



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 683778 A5

⑤ Int. Cl.⁵: C 23 C 14/35
H 01 J 37/34

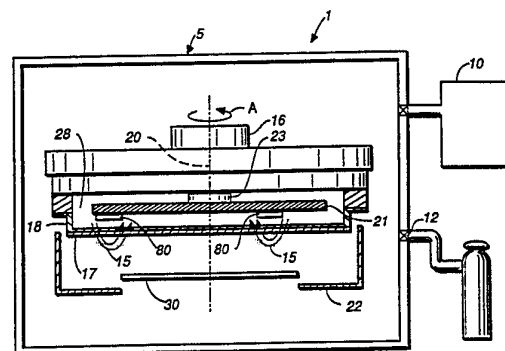
Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-Liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer:	1245/93	⑦③ Inhaber:	Varian Associates, Inc., Palo Alto/CA (US)
⑲ Anmelddatum:	29.07.1992	⑦② Erfinder:	Anderson, Robert L., Palo Alto/CA (US)
⑳ Priorität(en):	16.08.1991 US 746448	⑦④ Vertreter:	Bovard AG, Bern 25
⑳ Patent erteilt:	13.05.1994	⑧⑥ Internationale Anmeldung:	PCT/US 92/06277 (En)
④⑤ Patentschrift veröffentlicht:	13.05.1994	⑧⑦ Internationale Veröffentlichung:	WO 93/04211 (En) 04.03.1993

⑤④ **Apparat und Methode für Mehrfachring-Zerstäube-Beschichtung von einem einzigen Target aus.**

⑤⑦ Eine Quelle für die Zerstäubebeschichtung (Sputtering) aus konzentrischen Ringen (15) auf der Oberfläche eines einzigen Targets wird gezeigt. Die Quelle enthält einen drehbaren Magneten in geschlossener Schlaufe (21) mit einer Vielzahl von gekrümmten Abschnitten mit verschiedenem mittlerem Radius, verbunden durch eine gleich grosse Anzahl von radialen Abschnitten. In der bevorzugten Ausführungsform hat jeder der gekrümmten Abschnitte eine Form, welche ein vorbestimmtes Erosionsprofil im zugehörigen konzentrischen Ring (15) des Zerstäubebeschichtungs-Targets (17) bewirkt. Die relative Zerstäubebeschichtungs-Menge aus jedem der Ringe (15) kann gesteuert werden durch die Einstellung der relativen Längen der gekrümmten Abschnitte des Magneten in geschlossener Schlaufe (21).



Beschreibung

Diese Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Dünnschicht-Ablagerung und im besonderen auf Zerstäubebeschichtungs(Sputtering)-Apparate für die physikalische Beschichtung aus der Gasphase (PVD).

STAND DER TECHNIK

Physikalische Beschichtung aus der Gasphase (PVD) durch Zerstäubebeschichtung ist ein gut bekannter Prozess, der weitverbreitete Anwendung gefunden hat in der Fabrikation von sehr hoch integrierten (VLSI) Halbleiterbauteilen. Beim Magneton-Zerstäubebeschichten wird ein Plasma gebildet in einem Niederdruck-Edelgas. Das Plasma ist begrenzt auf ein Gebiet nahe bei einem Zerstäubebeschichtungs-Target, welches aus dem zu zerstäubenden Material hergestellt ist und welches normalerweise als die Kathode des Systems dient. Ein Magnetfeld, typischerweise mit Feldlinien, welche durch die Zerstäubebeschichtungs-Targetoberfläche laufen, schränkt die Flugbahnen der Elektronen im Plasma ein, dabei das Plasma verstärkend und räumlich beschränkend. Ionen im Plasma bombardieren das Zerstäubebeschichtungs-Target, dabei Atome des Targetmaterials verdrängend, die dann auf einem Substrat abgelagert werden.

Eine grosse Zahl von VLSI-Bauteilen werden typischerweise fabriziert auf einem dünnen, im allgemeinen kreisförmigen Silizium-Substrat, bezeichnet als Scheibe (Wafer). Die VLSI-Bauteilfabrikation hat eine grosse Zahl von Verarbeitungsschritten zur Folge, mit Verwendung der Zerstäubebeschichtung zur Erzeugung von Metallisierungsschichten und Verbindungen zwischen den Bauteilschichten. Am üblichsten wird zerstäubebeschichtetes Aluminium verwendet für diese Zwecke.

