



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 061 663 A1** 2007.07.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 061 663.1**

(22) Anmeldetag: **22.12.2005**

(43) Offenlegungstag: **05.07.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H01J 37/317** (2006.01)
H01L 21/265 (2006.01)

(71) Anmelder:
Ruhr-Universität Bochum, 44801 Bochum, DE

(74) Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

(72) Erfinder:
Meijer, Jan, Dr., 44892 Bochum, DE; Brandner, Thomas, 44892 Bochum, DE; Apool, Arnd, 44379 Dortmund, DE; Genschur, Roger, 45529 Hattingen, DE; Becker, Hans-Werner, Dr., 48151 Münster, DE; Protop, Corneliu, Dr., 40822 Mettmann, DE; Grosse, Karl, Dr., 44801 Bochum, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 27 27 161 C2

US 68 78 951 B2

US 60 34 376 A

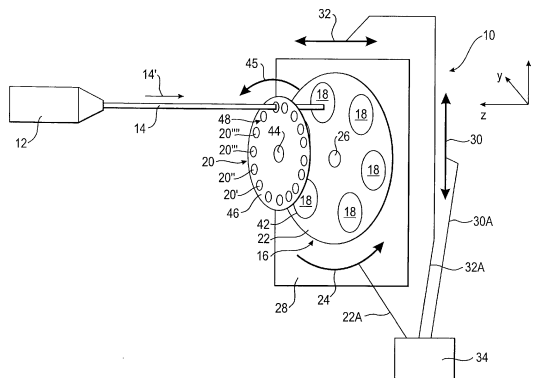
US 43 94 180

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Ionenimplantationsvorrichtung, Verfahren zur Steuerung einer Ionenimplantationsvorrichtung sowie Abbremsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Ionenimplantationsvorrichtung mit einer Ionenquelle zur Erzeugung eines Ionenstrahls, mit einem der Ionenquelle gegenüberliegenden Träger für mindestens ein Substrat bspw. in Form eines Halbleiterwafers und mit einer zwischen der Ionenquelle und dem Substratträger angeordneten, für die Ionen des Ionenstrahls teildurchlässigen Abbremsvorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die Abbremsvorrichtung in unterschiedlichen Bereichen unterschiedliche Dicken in Richtung des Ionenstrahls aufweist und dass eine relative Bewegung zwischen dem Ionenstrahl und der Abbremsvorrichtung vorgesehen ist. Es werden ferner ein Verfahren zur Ionenimplantation und eine Abbremsvorrichtung beschrieben und beansprucht.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ionenimplantationsvorrichtung mit einer Ionenquelle zur Erzeugung eines Ionenstrahls, mit einem der Ionenquelle gegenüberliegenden Träger für mindestens ein Substrat, beispielsweise in Form eines Halbleiterwafers, und mit einer zwischen der Ionenquelle und dem Träger angeordneten, für die Ionen des Ionenstrahls teildurchlässigen Abbremsvorrichtung. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung einer Ionenimplantationsvorrichtung und eine Abbremsvorrichtung zur Anwendung in einer Ionenimplantationsvorrichtung.

[0002] Es ist bei der Herstellung von elektronischen Bauelementen bzw. -schaltungen auf Halbleiterwafern bekannt, diese mit einem Ionenstrahl zu beschleunigen, um Ionen bei der erwünschten Eindringtiefe in den Halbleiterwafer zu platzieren, und zwar entweder um den Halbleiterwafer in einem bestimmten Bereich oder an einer bestimmten Stelle zu dotieren oder zur Schädigung der elektrischen Leitfähigkeit des Wafers an einer bestimmten Position oder in einem bestimmten Bereich, damit an den beschossenen Stellen und bei der erwünschten Eindringtiefe ein isolierendes Material entsteht.

[0003] Die Eindringtiefe von Ionen wird durch deren Geschwindigkeit und Masse bestimmt. Um die Eindringtiefe eines bestimmten Ions zu verändern, ist es daher notwendig, die Geschwindigkeit, d.h. die kinetische Energie, zu ändern. Ein Dotierungsprofil kann somit erzeugt werden, in dem Ionen mit verschiedenen Energien bei verschiedenen Tiefen implantiert werden können. Ferner kann durch eine relative Bewegung zwischen dem Ionenstrahl und dem Halbleiterwafer bzw. dem Substrat auch eine Volumendotierung erzeugt werden, und zwar mit einer homogenen oder räumlich variierenden Dotierungsdichte.

[0004] Stand der Technik ist, die Geschwindigkeit, d.h. die Energie der Ionen, durch die Änderung der Hochspannung an der Ionenquelle bzw. am Beschleuniger zu verändern. Dies ist jedoch sehr langsam, und ein kontinuierlicher Wechsel ist nicht möglich. Komplexere Dotierungsprofile können nur durch mehrfache Änderung der Hochspannung erreicht werden. Die Änderung der Hochspannung ist technisch aufwändig und insbesondere Ionenquellen in Form eines linearen Beschleunigers (Linac) lassen Energieänderungen nur in einem eng begrenzten Bereich zu. Ferner können niedrigere Energien im Bereich von einigen keV, die oft gerne benutzt werden, von anderen Ionenquellen, wie z.B. MV-Beschleuniger, nicht oder nur unzureichend erreicht werden.

[0005] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung bzw. ein Verfahren und eine Abbremsvorrichtung vorzusehen, die bzw. das

es erlaubt, ein vorgegebenes, vergrabenes, beliebig definierbares Dotier- oder Schädigungsprofil mittels Ionenimplantation herzustellen, und zwar insbesondere ohne eine bedeutende Kostensteigerung im Vergleich zu der herkömmlichen Vorrichtung bzw. zum herkömmlichen Verfahren zur Implantation von Ionen mit einer vorbestimmten Energie.

[0006] Um diese Aufgabe zu lösen, wird erfindungsgemäß eine Vorrichtung der eingangs genannten Art vorgesehen, die sich dadurch auszeichnet, dass die Abbremsvorrichtung in unterschiedlichen Bereichen unterschiedliche Dicken in Richtung des Ionenstrahls aufweist und dass eine relative Bewegung zwischen dem Ionenstrahl und der Abbremsvorrichtung vorgesehen ist.

[0007] Ferner wird ein Verfahren vorgesehen, bei dem zur Änderung der auf dem Substratträger einfallenden Ionenstrahlenergie die Abbremsvorrichtung bzw. der Abbremsvorrichtungsträger gegenüber dem Ionenstrahl bewegt wird.

[0008] Ferner wird eine Abbremsvorrichtung vorgesehen, die in der obigen Vorrichtung beim obigen Verfahren Anwendung finden kann und die sich dadurch auszeichnet, dass sie in Strahlrichtung betrachtet unterschiedliche Dicken in unterschiedlichen Bereichen aufweist.

[0009] Dadurch, dass die Abbremsvorrichtung in unterschiedlichen Bereichen unterschiedliche Dicken in Richtung des Ionenstrahls aufweist, können durch die relative Bewegung zwischen dem Ionenstrahl und der Abbremsvorrichtung stets Bereiche der Abbremsvorrichtung mit der erwünschten Dicke in die Fortpflanzungsrichtung des Ionenstrahls eingebracht werden, so dass eine erwünschte Abschwächung des Ionenstrahls erreicht werden kann, wodurch die Energie des Ionenstrahls von einem maximalen vorgeesehenen Wert auf einen beliebigen niedrigeren Wert herabgesetzt werden kann. Der Grad der Dotierung des Halbleiterwafers bzw. des Substrats bzw. der Grad der Schädigung des Halbleiterwafers bzw. des Substrats kann durch die Behandlungszeit bestimmt werden, für die die behandelte Stelle oder Bereich des Halbleiters bzw. des Substrats aufgrund der Positionierung des Substratträgers mit dem Ionenstrahl beaufschlagt wird.

[0010] Durch die Möglichkeit, die Eindringtiefe der Ionen zu verändern und den Halbleiter bzw. das Substrat zu positionieren, kann eine einfache, kostengünstige, komplexe oder einfache Volumendotierung des Halbleiterwafers bzw. des Substrats ebenfalls erreicht werden.

[0011] Um die erwünschte Stelle bzw. den erwünschten Bereich des Halbleiterwafers bzw. des Substrats mit dem Ionenstrahl zu behandeln, ist der

Substratträger vorzugsweise beweglich angeordnet, und zwar in einer Richtung quer zum Ionenstrahl.

[0012] Die Abbremsvorrichtung selbst kann durch eine Metallfolie oder durch einen Halbleiterwafer, beispielsweise aus Silizium, gebildet werden.

