiesen, die Apertur von ihrer Position zum Zeitpunkt  $t_1$  auf eine Position zum Zeitpunkt  $t_2$  zu bewegen, welche die Hälfte des Maximalabstands darstellt, den sie sich in die richtige Richtung bewegen könnte. Daher wird, wenn das Potentiometer oder der Kodierer anzeigt, dass die Apertur sich auf Position **20** befindet (wobei Position **0** vollständig geschlossen und Position **100** vollständig geöffnet anzeigt) und der gemessene Strahlstrom geringer als der angestrebte Strahlstrom ist, der Motor **82** angewiesen, eine Bewegung von Position **20** (nahezu geschlossen) auf Position **60** (mindestens halb geöffnet) auszuführen. Die 40-Schritte-Erweiterung des Spalts (von Position **20** auf Position **60**) entspricht der Hälfte des Unterschieds zwischen der gegebenen Position **20** und der vollständig geöffneten Position **100**.

**[0041]** Zum Zeitpunkt  $t_2$  wird ein zweiter Vergleich durch die Schaltung **120** von angestrebtem Strahlstrom zu tatsächlichem Strahlstrom ausgeführt. Wiederum wird die gegebene Aperturposition (**60**) bestimmt. Im Falle von [Fig. 7](#) wurde der angestrebte Strahlstrom überschritten (über das Ziel hinausgeschossen) und daher wird der Motor **82** angewiesen auf Position **40** (der halbe Abstand zwischen der augenblicklichen Position **60** und der ursprünglichen Position **20**) zu schließen. Zum Zeitpunkt  $t_3$  wird ein dritter Vergleich durchgeführt und die Aperturposition (**40**) bestimmt. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, wurde der gemessene Strahlstrom unterboten und daher wird der Motor **82** angewiesen auf Position **50** aufzumachen (der halbe Abstand zwischen der augenblicklichen Position **40** und der vorhergehenden Position **60**). Zum Zeitpunkt  $t_4$  wird ein vierter Vergleich durchgeführt und, da der gemessene Strahlstrom nun innerhalb eines annehmbaren Bereichs liegt, bleibt die Aperturposition unverändert auf Position **50**.

**[0042]** In der Praxis hat sich herausgestellt, dass durch Verwenden der kontinuierlich veränderbaren Apertur **30** der Strahlstrom für eine bestimmte Rezeptur innerhalb sehr kurzer Zeit in der Größenordnung von 20 Sekunden abgestimmt werden kann. Diese Zeit wird in den Gegensatz zu jener gesetzt, die erforderlich ist, um die Quelle erneut abzustimmen, wenn die kontinuierlich veränderbare Apertur nicht eingesetzt wird, wobei sich ergeben hat, dass diese in der Größenordnung von zwei bis drei Minuten liegt. Daher stellen die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung einen wirkungsvollen, schnellen Mechanismus zum Abstimmen des Ionenstrahlstroms im Implantationsgerät **10** bereit.

**[0043]** Dementsprechend wurde eine bevorzugte Ausführungsform eines Verfahrens und Systems

zum Betreiben einer veränderbaren Apertur in einem Ionenimplantierungsgerät beschrieben. Mit dem Hintergrund der vorangehenden Beschreibung versteht es sich jedoch von selbst, dass diese Beschreibung nur über ein Beispiel ausgeführt wurde, dass die Erfindung nicht auf die besonderen Ausführungsformen, die hierin beschrieben worden sind, beschränkt ist und dass verschiedene neue Anordnungen, Modifikationen und Austausche unter Bezugnahme auf die vorangehende Beschreibung umgesetzt werden können.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer variablen Apertur (30) zum Einstellen der Menge des Ionenstrahlstroms, der dort hindurch in einem Ionenimplantierungssystem (10) geht, umfassend die Schritte:

(i) Messen des Ionenstrahlstroms an einer Implantierstelle unter Verwendung eines Stromdetektors (35);

(ii) Vergleichen des gemessenen Ionenstrahlstroms mit einem gewünschten Ionenstrahlstrom;

(iii) Ausgeben eines Steuersignals (126, 128), basierend auf dem Vergleich des gemessenen Ionenstrahlstroms mit dem gewünschten Ionenstrahlstrom; und

(iv) Einstellen eines Spalts (50), durch welchen der Ionenstrahl hindurchgeht, als Reaktion auf das Steuersignal, um die Menge des Ionenstrahlstroms, die dort hindurch geht, zu steuern; **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spalt durch gegenüber liegende erste und zweite Aperturplatten (44A, 44B) definiert ist und das Verfahren des Weiteren den Schritt umfasst:

Bestimmen der Position der Aperturplatten (44A, 44B), und wobei der Schritt des Ausgebens des Steuersignals (126, 128) zusätzlich auf der Bestimmung der Aperturplattenposition basiert.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der Schritt des Bestimmens der Position der Aperturplatten (44A, 44B) den Schritt des Bereitstellens eines Positionsfühlers (116, 118) umfasst und wobei das Steuersignal (126, 128) an einen Motor (82) ausgegeben wird, welcher die Bewegung eines Aperturantriebsmechanismus (36) steuert.