In den letzten Jahren wurden die Scheibengrößen laufend vergrößert, und jetzt ist die Verwendung von 8-Zoll-Durchmesser-Scheiben üblich in der Industrie. Grosse Scheibengrößen erlauben, eine grössere Zahl Bauteile wachsen zu lassen auf einem einzigen Substrat. Jedoch stellen grössere Scheibengrößen höhere Anforderungen an Zerstäubebeschichtungs-Systeme. Zum Beispiel lautet eine Anforderung an ein Zerstäubebeschichtungs-System, das verwendet wird in der Halbleiter-Verarbeitung, dass es eine Schicht von gleichmässiger Dicke über die ganze Scheiben-Oberfläche ablagert.

(Nachstehend wird der Begriff Gleichmässigkeit verwendet im Zusammenhang mit der Dicke des abgelagerten Films, soweit es der Zusammenhang nicht anders nahelegt). Ein Mangel an Gleichmässigkeit kann eine reduzierte Bauteil-Ausbeute (d.h. der Prozentsatz an Bauteilen, welche die Betriebspezifikationen erfüllen) und/oder Abweichungen in der Bauteil-Leistungsfähigkeit bewirken. Grössere Scheibengrößen machen es schwieriger, sehr anforderungsreiche Gleichmässigkeitsgrade zu erzielen.

Eine Methode, um die Gleichmässigkeit eines Zerstäubebeschichtungs-Systems zu verbessern, ist

die Zerstäubebeschichtung ab zwei konzentrischen Targets. Für ein Beispiel dieser Methode vergleiche das U.S.-Patent Nr. 4 606 806, welches eine Zerstäubebeschichtungs-Quelle beschreibt, verkauft durch den Anmelder der vorliegenden Erfindung unter der Handelsmarke ConMag® II. In der ConMag®-Zerstäubebeschichtungs-Quelle hat jedes der Zerstäubebeschichtungs-Targets eine eigene Form und seine eigene separate Speisung, was eine separate Steuerung ermöglicht für die Zerstäubebeschichtungs-Mengen aus jedem Target. Zusätzlich zur Ermöglichung guter Gleichmässigkeit liefert diese Konfiguration eine gute Stufenbedeckung, d.h. die Fähigkeit zum gleichmässigen Bedecken von vertikalen «Stufen» und anderer abgewinkelten Oberflächen auf der Scheibe.

Eine Anzahl von kommerziell erhältlichen Zerstäubebeschichtungs-Quellen verwendet ein ebenes Zerstäubebeschichtungs-Target. Eine solche Quelle, kommerziell erhältlich vom Anmelder der vorliegenden Erfindung unter der Handelsmarke VersaMag™, basiert auf einem drehenden Magneten, montiert hinter dem Target, zum Bewegen des Plasmas über die Vorderfläche des Targets. Die Drehung des Plasmas wurde eingeführt zum Zweck der Verbesserung der Gleichmässigkeit und der Stufenbedeckung, ebenso wie der Verbesserung der Gleichmässigkeit der Target-Erosion, damit die Targets effizienter ausgenutzt werden.

Im kürzlich herausgegebenen U.S.-Patent Nr. 4 995 958, betitelt mit Sputtering Apparatus With A Rotating Magnet Array Having A Geometry For Specified Target Erosion Profile, welches ebenfalls dem Anmelder der vorliegenden Erfindung zugeschrieben ist, wurde gezeigt, wie ein drehender Magnet in geschlossener Schlaufe konstruiert wird, für die Verwendung mit einer ebenen Zerstäubebeschichtungs-Quelle, welche es einem ermöglicht, ein vorgegebenes Erosionsprofil zu realisieren, um dadurch z.B. hocheffiziente Targetmaterial-Ausnutzungen und hohe Ablagerungsmengen zu erzielen. Die Erfindung des '958-Patents ist leicht angepasst für die Verwendung in einer VersaMag™-Zerstäubebeschichtungs-Quelle.