[0013] Wenn die Abbremsvorrichtung durch eine metallische Folie gebildet ist, kann diese durch ein Ätzverfahren oder ein mechanisches Walzverfahren verschiedene Dicken in verschiedenen Bereichen aufweisen.

[0014] Ein alternatives Verfahren, die Abbremsvorrichtung mit unterschiedlichen Dicken in unterschiedlichen Bereichen zu versehen, besteht darin, diese durch Überlagerung von zwei oder mehreren Folienabschnitten zusammenzusetzen.

[0015] Eine weitere Alternative besteht darin, die Abbremsvorrichtung durch eine Folie oder einen Wafer mit einer Oberflächenstruktur zu versehen. Die Oberflächenstruktur könnte beispielsweise mit einer sinusförmig variierenden Höhe der Oberfläche der Folie erreicht werden, was beispielsweise durch ein Ätzverfahren hergestellt werden könnte.

[0016] Bei einer konkreten Realisierung der Erfindung können Folienabschnitte bzw. Waferabschnitte bspw. Siliziumwaferabschnitte in jeweiligen Fenstern eines eine Drehachse aufweisenden, gelochten und drehbaren Rades angeordnet werden, das einen Abbremsvorrichtungsträger bildet. Hierdurch bilden die Folienabschnitte bzw. die Waferabschnitte, die in den Fenstern vorhanden sind, eine ringförmige Anordnung.

[0017] Alternativ hierzu kann die Abbremsvorrichtung selbst ringförmig sein und in einem Ringspalt eines eine Drehachse aufweisenden und einen Abbremsvorrichtungsträger bildenden Rades drehbar getragen werden, wobei der Ringspalt durch einzelne, vorzugsweise enge Speichen überbrückt wird, damit der äußere Bereich des Rades mit dem inneren Bereich des Rades verbunden ist und der äußere Bereich des Rades, der innere Bereich des Rades und die ringförmige Abbremsvorrichtung miteinander drehbar sind.

[0018] Unabhängig davon, ob die Abbremsvorrichtung durch in Fenstern des Rades ringförmig angeordnete Folien- oder Waferabschnitte oder durch in einem Ringspalt angeordnete ringförmige Folien oder Wafer gebildet ist, kann in unterschiedlichen Fenstern oder Bereichen der Ringform für unterschiedliche Dicken der Abbremsvorrichtung für jedes Fenster oder für jede Gruppe von Fenstern oder für jeden Sektor der Ringform durch aufeinander gelegte Folien oder durch Strukturierung der Folie bzw. des Halbleiterwafers oder durch die Anwendung von

Halbleiterwafern von unterschiedlichen Dicken dafür gesorgt werden, dass die Energie des Ionenstrahls auf den jeweils erwünschten Wert herabgesetzt wird.

[0019] In einer alternativen Ausbildung kann das Rad die Abbremsvorrichtung in mehreren konzentrischen Ringen tragen, d.h. in Fenstern, die in konzentrischen Ringen angeordnet sind oder in konzentrischen Ringspalten, die jeweils von Speichen überbrückt werden.

[0020] Unabhängig davon, ob bei dieser alternativen Ausbildung mit Fenstern, die in mehreren konzentrischen Ringen oder mit mehreren konzentrischen Ringspalten im drehbaren Abbremsvorrichtungsträger gearbeitet wird, kann die Abbremsvorrichtung in den jeweiligen Ringen jeweils eine konstante Dicke aufweisen, wobei aber die Abbremsvorrichtung in den einzelnen Ringen unterschiedliche Dicken aufweist.

[0021] Bei einer solchen Anordnung verursacht jeder Ring eine jeweilige Herabsetzung der Energie des Ionenstrahls, so dass die Ausrichtung des Ionenstrahls mit einem der Ringe ausgenutzt werden kann, um die jeweils erwünschte Ionenstrahlenergie einzustellen.

[0022] Die Ausrichtung des Ionenstrahls mit den unterschiedlichen Ringen könnte zwar im Prinzip durch Bewegung der Ionenquelle in Bezug auf den Abbremsvorrichtungsträger erreicht werden, es ist jedoch einfacher, entweder den Abbremsvorrichtungsträger und auch den Substratträger relativ zum Ionenstrahl zu bewegen oder den Ionenstrahl abzulenken.

[0023] Eine Ablenkung des Ionenstrahls kann beispielsweise durch Ablenkspulen bewirkt werden. Dies hat im Übrigen den Vorteil, dass Ionen mit unerwünschten Energien und andere unerwünschte geladene Teilchen aus der vorgegebenen Bahn bzw. Strahlrichtung gelenkt werden und beispielsweise an einem massiven Metallteil der Vorrichtung bedenkenlos absorbiert werden. Wird eine Ablenkvorrichtung nur im Strahlengang vor den Abbremsvorrichtungsträger vorgesehen, so muss der Substratträger bewegt werden, um die erwünschte Ausrichtung des Ionenstrahls mit dem Substratträger sicherzustellen.

[0024] Alternativ dazu kann durch das Vorsehen von Ablenkvorrichtungen vor und nach dem Abbremsvorrichtungsträger dafür gesorgt werden, dass der Ionenstrahl seine ursprüngliche Richtung wieder erlangt, und eine Bewegung des Substratträgers ist nur dann notwendig, um unterschiedliche Bereiche des Halbleiterwafers bzw. Substrats zu behandeln.

[0025] In einer weiteren alternativen Ausbildung können die Fenster und die in den Fenstern angeord-

neten Bereiche bzw. Abschnitte der Abbremsanordnung spiralförmig angeordnet werden. Auch könnte eine spiralförmige Abbremsanordnung mit unterschiedlichen Dicken in unterschiedlichen Bereichen mit einer entsprechenden Trägerrad zur Anwendung gelangen.

[0026] Die andere Möglichkeit, den Abbremsanordnungsträger gegenüber dem Ionenstrahl zu bewegen, kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass die Drehachse des Abbremsanordnungsträgers in einem kartesischen Koordinatensystem betrachtet, bei dem der Ionenstrahl in der -z-Richtung ausgerichtet ist, in x- und/oder y-Koordinatenrichtungen bewegbar und positionierbar ist, damit unterschiedliche Bereiche der Abbremsanordnung mit dem Ionenstrahl ausrichtbar sind.

[0027] Es wäre allerdings denkbar, alternativ zu der Bewegung des Substratträgers oder ergänzend dazu, den Auftreffpunkt des Ionenstrahls auf den Halbleiterwafer bzw. das Substrat durch Steuerung der Position des Ionenstrahls, beispielsweise mittels Ablenkspulen oder durch eine gesteuerte Bewegung der Ionenquelle zu verschieben. Wenn anstelle einer Bewegung des Substratträgers einer Bewegung des Ionenstrahls der Vorrang gegeben wird, so kann dies durch eine Ablenkvorrichtung realisiert werden, die in Strahlrichtung betrachtet nach dem Abbremsanordnungsträger angeordnet ist.

[0028] Besonders günstig ist es, bei Anwendung eines kartesischen Koordinatensystems, bei dem der Ionenstrahl sich in die -z-Richtung erstreckt, den Substratträger in die x- und y-Richtungen verschiebbar und/oder positionierbar zu machen. Auf diese Weise kann die zu behandelnde Stelle bzw. der zu behandelnde Bereich des Halbleiterwafers bzw. des Substrats in die gewünschte Ausrichtung mit dem Ionenstrahl gebracht werden.

[0029] Die Bewegungen des Abbremsanordnungsträgers sind unabhängig von denen des Substratträgers steuerbar, wobei aber für die Behandlung eines konkreten Halbleiterwafers bzw. Substrats die gesteuerten Bewegungen des Abbremsanordnungsträgers an die des Substratträgers bzw. umgekehrt anpassbar sind, damit die jeweils erwünschte Dotierung bzw. Schädigung des Halbleiterwafers bzw. des Substrats an den jeweils erwünschten Stellen erzeugt werden kann.

[0030] Vorzugsweise wird ein Computer zur Steuerung der Bewegung des Abbremsanordnungsträgers bzw. des Substratträgers vorgesehen und kann nach einem vorbestimmten Programm die Bestrahlung des Halbleiterwafers bzw. Substrats vornehmen. Durch die Speicherung des Programms können Halbleiterwafer bzw. Substrate nicht nur einzeln, sondern in kleinen oder großen Serien wirtschaftlich und

erfindungsgemäß behandelt werden.

[0031] Üblicherweise wird die Ionenquelle an oder in einer Vakuumkammer angeordnet, in der die Abbremsanordnungsträger und die Substratträger angeordnet sind.

[0032] Besonders bevorzugte Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens sind den Unteransprüchen 25 bis 31 zu entnehmen. Der erfindungsgemäße Abbremsanordnung wird für sich im Anspruch 32 beansprucht.