3. Verfahren gemäß jedem vorangehenden Anspruch, wobei ein Fehlersignal auf der Grundlage des Vergleichs des gemessenen Ionenstrahlstroms mit dem gewünschten Ionenstrahlstrom erzeugt wird und das Steuersignal (126, 128) zusätzlich auf einer Größe des Fehlersignals basiert.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, wobei das Fehlersignal erzeugt wird und der Spalt (50) wiederholt wenigstens einmal pro Sekunde angepasst wird, bis der gemessene Ionenstrahlstrom sich innerhalb eines bestimmten Werts des gewünschten Ionenstrahl-

stroms diesem asymptotisch annähert.

5. Verfahren gemäß Anspruch 3, wobei das Fehlersignal erzeugt wird und der Spalt (50) wiederholt in regelmäßigen Abständen angepasst wird und wobei das Steuersignal (126, 128) aufeinanderfolgend den Spalt in jedem Intervall anpasst, so dass der gemessene Ionenstrahlstrom über den gewünschten Ionenstrahlstrom hinaus schießt, bis der gemessene Ionenstrahlstrom innerhalb eines bestimmten Werts des gewünschten Ionenstrahlstroms liegt.

6. Verfahren gemäß jedem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der Spalt (50) in Schritten von ungefähr 5 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) einstellbar ist.

7. Verfahren zum Einstellen der Ionenstrahlstromausgabe durch eine Stromquelle (14) in einem Ionenimplantierer (10), durch Einstellen der Position einer Apertur (44), durch welche der Ionenstrahlstrom hindurchgeht, umfassend die Schritte:

(i) Messen des Ionenstrahlstroms unter Verwendung eines ersten Detektors (31), um durch Schließen des Detektors (31) den Ionenstrahl zu blockieren;

(ii) Bestimmen, ob der gemessene Ionenstrahlstrom innerhalb eines bestimmten Bereichs liegt und entweder (a) Öffnen des ersten Detektors (31) und es dem Ionenstrahl Gestatten, zu einem zweiten Detektor (35) zu gelangen, wenn der Strom innerhalb des bestimmten Bereichs liegt, und Weiterspringen zu Schritt (iv) oder (b) grobes Abstimmen der Position der Apertur (44), wenn der Strom nicht innerhalb des bestimmten Bereichs liegt;

(iii) nachfolgendes Bestimmen, ob der gemessene Ionenstrahlstrom innerhalb des bestimmten Bereichs liegt und entweder (a) Öffnen des ersten Detektors (31) und es dem Ionenstrahl Gestatten, zu einem zweiten Detektor (35) vorzustoßen, wenn der Strom innerhalb des bestimmten Bereichs liegt, und Weiterspringen zu Schritt (iv) oder (b) Abstimmen der Ionenstrahlquelle (14), wenn der Strom nicht innerhalb des bestimmten Bereichs liegt, bis sich der Strom innerhalb des bestimmten Bereichs befindet;

(iv) Messen des Ionenstrahlstroms unter Verwendung des zweiten Detektors (35), um durch Schließen des zweiten Detektors (35) den Ionenstrahl zu blockieren; und

(v) nachfolgendes Bestimmen, ob der gemessene Ionenstrahlstrom innerhalb eines zweiten bestimmten Bereichs liegt und entweder (a) Öffnen des zweiten Detektors (35) oder (b), wenn der Strom nicht innerhalb des bestimmten Bereichs liegt, Feinabstimmen der Position der Apertur (44) gemäß dem Verfahren jedes vorangehenden Anspruchs, wobei der Strom des Ionenstrahls am Ort des zweiten Detektors gemessen wird und der zweite Detektor der Stromdetektor der vorangehenden Ansprüche ist.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, des Weiteren umfassend den anfänglichen Schritt des Voreinstel-



lens der Position der Apertur (44), basierend auf den vergangenen Betriebsaufzeichnungen des Ionenimplantierungsgeräts.

9. System zum Einstellen der Ionenstrahlausgabe durch eine Stromquelle (14) in einem Ionenimplantierer (10) durch Einstellen der Position einer Apertur (44), durch welche der Ionenstrahlstrom hindurch geht, umfassend:

- (i) einen Stromdetektor (35) zum Messen von Ionenstrahlstrom an einer Implantiererstelle;
- (ii) Mittel zum Vergleichen des gemessenen Ionenstrahlstroms mit einem gewünschten Ionenstrahlstrom;
- (iii) Mittel zum Ausgeben eines Steuersignals (126, 128), basierend auf dem Vergleich des gemessenen Ionenstrahlstroms mit dem gewünschten Ionenstrahlstrom; und
- (iv) Mittel zum Einstellen eines Spalts (50), durch welchen der Ionenstrahl hindurchgeht und welcher durch gegenüber liegende erste und zweite Aperturplatten (44A, 44B) definiert ist, als Reaktion auf das Steuersignal, um die Menge des Ionenstrahlstroms, die dort hindurch geht, zu steuern, dadurch gekennzeichnet, dass das System des Weiteren umfasst:  
Mittel zum Bestimmen der Position der Aperturplatten (44A, 44B), wobei das Mittel zum Ausgeben eines Steuersignals das Steuersignal ausgibt, welches des Weiteren auf der Aperturplattenposition basiert.