Eine Magnet-Konfiguration in geschlossener Schlaufe des Typs wie im '958-Patent beschrieben, hat den zusätzlichen Vorteil, einfach einstellbar zu sein, so dass die Form der Magnet-Anordnung, und demzufolge die Eigenschaften der Zerstäubebeschichtungs-Quelle, geändert werden können ohne grosse Schwierigkeit oder Aufwand. Wie in jenem Patent beschrieben, dessen Offenbarung einbezogen ist durch Bezugnahme darauf, wird eine Vielzahl von Magneten festgehalten durch zwei Stahlhalterungen, welche die Form der geschlossenen Schlaufe definieren. Der Ersatz oder die Einstellung der Stahlhalterungen um eine andere Konfiguration in geschlossener Schlaufe zu ermöglichen, ist eine relativ einfache Angelegenheit. In dieser Art ist es möglich, eine Quelle zu verwenden für verschiedene Zwecke.

Wie bemerkt, war das ursprüngliche Ziel des drehenden Magneten in geschlossener Schlaufe des '958-Patents, eine bessere Target-Ausnutzungseffizienz zu erzielen, normalerweise ein wichtiges Ziel

wegen der hohen Kosten von Zerstäubebeschichtungs-Targets, und hohe Ablagerungsmengen zu erzielen, ein weiterer wichtiger Faktor wegen der Forderung für immer grösseren System»-Durchsatz». In einigen Fällen könnte die Notwendigkeit für grössere Gleichmässigkeit den Wunsch für effiziente Target-Ausnutzung und Ablagerungsmengen dominieren. In solch einem Fall bleiben die hohen Gleichmässigungsgrade, erzielbar mit mehrfachen Zerstäubebeschichtungs-Ringen attraktiv.

In diesem Zusammenhang ist die Fähigkeit, eine Mehrfachring-Zerstäubebeschichtungs-Quelle zu ermöglichen, welche anpassbar ist für andere Verwendungen, und dies ohne die Notwendigkeit, eine komplett neue Quelle zu entwerfen, speziell wünschbar.

Demgemäss ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Mehrfachring-Zerstäubebeschichtungs-Quelle zu schaffen, mit einer Befähigung für hochgradig gleichmässige Ablagerung.

Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Anpassung existierender Dreh-Magnet-Technologie zur Ermöglichung einer Mehrfachring-Zerstäubebeschichtungs-Quelle.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Diese und andere Ziele, welche für alle einleuchtend sind, die in dieser Technik ausgebildet sind, werden realisiert mit der vorliegenden Erfindung, enthaltend einen Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat für die Dünnschicht-Ablagerung, mit einer Target-Kathode, aus welcher die Zerstäubebeschichtung erfolgt, und mit einem Drehmagnet in geschlossener Schlaufe und angrenzend an die rückseitige Oberfläche der Target-Kathode, wobei der Drehmagnet in geschlossener Schlaufe so konfiguriert ist, dass die Zerstäubebeschichtung vom Target her vorallem erfolgt aus einer Vielzahl von konzentrischen Bezirken des Targets. In einer weiteren Verfeinerung der vorliegenden Erfindung wird der Magnet in geschlossener Schlaufe so konfiguriert, dass er ein vorgegebenes Erosionsprofil ermöglicht in jedem der konzentrischen Bezirke, aus welchen die Zerstäubebeschichtung erfolgt. In der bevorzugten Ausführungsform enthält der Magnet in geschlossener Schlaufe eine Vielzahl von gekrümmten Abschnitten, jeder mit einem anderen mittleren Radius, verbunden mit einer gleichen Anzahl von radialen Abschnitten. Die relativen Längen der gekrümmten Abschnitte können eingestellt werden zur Bestimmung der relativen Mengen der Zerstäubebeschichtung aus jedem konzentrischen Ring.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist ein vereinfachter Aufriss, teilweise als Querschnitt, ein Zerstäubebeschichtungs-System der vorliegenden Erfindung darstellend.

Fig. 2 ist ein Grundriss einer Magnet-Konfiguration in geschlossener Schlaufe gemäss einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3 ist eine Querschnitts-Ansicht eines berechneten Target-Erosionsprofils verursacht durch den Magneten in geschlossener Schlaufe der Fig. 2.