[0033] Die Erfindung wird nachfolgend näher erläutert anhand der Zeichnung, in welcher zeigen:

[0034] [Fig. 1](#) eine schematische perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Ionenimplantationsvorrichtung,

[0035] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Abbremsanordnung in Form eines Querschnitts durch eine Abbremsanordnung, um die unterschiedlichen Dicken in unterschiedlichen Bereichen zu zeigen,

[0036] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung einer Folie in Form einer Querschnittszeichnung, wobei die Folie unterschiedliche Dicken und unterschiedliche Bereiche aufweist,

[0037] [Fig. 4](#) eine Darstellung eines Abbremsanordnungsträgers in Form eines drehbaren Rades in Draufsicht, wobei die Abbremsanordnung ringförmig im radförmigen Abbremsanordnungsträger angeordnet ist,

[0038] [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) weitere Darstellungen zweier drehbarer Abbremsanordnungsträger,

[0039] [Fig. 7](#) eine schematische Darstellung einer möglichen erfindungsgemäßen Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

[0040] [Fig. 8](#), [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) unterschiedliche Möglichkeiten der Anwendung von Ablenkvorrichtungen für den Ionenstrahl.

[0041] Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) zeigt diese eine Ionenimplantationsvorrichtung **10** mit einer Ionenquelle **12** zur Erzeugung eines Ionenstrahls **14**, mit einem der Ionenquelle **12** gegenüberliegenden Träger **16** für mindestens Substrat **18** beispielsweise in Form eines Halbleiterwafers und mit einer zwischen der Ionenquelle **12** und dem Substratträger **16** angeordneten, für die Ionen des Ionenstrahls teildurchlässigen Abbremsanordnung, die insgesamt mit dem Bezugszeichen **20** versehen ist. Die Abbremsanordnung weist in unterschiedlichen Bereichen **20'**, **20''**, **20'''**, **20''''** unterschiedliche Dicken in Richtung des

Ionenstrahls auf und es wird eine relative Bewegung zwischen dem Ionenstrahl **14** und der Abbremsrichtung **20** vorgesehen. Diese relative Bewegung wird in [Fig. 1](#) dadurch erreicht, dass die Ionenquelle **14** fest und der Substraträger **16** beweglich angeordnet ist.

[0042] Konkret besteht der Substraträger aus einem Waferrad **22**, das in diesem Beispiel sechs diskrete Wafer wie **18** trägt, wovon nur fünf in [Fig. 1](#) zu sehen sind. Das Waferrad **22** ist entsprechend dem Pfeil **24** und mittels einer Drehachse **26** drehbar auf einem Tisch **28** gelagert, der selbst in mindestens eine Richtung **30** quer zum Ionenstrahl beweglich angeordnet ist. Der Tisch **28** ist vorzugsweise auch in einer weiteren, senkrecht zur Richtung **30** stehenden Richtung **32** beweglich. Bei Anwendung eines kartesischen Koordinatensystems, bei dem der Ionenstrahl **14** (Strahlrichtung **14'**) sich in die -z-Richtung erstreckt, ist der Substraträger in x- und y-Richtungen entsprechend den Pfeilen **30** und **32** verschiebbar und/oder positionierbar.

[0043] Durch Drehung des Waferrades **22** kann ein beliebiger Wafer **18** in Ausrichtung mit der Strahlrichtung **14'** gebracht werden und dann durch gesteuerte Bewegungen des Tisches **28** in die Pfeilrichtungen **30** und **32** so bewegt werden, dass der jeweilige Wafer zeilenweise vom Ionenstrahl abgetastet bzw. behandelt wird. Die Indizierbewegungen des Waferrades **22** und die Koordinatenbewegungen des Tisches **28** werden vom Computer **34** gesteuert, der auf entsprechende Stellmotoren einwirkt, die hier nicht gezeigt sind, die aber für die Drehbewegung des Waferrades **22** und die x- und y-Bewegungen des Tisches **28** mit Waferrad **22** zuständig sind, was symbolisch durch die Linien **22A**, **30A** und **32A** angedeutet ist.

[0044] Die Abbremsrichtung **20** ist hier durch Folienabschnitte **20'**, **20''**, **20'''**, **20''''** bzw. Siliziumwaferabschnitte gebildet, die in jeweiligen Fenstern **42** eines Drehachse **44** aufweisenden, gelochten und in Pfeilrichtung **45** drehbaren Rades **46** angeordnet sind, das einen Abbremsrichtungsträger bildet. Bei dieser Anordnung sind die Fenster **42** in einem zur Drehachse konzentrischen Ring **48** angeordnet, wobei die Folienabschnitte **20'**, **20''**, **20'''**, **20''''** bzw. Siliziumwaferabschnitte der einzelnen Fenster **42** verschiedene Dicken aufweisen. Dies dadurch erreicht werden, dass entsprechend der [Fig. 2](#) die Abbremsrichtung **20** durch Überlagerung von zwei oder mehreren Folienabschnitten **50** zusammengesetzt ist, damit sie verschiedene Dicken in verschiedenen Bereichen aufweist, beispielsweise so, dass im Bereich **20'** ein Folienabschnitt, im Bereich **20''** zwei Folienabschnitte, im Bereich **20'''** drei Folienabschnitte und im Bereich **20''''** vier Folienabschnitte vorliegen. Diese Reihenfolge kann sich beliebig oft in der ringförmigen Anordnung wiederholen oder jedes Fenster kann mit einer Folie von beliebiger Dicke ver-

sehen werden. Auch kann ein Fenster oder mehrere Fenster offen sein, d.h. keine Folie aufweisen. Anstatt mit zusammengesetzten Folien zu arbeiten, können Folien unterschiedlicher Dicke zur Anwendung gelangen.

[0045] Ferner kann die Abbremsrichtung, d.h. die Folien der jeweiligen Fenster mit einer Oberflächenstruktur versehen werden. Eine solche Oberflächenstrukturierung ist rein beispielhaft in [Fig. 3](#) dargestellt. Dies kann dadurch erfolgen, dass der Folie durch Anwendung eines Ätzverfahrens oder eines Walzverfahrens verschiedene Dicken in verschiedenen Bereichen erteilt wird.

[0046] Die Abbremsrichtung ist, wie gesagt vorzugsweise aus einer Metallfolie gebildet, kann aber auch aus einem Halbleiterwafer beispielsweise einem Siliziumwafer gebildet werden. Hier wird die Oberfläche **34** eines Halbleiterwafers **52** mit einer sinusförmigen Strukturierung **56** versehen. Anstelle eines Halbleiterwafers könnte eine strukturierte Folie **50** zur Anwendung gelangen. Auch hier liegen unterschiedliche Dicken wie **D'**, **D''** in unterschiedlichen Bereichen vor. Die Strukturierung kann sich in einem Fenster abspielen (ggf. mit unterschiedlicher Strukturierung in anderen Fenstern) oder unterschiedliche Bereiche der sinusförmigen Strukturierung können in jeweiligen Fenstern vorliegen.

[0047] Um die Bedeutung der oben bezeichneten Möglichkeiten klarzumachen, wird zunächst davon ausgegangen, dass der Halbleiterwafer **18** eine feste Position aufweist. Durch die Rotation des Abbremsrichtungsträgers **46** in Pfeilrichtung **45** und die entsprechende Bewegung der einzelnen Fenster durch den Ionenstrahl **14** hindurch, kommt zunächst beispielsweise ein offenes Fenster **48**, dann ein Fenster **48** mit einer Folie **20'**, dann ein Fenster **48** mit zwei Folien **20''**, dann ein Fenster **48** mit drei Folien **20'''** und anschließend ein Fenster **48** mit vier Folien **20''''** in Ausrichtung mit dem Ionenstrahl **14**. Bei dem offenen Fenster hat der Ionenstrahl beim Auftreffen auf das zu behandelnde Substrat die maximale Energie und die entsprechenden Ionen werden am tiefsten in das Substrat eingebracht. Sobald die erste Folie sich dann im Ionenstrahl befindet, wird der Ionenstrahl mit abgeschwächter Energie auf das Substrat auftreffen und die entsprechenden Ionen werden dann etwas weniger tief in das Substrat eingebracht. Dies wiederholt sich dann für die folgenden Fenster mit den Folienabschnitten **20'**, **20''** und **20'''**, so dass nach Ablauf der fünf Fenster durch den Ionenstrahl hindurch eine Volumendotierung des Substrats in der Tiefe an der behandelten Stelle vorgesehen ist.