10. System zum Einstellen der Ionenstrahlstromausgabe durch eine Stromquelle (14) in einem Ionenimplantierungsgerät (10) durch Einstellen der Position einer Apertur (44), durch welche der Ionenstrahlstrom hindurch geht, umfassend:

- (i) einen ersten Detektor (31) zum Messen des Ionenstrahlstroms, wenn, er sich in einer geschlossenen Position befindet, welche den Ionenstrahl blockiert;
- (ii) Mittel zum Bestimmen, ob der gemessene Ionenstrahlstrom innerhalb eines bestimmten Bereichs liegt und entweder (a) Öffnen des ersten Detektors (31) und es dem Ionenstrahl Gestatten, zu einem zweiten Detektor (35) zu gelangen, wenn der Strom innerhalb des bestimmten Bereichs liegt, und Weiterspringen zu Schritt (iv) oder (b) grobes Abstimmen der Position der Apertur (44), wenn der Strom nicht innerhalb des bestimmten Bereichs liegt;
- (iii) Mittel zum nachfolgenden Bestimmen, ob der gemessene Ionenstrahlstrom innerhalb des bestimmten Bereichs liegt und entweder (a) Öffnen des ersten Detektors (31) und es dem Ionenstrahl Gestatten, zu einem zweiten Detektor (35) vorzustoßen, wenn der Strom innerhalb des bestimmten Bereichs liegt, und Weiterspringen zu Schritt (iv) oder (b) Abstimmen der Ionenstrahlquelle (14), wenn der Strom nicht innerhalb des bestimmten Bereichs liegt, bis sich der Strom innerhalb des bestimmten Bereichs befindet;
- (iv) den zweiten Detektor (35) zum Messen des Ionenstrahlstroms, wenn er sich in einer geschlossenen Position befindet, welche den Ionenstrahl blo-

ckiert; und

(v) Mittel zum nachfolgenden Bestimmen, ob der gemessene Ionenstrahlstrom innerhalb eines zweiten bestimmten Bereichs liegt und entweder (a) Öffnen des zweiten Detektors (35) oder (b), wenn der Strom nicht innerhalb des bestimmten Bereichs liegt, Feinabstimmen der Position der Apertur (44) unter Verwendung des Systems gemäß Anspruch 9, wobei der Ionenstrahlstrom am Ort des zweiten Detektors gemessen wird und wobei der zweite Detektor der Stromdetektor aus Anspruch 9 ist.

11. System gemäß Anspruch 10, des Weiteren umfassend ein Mittel zum Voreinstellen der Position der Apertur (44), basierend auf den vergangenen Betriebsaufzeichnungen des Ionenimplantierungsgeräts.

12. System gemäß Anspruch 10 oder Anspruch 11, wobei der zweite Detektor (35) eine Ionenstrahlstromrückkoppelung bereit stellt.

13. System gemäß jedem der Ansprüche 10 bis 12, wobei der Spalt (50) in Schritten von ungefähr 5 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) einstellbar ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

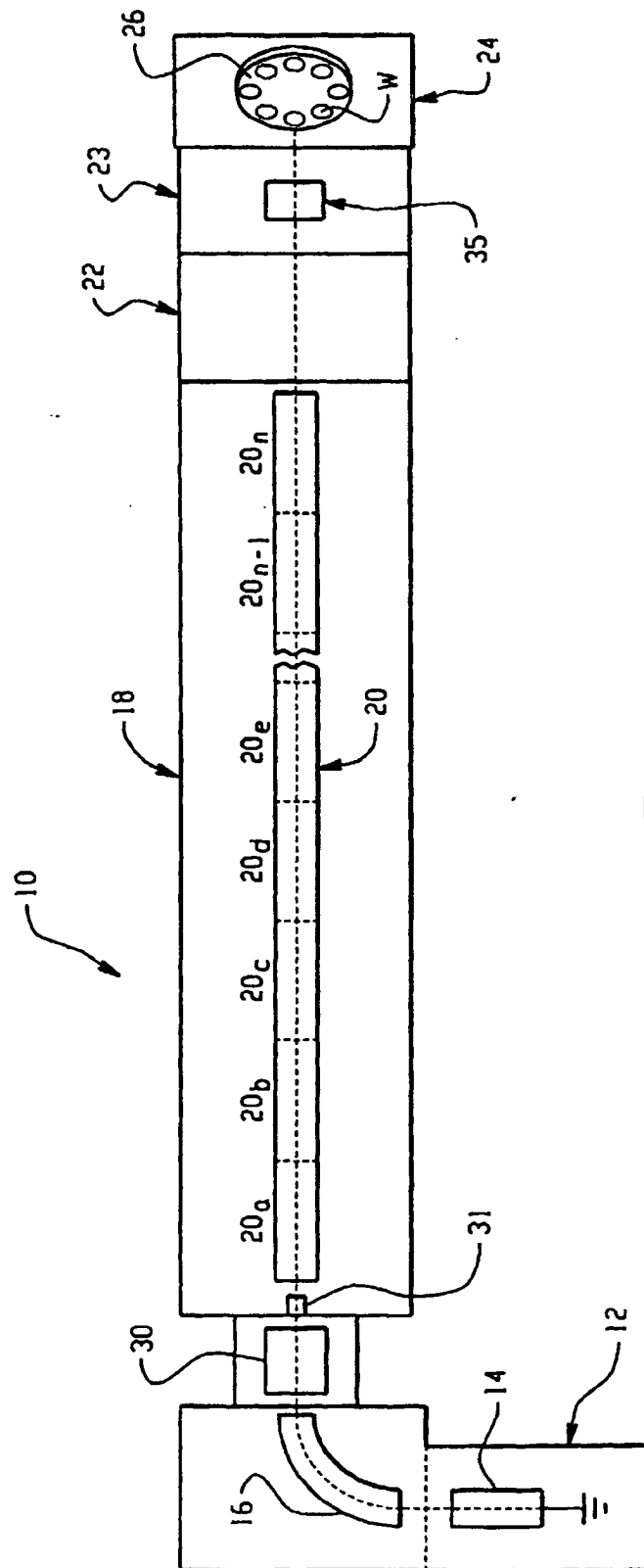


Fig. 1