[0048] Bei einem scharf fokussierten Ionenstrahl kann die behandelte Stelle eine relativ kleine Ausdehnung in der x-y-Ebene haben, bei einem weniger scharf fokussierten Ionenstrahl kann die behandelte

Stelle auch eine gewisse Ausdehnung in der x-y-Ebene aufweisen.

[0049] Es leuchtet ein, dass durch anschließende oder gleichzeitige Bewegung des Substrats durch Bewegung des Substratträgers in die x-Richtung und/oder y-Richtung, die Dotierung über eine ausgewählte Flächenausdehnung in der x-y-Ebene vorgenommen werden. Da die Dotierung in der Tiefe wie gesagt durch unterschiedliche Dicken der Abbrems-einrichtungsabschnitte, die in den Ionenstrahl hineinbewegt werden, bestimmt werden kann, ergibt sich – durch die oben erwähnte Bewegung des Substrats – die Möglichkeit, auch eine erwünschte Volumendotierung vorzunehmen. Diese Bewegung des Substrats kann eine kontinuierliche Bewegung mit konstanter oder sich ändernder Geschwindigkeit oder eine schrittweise durchgeführte Bewegung sein. Die Dotierungsdichte kann nicht nur durch die Stärke des Ionenstrahls, sondern auch durch die Behandlungszeit bestimmt werden, in der das entsprechende Volumen mit Ionen beschossen wird.

[0050] Bei einem Abbrems-einrichtungsträger mit mehreren Fenstern können diese in einer sich wiederholenden Folge angeordnet werden, beispielsweise keine Folie, Folienabschnitt **20'**, Folienabschnitt **20''**, Folienabschnitt **20'''**, Folienabschnitt **20''''**, keine Folie, Folienabschnitt **20'**, Folienabschnitt **20''**, Folienabschnitt **20'''**, Folienabschnitt **20''''**, keine Folie, Folienabschnitt **20'** usw. angeordnet werden, so dass bei schneller Umdrehung des Abbrems-einrichtungsträgers, d.h. des entsprechenden Rades, eine Integration der Ionendotierung über die Zeit erreicht werden kann. Eine schnelle Drehung des Abbrems-einrichtungsträgers ist ohnehin von Vorteil, da hierdurch die Zeitdauer, in der die einzelnen Abbrems-einrichtungsabschnitte dem Ionenstrahl ausgesetzt sind, beschränkt ist, wodurch die thermische Beschädigung der Abbrems-einrichtungsabschnitte wie **20'**, **20''**, **20'''**, **20''''** auf einem Minimum gehalten werden kann. Auch aus diesem Grund ist es bevorzugt, die Abbrems-einrichtungsabschnitte so klein wie möglich zu gestalten, damit die in diesen Abbrems-einrichtungsabschnitten erzeugte Wärme vom Material des im Vergleich massiven Abbrems-einrichtungsträgers **46**, der üblicherweise aus einem Wärme gut leitenden Material wie Metall besteht, aufgenommen werden kann, wodurch eine Überhitzung der Abbrems-einrichtung **20** bzw. deren Abschnitte **20'**, **20''**, **20'''**, **20''''** weitestgehend vermieden werden kann.

[0051] Die Stegbereiche zwischen benachbarten Fenstern des Abbrems-einrichtungsträgers sollen so klein wie möglich gehalten werden, damit eine Strahlenpulsierung vermieden bzw. so gering wie möglich gehalten wird.

[0052] Selbst wenn eine gewisse Diskontinuität der Ionenstrahlung durch die Stegbereiche verursacht

wird, so kann dies in der Praxis klein gehalten werden, da die erwünschte schnelle Rotation des Abbrems-einrichtungsträgers und auch die statistische Verteilung der Ionen innerhalb des Ionenstrahl zu einer gleichmäßigen Dotierung führen.

[0053] Bei der Verwendung einer Abbrems-einrichtung in Form einer Folie oder eines Wafers mit Oberflächenstrukturierung kann die Ausdehnung der Fenster des Abbrems-einrichtungsträgers in Umfangsrichtung des entsprechenden Rades ausgedehnt werden und durch die Art der Strukturierung dafür gesorgt werden, dass Inhomogenitäten während der Rotation vermieden werden, was sonst nur durch einen schnellen Wechsel der Folien erreicht werden könnte. Die Wärmeableitung von der Abbrems-einrichtung bzw. den Abbrems-einrichtungsabschnitten ist aber hier gegeben, wenn die radiale Abmessung der entsprechenden Abbrems-einrichtungsabschnitte klein gehalten wird, da auch hier aufgrund der kleinen radialen Abmessung eine gute Wärmeübertragung an den vergleichsweise massiven Abbrems-einrichtungsträger gegeben ist.

[0054] Beim Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird das Rad **46** mittels eines entsprechenden Motors (in der Ausführungsform der [Fig. 7](#) mit **70** gezeigt) gedreht, der die Achse **44** antreibt, beispielsweise mit einer linearen Geschwindigkeit der Fenster bzw. der Abbrems-einrichtung **20** durch den Ionenstrahl **14** hindurch, die ausreicht um eine Zerstörung der Fenster bzw. der Folien durch die vom Ionenstrahl erzeugte Wärme zu vermeiden.

[0055] Es ist nicht zwingend erforderlich, dass die Dicken der Abbrems-einrichtung in hintereinander angeordneten Fenstern eine bestimmte Reihenfolge einhalten, z.B. dass die Dicke des Abbrems-einrichtungsabschnitts **20''''** größer ist als die des Abbrems-einrichtungsabschnitts **20'''**, diese wiederum größer als die des Abbrems-einrichtungsabschnitts **20''** usw., sondern es kann eine beliebige Reihenfolge gewählt werden, je nach dem welches Dotierungs- oder Schädigungsprofil zu erreichen ist. Beispielsweise könnte die angegebene Reihenfolge, d.h. leeres Fenster, Abbrems-einrichtungsabschnitte **20'**, **20''**, **20'''**, **20''''** sich mehrfach um den Umfang des Rades **46** wiederholen oder es könnte eine beliebige Reihenfolge wie: **20''''**, leeres Fenster, leeres Fenster, **20''''**, **20'''**, **20''**, **20'**, **20''**, **20'** sein. Die Anzahl der unterschiedlichen Bereichen mit unterschiedlichen Dicken ist auch nicht beschränkt und kann nach Belieben entsprechend praktischen Überlegungen gewählt werden.

[0056] In einer alternativen Auslegung des Rades, die in [Fig. 4](#) gezeigt ist, ist die Abbrems-einrichtung **20** ringförmig ausgebildet und wird in einem Ringspalt **60** eines eine Drehachse **44** aufweisenden und einen Abbrems-einrichtungsträger bildenden Rades **46**

drehbar getragen, wobei der Ringspalt **60** durch einzelne, vorzugsweise enge Speichen **62** überbrückt wird, damit der äußere Bereich **64** des Rades mit dem inneren Bereich **66** des Rades verbunden ist und der äußere Bereich des Rades **64**, der innere Bereich des Rades **66** und die ringförmige Abbremsrichtung **20** miteinander drehbar sind.

[0057] Dabei besteht die ringförmige Abbremsrichtung in diesem Beispiel aus vier Sektoren **20'**, **20''**, **20'''**, **20''''**, die einzeln oder zusammenhängend in einem zur Drehachse **44** konzentrischen Ring **68** angeordnet sind, wobei die Folienabschnitte bzw. Siliziumwaferabschnitte der einzelnen Sektoren **20'**, **20''**, **20'''**, **20''''** verschiedene Dicken aufweisen.

[0058] Weitere Möglichkeiten den Abbremsrichtungsträger zu realisieren, sind in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) dargestellt. In beiden Ausführungen trägt das Rad die Abbremsrichtung in mehreren konzentrischen Ringen **68'**, **68''**, **68'''**, **68''''**, d.h. in Fenstern, die in konzentrischen Ringen angeordnet sind oder in konzentrischen Ringspalten **60'**, **60''**, **60'''**, **60''''**, die jeweils von Speichen wie **62** überbrückt werden.

[0059] Bei beiden Ausführungen weist die Abbremsrichtung **20** in den jeweiligen Ringen jeweils eine konstante Dicke auf, wobei aber die Abbremsrichtung in den unterschiedlichen Ringen **68'**, **68''**, **68'''**, **68''''** unterschiedliche Dicken hat.

[0060] Wie in [Fig. 7](#) dargestellt, ist ein Rad der in der [Fig. 6](#) gezeigten Art (jedoch hier in vereinfachter Form mit nur zwei konzentrischen Ringspalten **60'**, **60''**) so angeordnet, dass die Drehachse **44** des Abbremsrichtungsträgers **46** – in einem kartesischen Koordinatensystem betrachtet, bei dem der Ionenstrahl in der -z-Richtung ausgerichtet ist – in x- und/oder y-Koordinatenrichtungen bewegbar und positionierbar ist, damit unterschiedliche Bereiche der Abbremsrichtung wie **68'** mit dem Ionenstrahl **14** ausrichtbar sind.