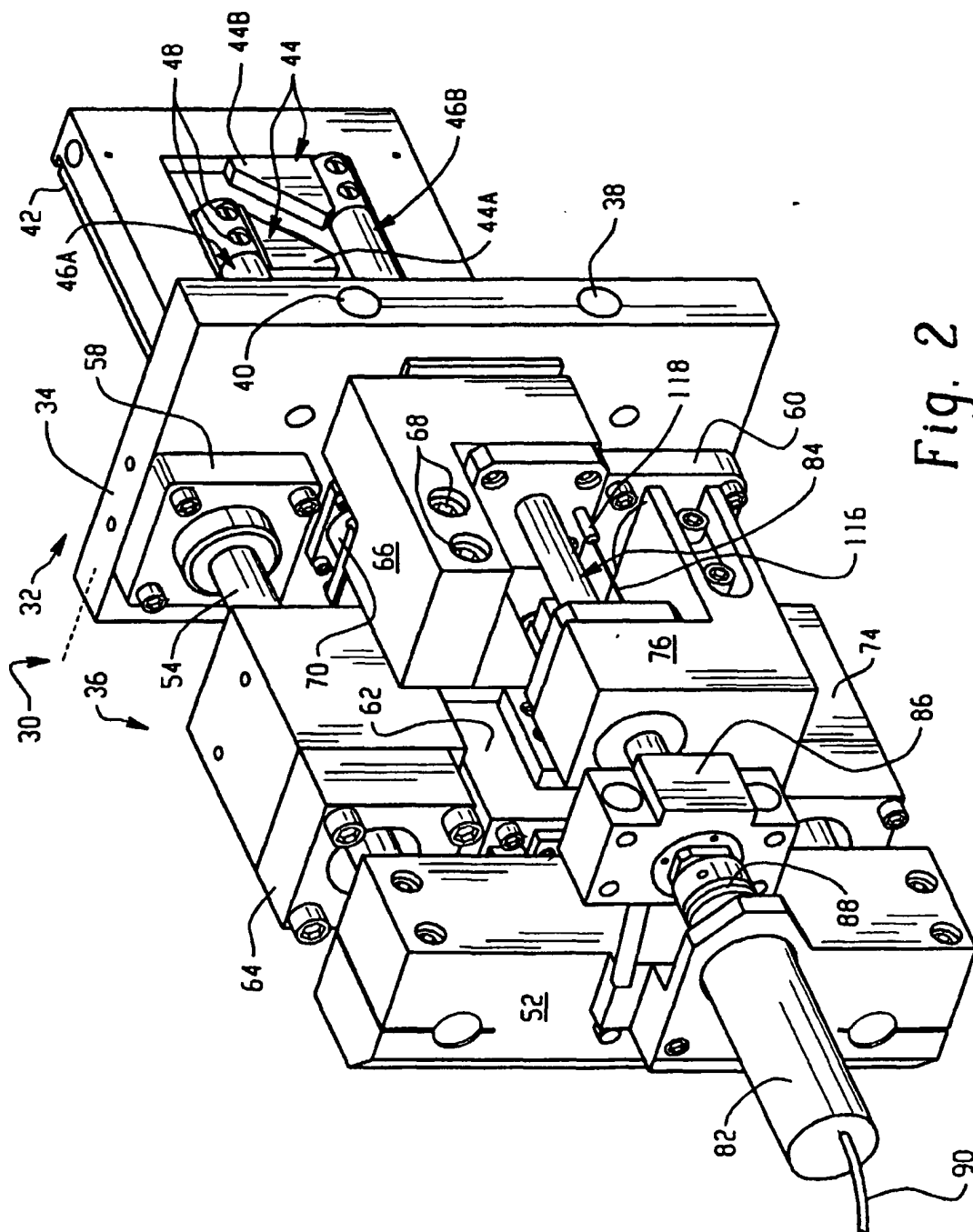
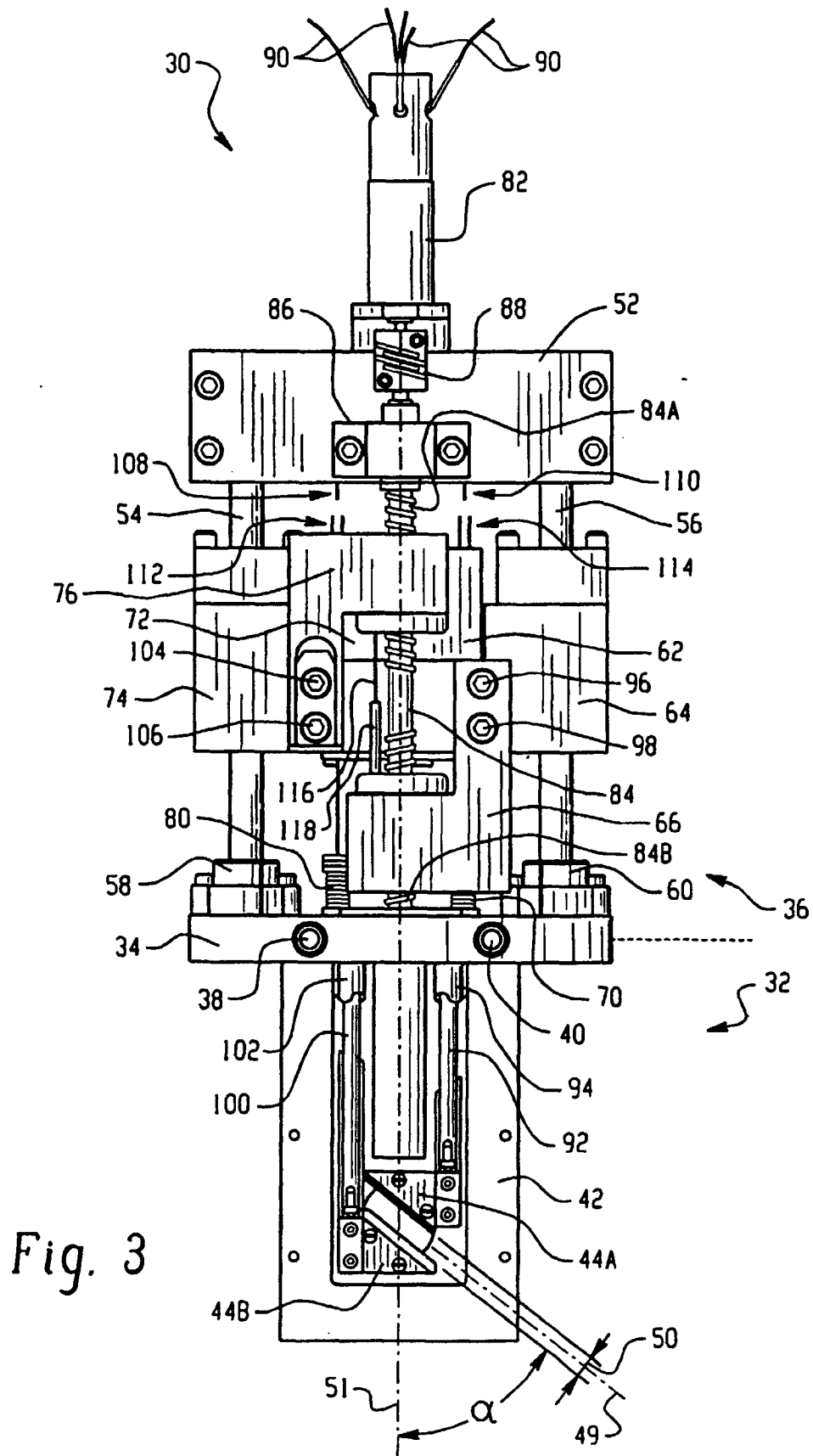


Fig. 2



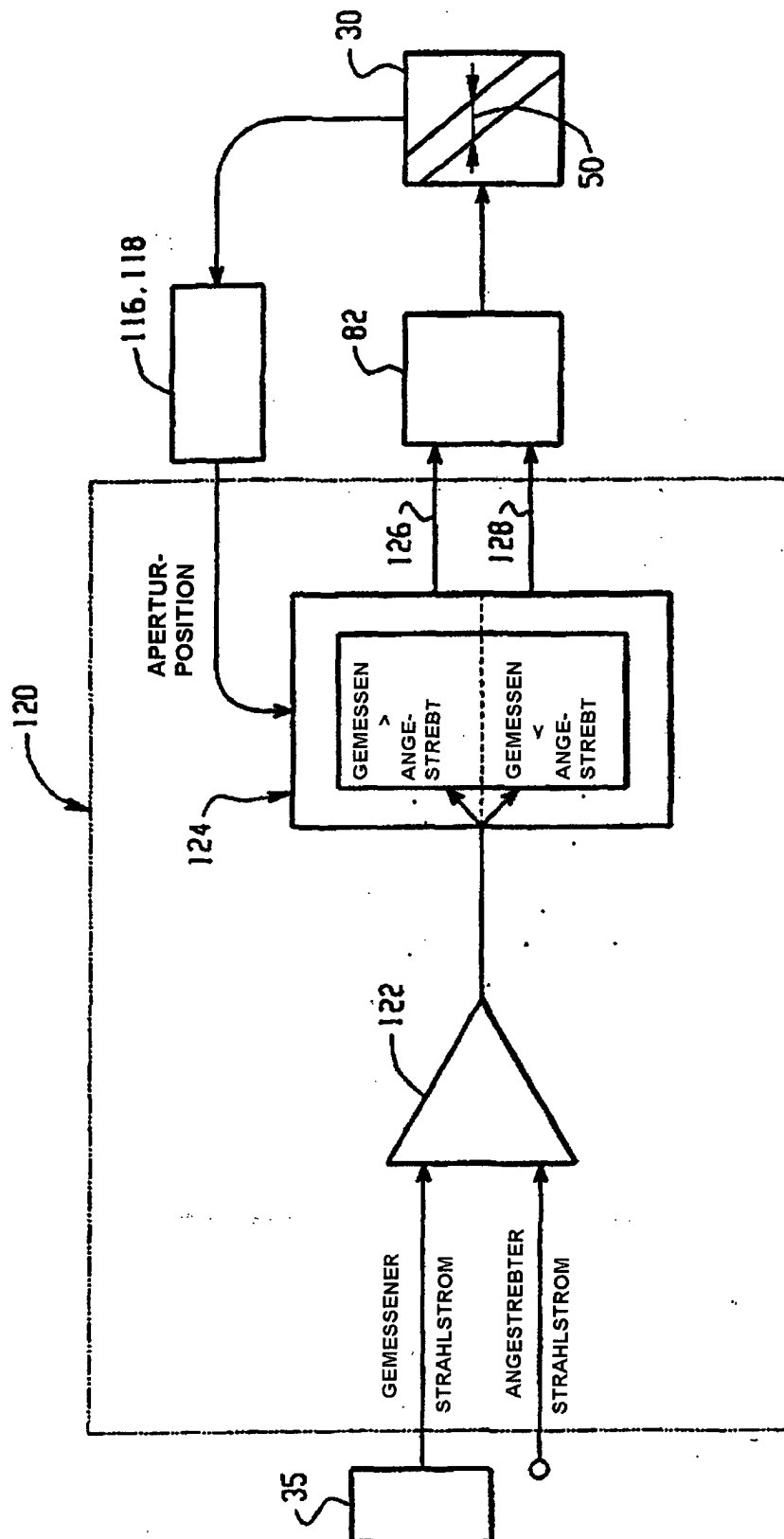
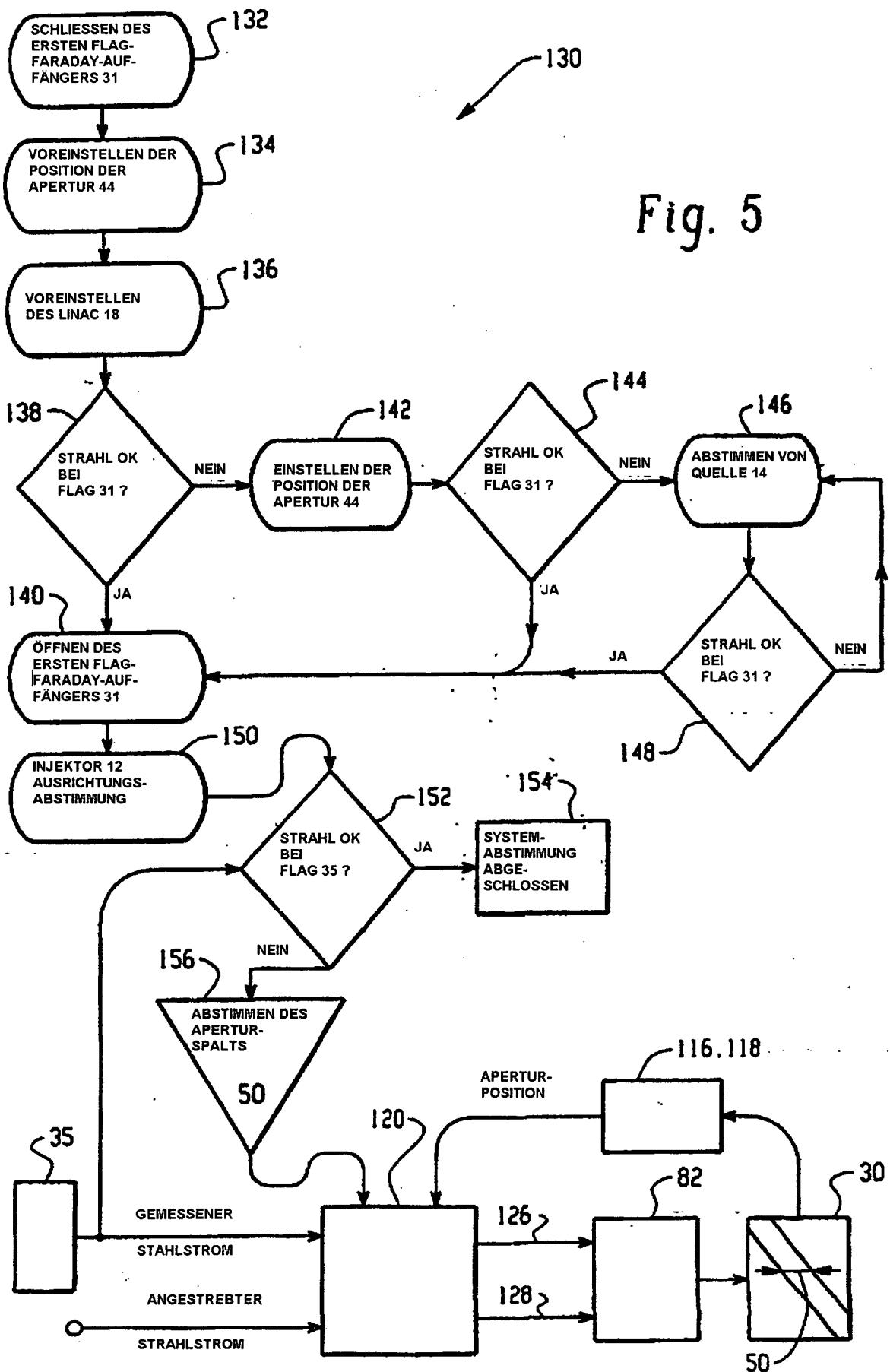