[0061] Im Betrieb wird das Rad, d.h. der Abbremsrichtungsträger **46** mittels des Motors **70** entsprechend dem Pfeil **45** gedreht, und der Motor selbst, der auf entsprechenden Führungen angeordnet ist (nicht gezeigt) kann in die x-Richtung und/oder die y-Richtung durch die Stellmotoren **72** bzw. **74** positioniert werden, so dass der erwünschte Ringspalt, beispielsweise **60'**, mit dem Ionenstrahl **14** ausgerichtet ist. Der Ionenstrahl **14''**, der durch die Abbremsrichtung **20** hindurch tritt und mit Vergleich zu dem eingehenden Ionenstrahl **14** in seiner Energie aufgrund der Abbremsrichtung abgeschwächt ist, fällt dann auf den jeweils zu behandelnden Halbleiterwafer **18**. In diesem Beispiel sind die Halbleiterwafer **18** auf einem Koordinatentisch **28** angeordnet, der als Substratträger dient. Der Substratträger, d.h. der Koordinatentisch **28**, ist auf entsprechenden Führun-

gen gelagert (nicht gezeigt) und mittels Stellmotoren **82**, **84** in der x-y-Ebene verschiebbar und/oder positionierbar, so dass die Halbleiterwafer einer nach dem anderen vom Ionenstrahl **14''** zeilenweise abgetastet bzw. behandelt werden. In dieser Ausführung ist es nicht erforderlich, einen Drehtisch wie **22** der [Fig. 1](#) vorzusehen, obwohl ein solcher Tisch falls erwünscht auch hier zum Einsatz kommen könnte. Das Bezugszeichen **90** deutet auf eine Alphaquelle und das Bezugszeichen **92** auf einen Alphadetektor, die zur Messung der Dicke des jeweiligen Abbremsrichtungsbereichs, d.h. in diesem Falle die Dicke der Abbremsrichtung, in dem Ringspalt **60'** ausgelegt sind.

[0062] Anstelle einer Dickenmessung mittels Alpha-Teilchen kann eine RBS-Messung (Rutherford-Back-Scattering) mittels des Detektors **94** vorgenommen werden, die den Vorteil bietet, dass der Ionenstrom auch gemessen werden kann. Das Bezugszeichen **96** deutet auf einen Rechner mit Anzeige **98** und Tastatur **100**, der für die Einstellung und den Betrieb der Ionenimplantationsvorrichtung **10** vorgesehen ist. Wie üblich ist die Ionenimplantationsvorrichtung innerhalb einer Vakuumkammer **102** angeordnet, die in an sich bekannter Weise von einer Pumpe **104** evakuiert und über eine Füllstütze **106** mit Absperrventil **108** mit einer erwünschten Gasatmosphäre gefüllt werden kann. Die genauen Details sind einem Fachmann bestens bekannt und werden hier nicht näher beschrieben. Eine Messeinrichtung **110** ermöglicht es, den Arbeitsdruck in der Vakuumkammer **102** zu überprüfen.

[0063] Unter anderem sind die Ionenquelle **12**, der Motor **70**, die Stellmotoren **72**, **74**, die Stellmotoren **82**, **84**, die Alphamesseinrichtung **90**, **92** bzw. die RBS-Messeinrichtung **94**, die Pumpe **104**, das Absperrventil **108** und die Druckmesseinrichtung **110** über jeweilige Leitungen **12A**, **70A**, **72A**, **74A**, **82A**, **84A**, **90A**, **92A**, **94A**, **104A**, **108A** und **110A** an den Rechner **34** angeschlossen.

[0064] Die Bewegungen des Abbremsrichtungsträgers **22** sind von denen des Substratträgers **28** unabhängig steuerbar. Gleichwohl sind die Bewegungen des Abbremsrichtungsträgers **22** an die des Substratträgers **28** bzw. umgekehrt anpassbar, damit die Ionenimplantation entsprechend dem vorgesehenen Plan abläuft, um das jeweils erwünschte Dotierungsprofil bzw. Schädigungsprofil zu erreichen. Das heißt, dass der Computer **34** die Bewegungen des Abbremsrichtungsträgers **22** und die des Substratträgers **28** steuert.

[0065] [Fig. 8](#) zeigt in schematischer Weise wie die Richtung des Ionenstrahls **14** mittels einer aus Ablenkspulen wie **120**, **120'** bestehenden Ablenkeinrichtung beispielsweise von der senkrechten Richtung (in die -z-Richtung) in einer Schrägrichtung

(Strahl **14''**) abgelenkt werden kann. Hierdurch könnte beispielsweise der äußere Ringspalt **60'** des Abbrems-einrichtungsträgers **22** der [Fig. 6](#) bzw. [Fig. 7](#), d.h. der entsprechende Teil der Abbrems-einrichtung **20** für die Behandlung der am Substrat-träger-tisch **28** angeordneten Halbleiterwafer **18** ausgewählt werden, und zwar ohne den Abbrems-einrichtungsträger verschieben zu müssen.

[0066] Wie in [Fig. 9](#) gezeigt kann eine solche Ablenkeinrichtung **120**, **120'** bzw. **120''**, **120'''** oberhalb und unterhalb des Abbrems-einrichtungsträgers vorgesehen werden. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass der Ionenstrahl **14''** stets senkrecht auf das Substrat fällt.

[0067] Es besteht auch die Möglichkeit, eine Ablenkeinrichtung **120''**, **120'''** nur unterhalb des Abbrems-einrichtungsträgers anzuordnen. Hier können die Ablenkspulen **120''**, **120'''** ausgenutzt werden, um die zeilenweise Abtastung des Substrats auf dem Substrat-träger **28** zu bewirken, so dass der Substrat-träger **22** entweder nur feststeht oder, wie bei [Fig. 1](#), als Drehtisch realisiert wird, wodurch mehrere Substrate **18** eines nach dem anderen in dem Strahlengang des Ionenstrahls **14** angeordnet werden könne. Bei einer solchen Anordnung ist es dann nicht notwendig, den Substrat-träger in die x- und/oder y-Richtung zu verschieben. Die Ablenkeinrichtungen **120**, **120'**; **120''**, **120'''** können zur Ablenkung des Strahls in die x- und y-Richtung ausgelegt werden (wofür üblicherweise jeweils vier Spulen vorgesehen werden, zwei gegenüberliegende Spulen für die x-Verschiebung und zwei gegenüberliegende Spulen für die y-Richtung, wobei die Ablenkspulen für die x-Richtung eine gedachte Verbindungslinie aufweisen, die senkrecht zu einer Verbindungslinie für die Ablenkspulen für die y-Richtung steht).

[0068] Dies wäre bei der Ausführung der [Fig. 10](#) empfehlenswert, bei den Ausführungen gemäß [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) würde eine Ablenkung lediglich in die x-Richtung oder die y-Richtung oder in eine andere Richtung in der x-y-Ebene ausreichen, selbst wenn Ablenkungen zu beliebigen Positionen in die x-y-Ebene auch dort bevorzugt sind.

Patentansprüche

1. Ionenimplantationsvorrichtung (**10**) mit einer Ionenquelle (**12**) zur Erzeugung eines Ionenstrahls (**14**), mit einem der Ionenquelle gegenüberliegenden Träger (**16**) für mindestens ein Substrat (**18**), beispielsweise in Form eines Halbleiterwafers, und mit einer zwischen der Ionenquelle (**12**) und dem Substrat-träger (**16**) angeordneten, für die Ionen des Ionenstrahls teildurchlässigen Abbrems-einrichtung (**20**), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abbrems-einrichtung (**20**) in unterschiedlichen Bereichen (**20'**, **20''**, **20'''**, **20''''**) unterschiedliche Dicken (D, D') in

Richtung des Ionenstrahls (**14**) aufweist und dass eine relative Bewegung (**45**; **45**, x, y) zwischen dem Ionenstrahl und der Abbrems-einrichtung (**20**) vorgesehen ist.

2. Ionenimplantationsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Substrat-träger (**16**) beweglich angeordnet ist.

3. Ionenimplantationsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Substrat-träger (**16**) in mindestens eine Richtung (**30**, **32**; x, y) quer zum Ionenstrahl (**14**) beweglich angeordnet ist.

4. Ionenimplantationsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei Anwendung eines kartesischen Koordinatensystems, bei dem der Ionenstrahl (**14**) sich in die -z-Richtung erstreckt, der Substrat-träger (**16**) in x- und y-Richtungen verschiebbar und/oder positionierbar ist.

5. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbrems-einrichtung (**20**) durch eine Folie (**50**) gebildet ist, die durch Anwendung eines Ätzverfahrens oder eines Walzverfahrens verschiedene Dicken (D, D') in verschiedenen Bereichen aufweist.

6. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbrems-einrichtung (**20**) durch Überlagerung von zwei oder mehreren Folien (**50**) zusammengesetzt ist, damit sie verschiedene Dicken in verschiedenen Bereichen aufweist.

7. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbrems-einrichtung (**20**) mit einer Oberflächenstruktur versehen ist.

8. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbrems-einrichtung (**20**) aus einer Metallfolie (**50**) gebildet ist.

9. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1–4 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbrems-einrichtung (**20**) aus einem Halbleiterwafer (**52**), beispielsweise einem Siliziumwafer gebildet ist.

10. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Folienabschnitte (**50**) bzw. Waferabschnitte (**52**) in jeweiligen Fenstern (**48**) eines Drehachse (**44**) aufweisenden, gelochten und drehbaren Rades (**46**) angeordnet sind, das einen Abbrems-einrichtungsträger bildet.

11. Ionenimplantationsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Fenster (48) in einem zur Drehachse (44) konzentrischen Ring angeordnet sind und dass die Folienabschnitte (50) bzw. Waferabschnitte (52) der einzelnen Fenster (48) verschiedene Dicken aufweisen.

12. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbremsvorrichtung (20) ringförmig ausgebildet ist und in einem Ringspalt (60) eines der Drehachse (44) aufweisenden und einen Abbremsvorrichtungsträger (20) bildenden Rades (46) drehbar getragen ist, wobei der Ringspalt (60) durch einzelne, vorzugsweise enge Speichen (62) überbrückt wird, damit der äußere Bereich (64) des Rades (46) mit dem inneren Bereich (66) des Rades (46) verbunden ist und der äußere Bereich (64) des Rades (46), der innere Bereich (66) des Rades (46) und die ringförmige Abbremsvorrichtung (20) miteinander drehbar angeordnet sind.

13. Ionenimplantationsvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die ringförmige Abbremsvorrichtung (20) aus Sektoren (20', 20'', 20''', 20''') besteht, die einzeln oder zusammenhängend in einem zur Drehachse (44) konzentrischen Ring angeordnet sind und dass die Folienabschnitte (50) bzw. Waferabschnitte (52) der einzelnen Sektoren verschiedene Dicken aufweisen.

14. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Rad (46) die Abbremsvorrichtung (20) in mehreren konzentrischen Ringen trägt, d.h. in Fenstern, die in konzentrischen Ringen oder in konzentrischen Ringspalten angeordnet sind, die jeweils von Speichen (62) überbrückt werden.

15. Ionenimplantationsvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbremsvorrichtung (20) in den jeweiligen Ringen jeweils eine konstante Dicke aufweist, wobei aber die Abbremsvorrichtung in den unterschiedlichen Ringen (68', 68'', 68''', 68''') unterschiedliche Dicken aufweisen.

16. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse (44) des Abbremsvorrichtungsträgers (46) in einem kartesischen Koordinatensystem betrachtet, bei dem der Ionenstrahl in der -z-Richtung ausgerichtet ist, in x- und/oder y-Koordinatenrichtungen bewegbar und positionierbar ist, damit unterschiedliche Bereiche der Abbremsvorrichtung (20) mit dem Ionenstrahl (14) ausrichtbar sind.

17. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 10–16, dadurch gekennzeichnet,

dass die Bewegungen (45; 45, x, y) des Abbremsvorrichtungsträgers (46) von denen des Substratträgers unabhängig steuerbar sind.

18. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 10–17, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewegungen des Abbremsvorrichtungsträgers (46) an die des Substratträgers (16; 16, 28)) bzw. umgekehrt anpassbar sind.

19. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10–18, dadurch gekennzeichnet, dass ein Computer (34) zur Steuerung der Bewegungen (45; 45, x, y) des Abbremsvorrichtungsträgers (46) und denen (24, 30, 32; x, y) des Substratträgers (16; 16, 28) vorgesehen ist.

20. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ionenquelle (12) an oder in einer Vakuumkammer (102) angeordnet ist, in der die Abbremsvorrichtungsträger (46) und die Substratträger (28) angeordnet sind.

21. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine bspw. aus Ablenkspulen (120, 120'; 120, 120', 120'', 120'''; 120'', 120''') bestehende Einrichtung zur Ablenkung des Ionenstrahls (14) vorgesehen ist.

22. Ionenimplantationsvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablenkvorrichtung (120, 120'; 120, 120', 120'', 120'''; 120'', 120''') oberhalb und/oder unterhalb des Abbremsvorrichtungsträgers vorgesehen ist.

23. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Alpha-Quelle (90) sowie eine entsprechende Detektionseinrichtung (92) in der Vorrichtung (10) vorgesehen sind, um die jeweilige Dicke der Abbremsvorrichtung (20) im Strahlengang (14') und somit das Profil der Implantation oder die Schädigung zu überwachen bzw. zu bestimmen.

24. Ionenimplantationsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine RBS-Messeinrichtung (94) in der Vorrichtung (10) vorgesehen ist, um die jeweilige Dicke der Abbremsvorrichtung (20) im Strahlengang und somit das Profil der Implantation oder die Schädigung zu überwachen bzw. zu bestimmen sowie gegebenenfalls den Ionenstrom während der Implantation zu bestimmen.

25. Verfahren zur Steuerung einer Ionenimplantationsvorrichtung insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Änderung der auf dem Substratträger (16;

16, 28) einfallenden Ionenstrahlenergie die Abbremsvorrichtung (**20**) bzw. der Abbremsvorrichtungsträger (**46**) gegenüber dem Ionenstrahl (**14**) bewegt wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Substratträger (**16; 16, 28**) bewegt wird.

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Ionenstrahl (**14**) gegenüber dem Abbremsvorrichtungsträger (**46**) bewegt wird.

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 25 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass der Ionenstrahl (**14**) durch eine Ablenkvorrichtung (**120, 120'; 120, 120", 120"', 120"', 120"', 120'''**) abgelenkt wird, um den Ionenstrahl (**14**) in Bezug auf den Abbremsvorrichtungsträger (**46**) und/oder den Substratträger (**16; 16, 28**) zu bewegen.

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 25–28, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung der Bewegungen (**45; 45, x, y**) des Abbremsvorrichtungsträgers (**46**) bzw. denen (**24, 30, 32; x, y**) des Substratträgers (**16; 16, 28**) bzw. der Ionenquelle (**12**) bzw. des Ionenstrahls (**14**) ein Computer (**34**) vorgesehen wird, d.h. dass die entsprechenden Bewegungen computergesteuert erfolgen.

30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 25 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer Alpha-Quelle (**90**) sowie einer entsprechenden Detektionseinrichtung (**92**) die jeweilige Dicke der Abbremsvorrichtung (**20**) im Strahlengang (**14'**) und somit das Profil der Implantation oder die Schädigung überwacht bzw. bestimmt wird.

31. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 25 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer RBS-Messeinrichtung (**94**) die jeweilige Dicke der Abbremsvorrichtung (**20**) im Strahlengang (**14'**) und somit das Profil der Implantation oder die Schädigung überwacht bzw. bestimmt und gegebenenfalls den Ionenstrom während der Implantation zu gemessen wird.

32. Abbremsvorrichtung (**20**) zur Anwendung in einer Ionenimplantationsvorrichtung (**10**) insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1–24 bzw. wahlweise in einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 25–31, dadurch gekennzeichnet, dass die Abbremsvorrichtung (**20**) mit unterschiedlichen Dicken in unterschiedlichen Bereichen (**20', 20'', 20''', 20''''**) versehen ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

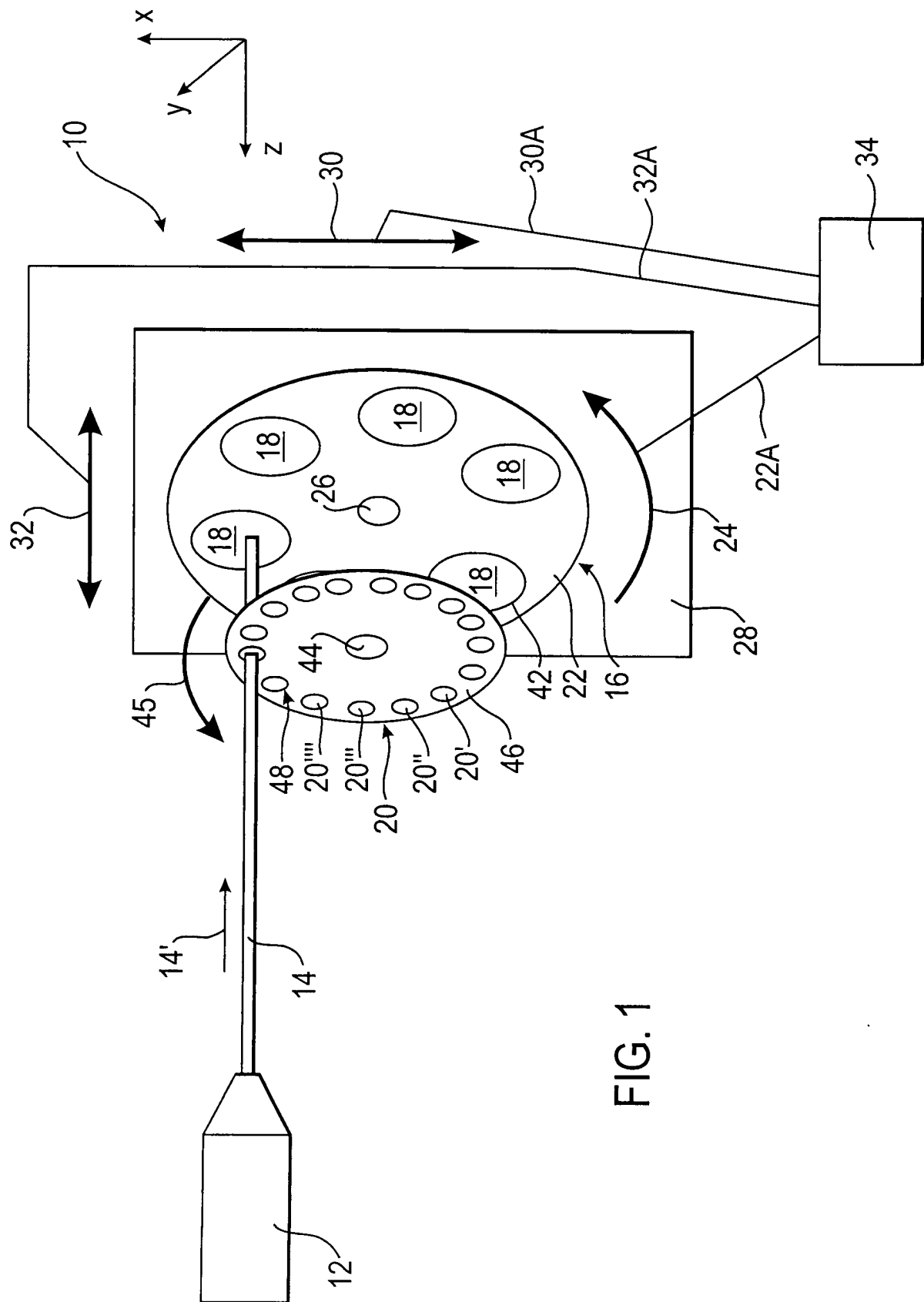


FIG. 2

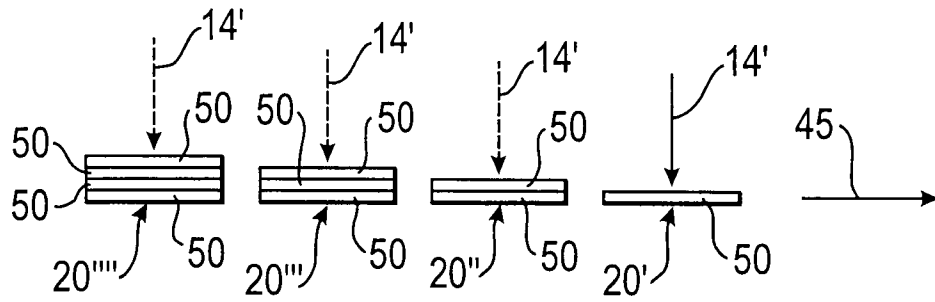


FIG. 3

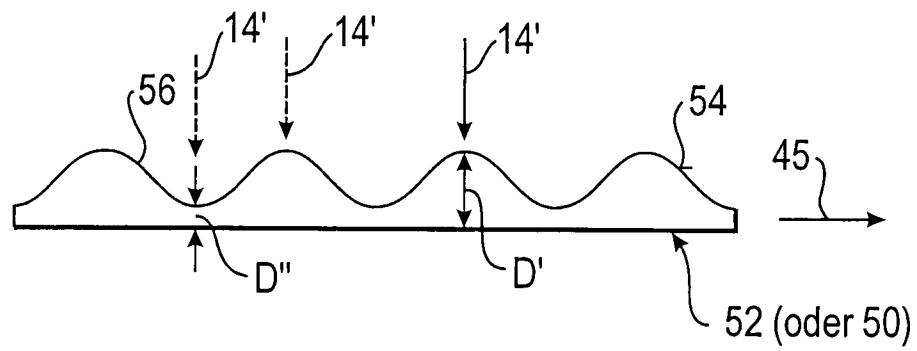


FIG. 4

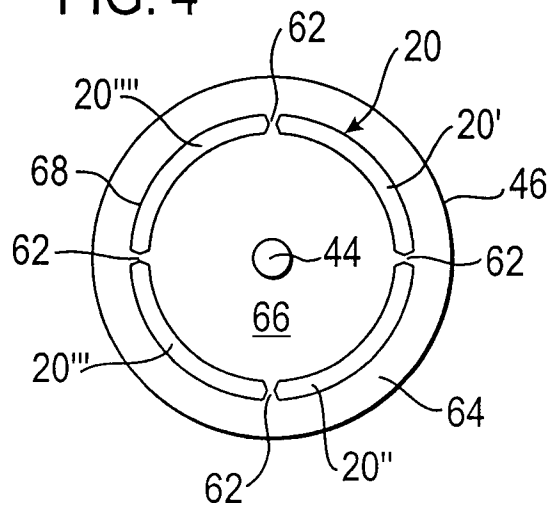


FIG. 5

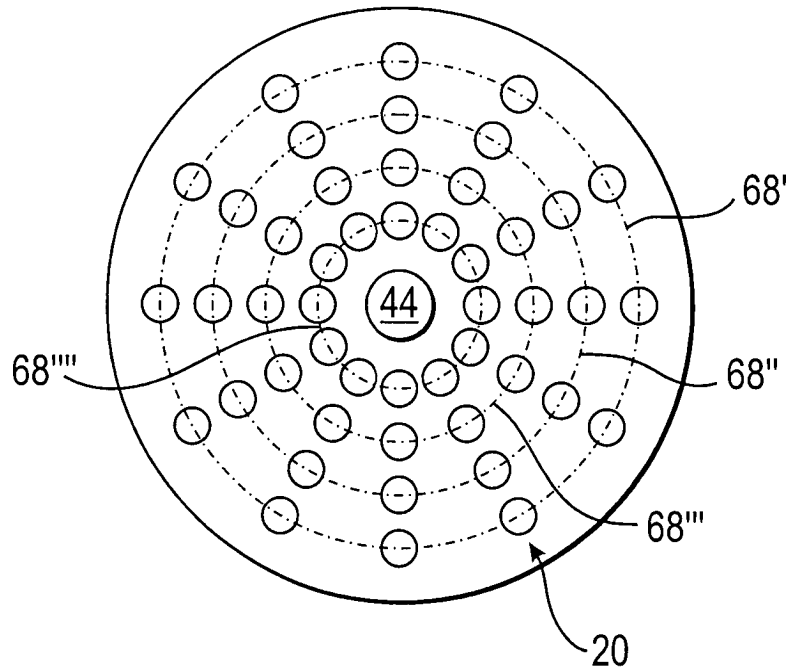


FIG. 6

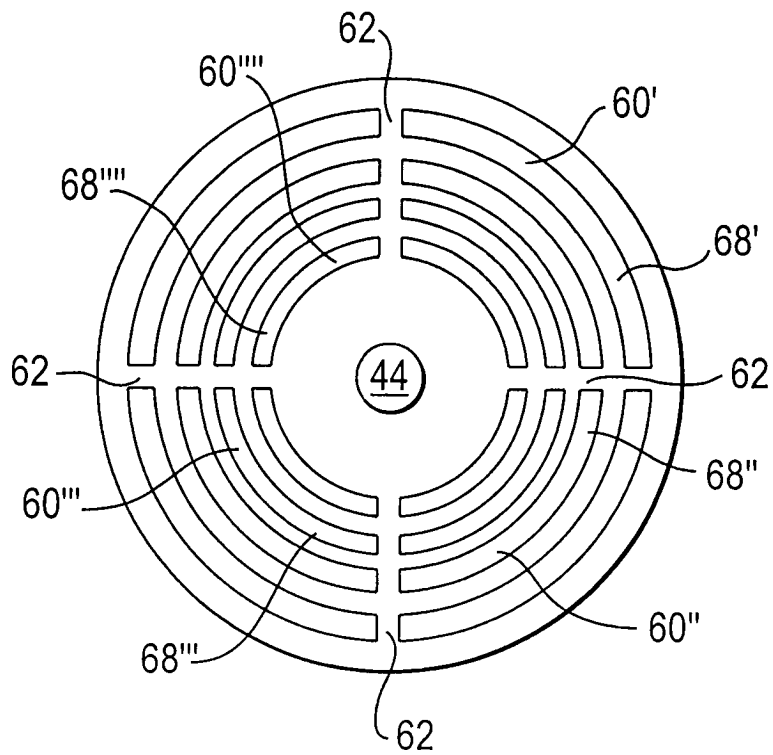


FIG. 7

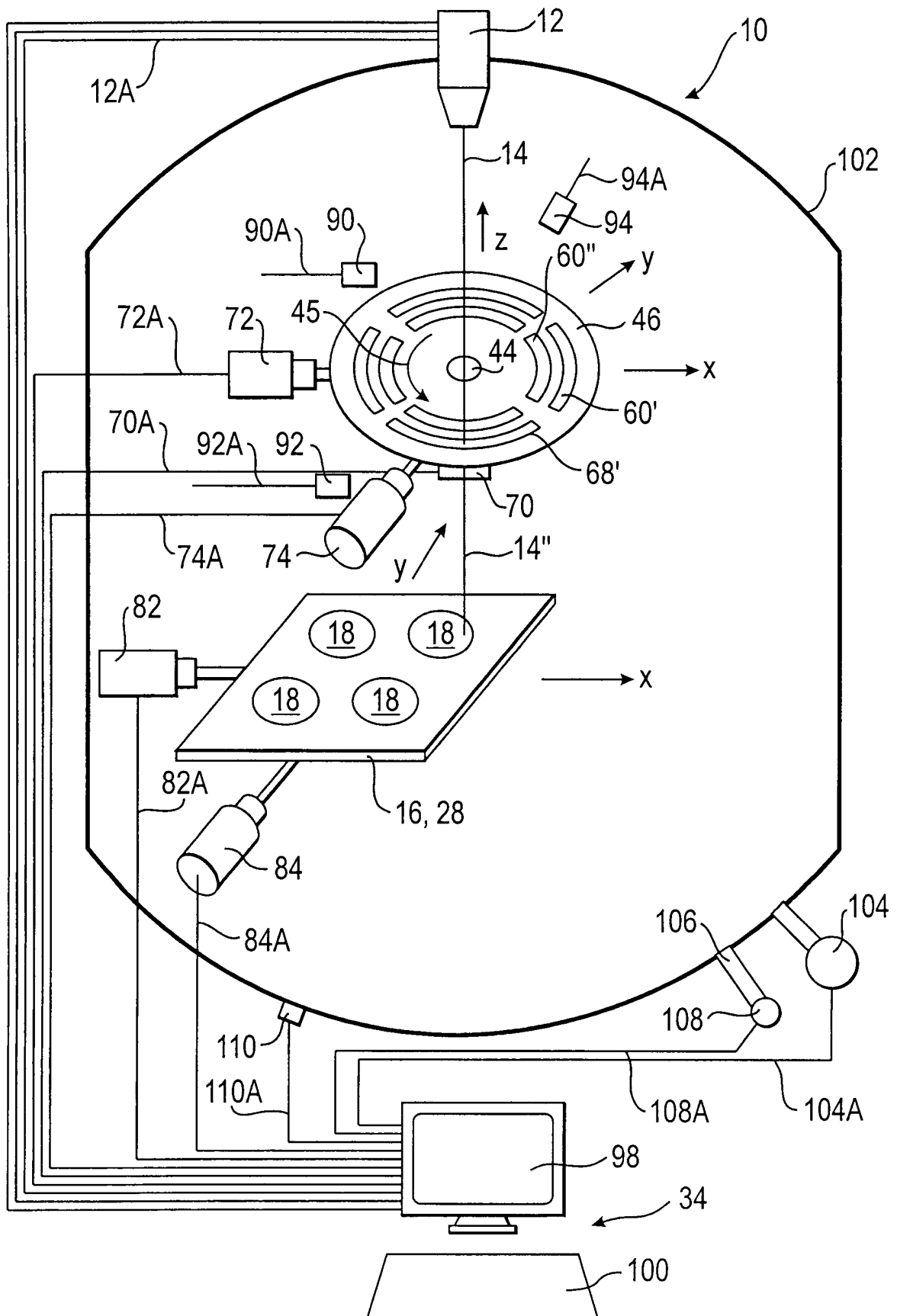


FIG. 8

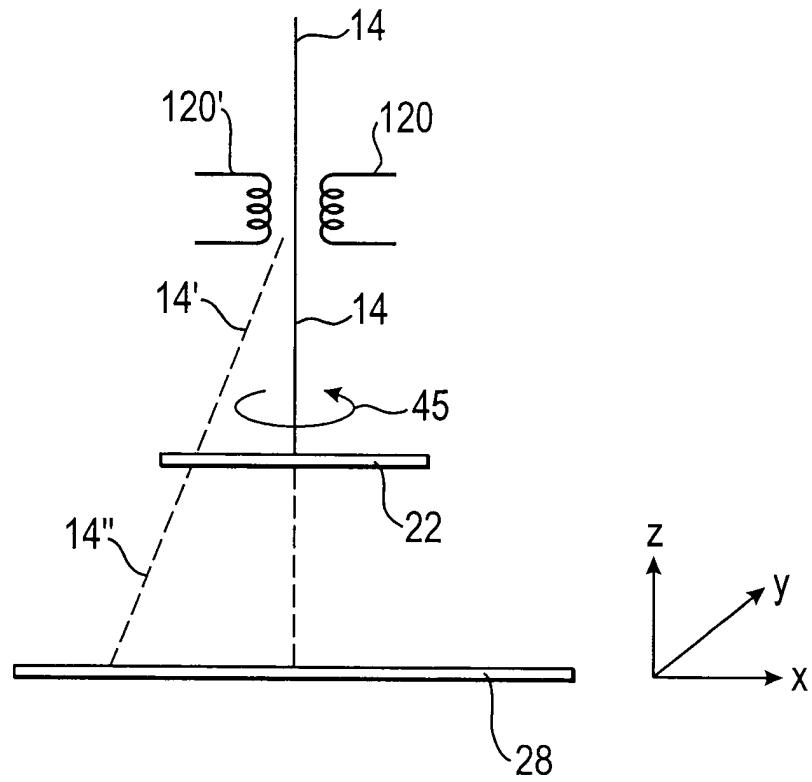


FIG. 9

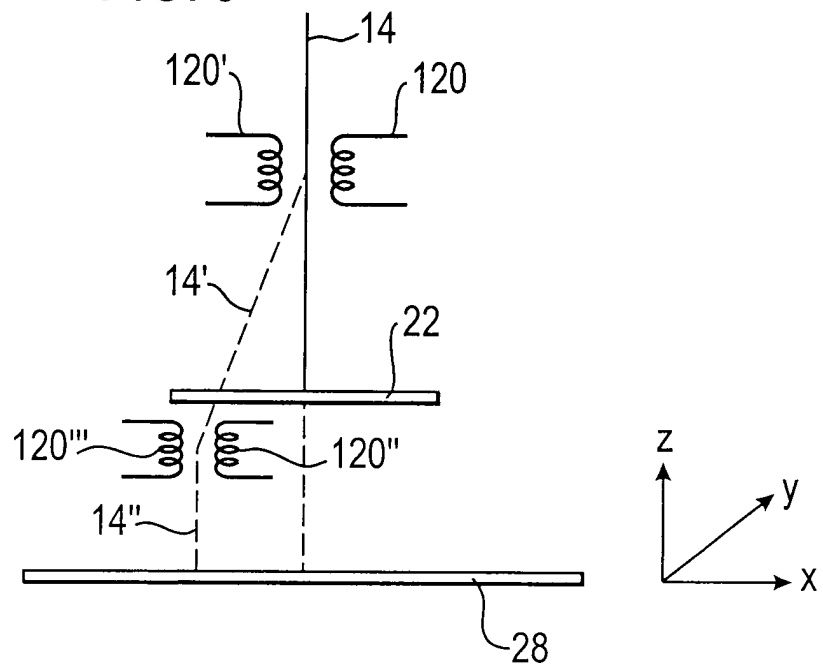


FIG. 10