Fig. 4



Fig. 5



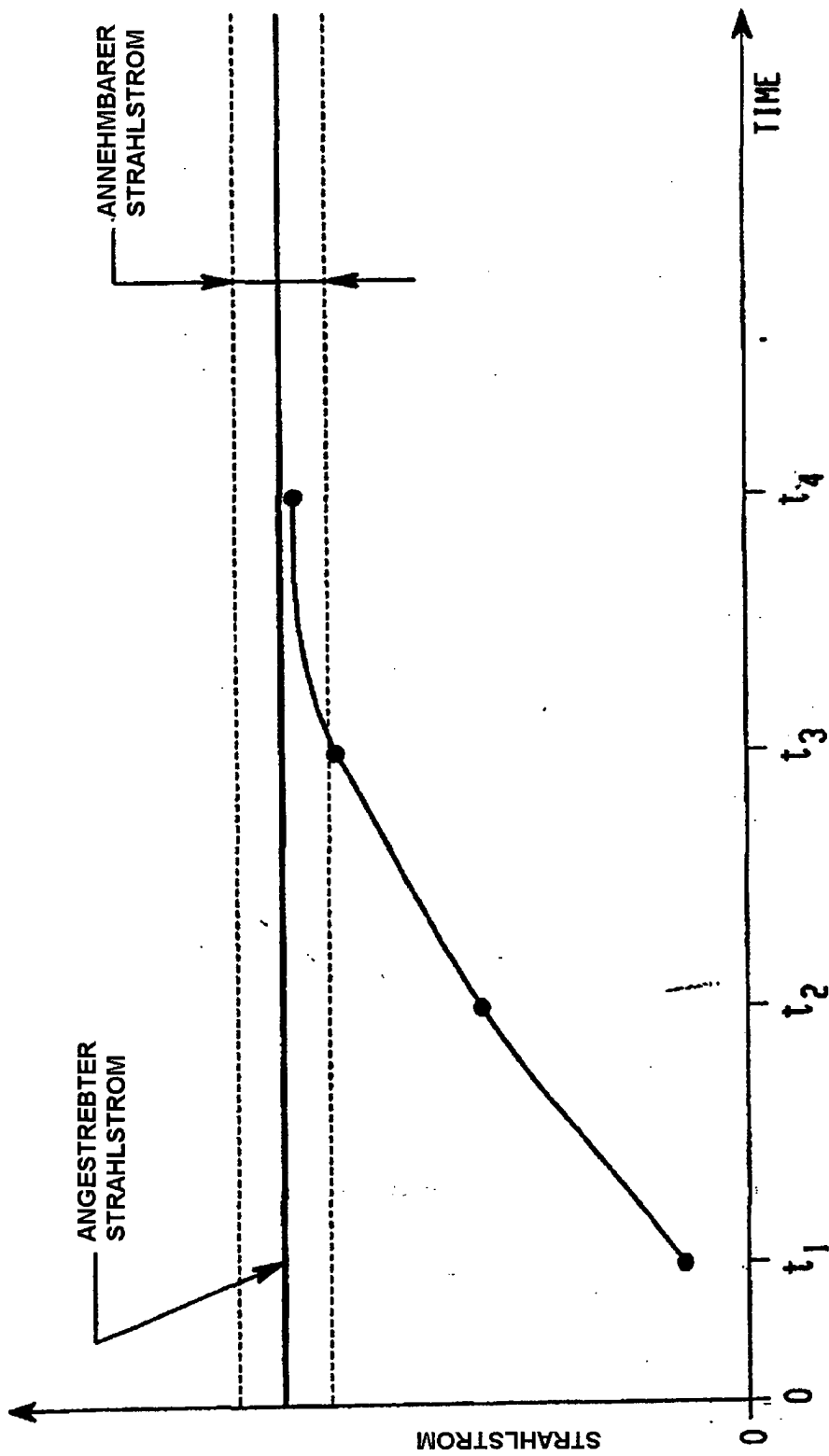


Fig. 6

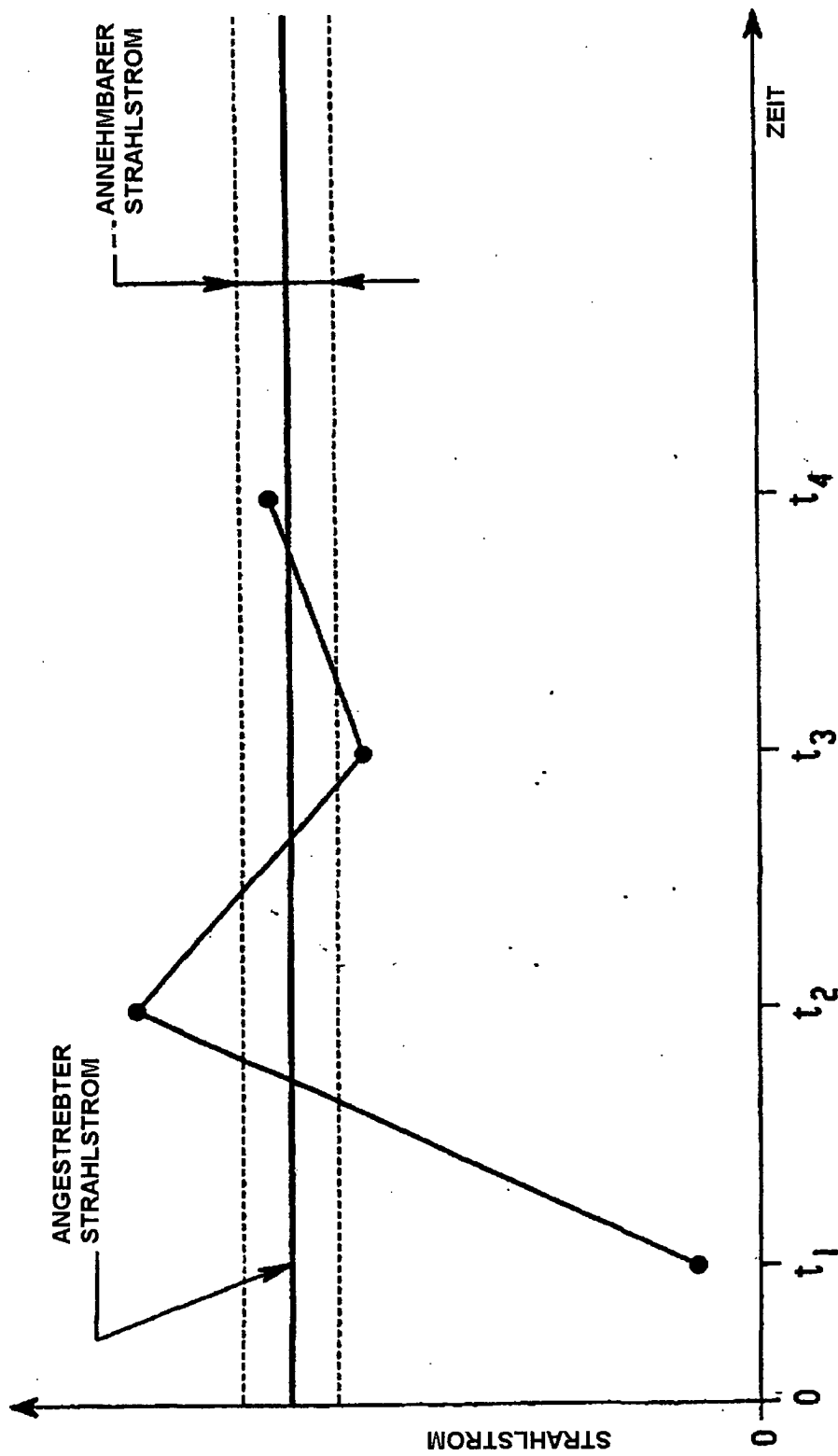


Fig. 7