Fig. 4 ist ein Grundriss einer Magnet-Konfiguration in geschlossener Schlaufe gemäss einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 ist eine Querschnitts-Ansicht eines berechneten Target-Erosionsprofils verursacht durch den Magneten in geschlossener Schlaufe der Fig. 4.

Fig. 6 ist ein vereinfachter Grundriss einer Magnet-Konfiguration in geschlossener Schlaufe gemäss einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 7 ist eine vereinfachte teilweise Querschnitts-Ansicht eines Zerstäubebeschichtungs-Systems gemäss einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Fig. 1 zeigt einen Gesamt-Aufriss, teilweise als Querschnitt, eines Zerstäubebeschichtungs-Systems 1 gemäss der vorliegenden Erfindung. Allgemein gesagt enthält das in Fig. 1 gezeigte System eine vereinfachte Ansicht der Zerstäubebeschichtungs-Quelle, welche kommerziell verkauft wird unter der Handelsmarke VersaMag™, jedoch abgeändert gemäss der vorliegenden Erfindung.

Das Zerstäubebeschichtungs-System 1 ist untergebracht in einer Vakuumkammer 5, welche evakuiert werden kann mit Vakuumpumpen-Mittel 10, schematisch gezeigt. Geeignete Vakuumpumpen-Mittel können eine mechanische Grob-Pumpe und eine ultrareine Hochvakuumpumpe, z.B. eine Kryopumpe, umfassen. Die Konstruktion einer geeigneten Vakuumkammer 5 und der Anschluss von Vakuumpumpenmitteln 10 sind in der Technik gut bekannt und werden nicht weiter beschrieben.

Nachdem die Vakuumkammer 5 ausgepumpt ist auf einen genügend tiefen Druck, welcher z.B. 10^{-5} Torr oder weniger sein kann, wird eine kleine Menge Edelgas, wie Argon, in die Kammer 5 eingeführt via einen Gasspeise-Einlass 12, den Druck in der Kammer auf 1–5 Millitorr, z.B., erhöhend. Eine Plasma-Entladung 15 wird dann hervorgerufen, in bekannter Art durch Anlegen einer hohen negativen Spannung an eine Target-Kathode 17. Ein Plasma-Schild 22, auf Erdpotential gehalten, dient auch als Anode für die Einrichtung. Die Plasma-Entladung wird angrenzend an die Target-Kathode festgestellt und wird geformt und räumlich beschränkt durch den Magneten in geschlossener Schlaufe 21, welcher angrenzend an die Target-Kathode 17 hinter ihr positioniert ist. Detaillierte Ausführungsformen des Magneten in geschlossener Schlaufe 17 sind gezeigt in den Fig. 2 und 4 und weiter unten detaillierter beschrieben. Die Plasma-Abschirmung 22 dient auch dem Zweck, zu verhindern, dass das Plasma eine Scheibe 30 (Wafer) berührt oder dass Zerstäubebeschichtung von anderen Oberflächen in der Vakuumkammer verursacht wird. Die Oberfläche der Target-Kathode 17 ist hergestellt aus dem zu zerstäubebeschichtenden Material, am üblichsten eine Legierung, die Aluminium enthält. Der Magnet in geschlossener Schlaufe 21 wird gedreht mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit um eine Zentralachse 20 der Target-Kathode 17 mit Antriebsmitteln, welche z.B. umfas-

sen können: einen Motor 16 mit geeignetem Getriebe, und eine Antriebswelle 23. Die Plasma-Entladung 15, welche eingeschränkt wird durch die magnetischen Feldlinien des Magneten 21, dreht mit dem Magnet mit.

Die Target-Kathode 17 wird verbraucht durch den Zerstäubebeschichtungs-Prozess und ist demzufolge wegnehmbar befestigt an einer Halteplatte 18. In der bevorzugten Ausführungsform ist die Target-Kathode 17 mit der Halteplatte 18 verbunden. Die Verbindung gewährleistet eine gute Wärmeabfuhr von der Target-Kathode zur Halteplatte, was eine gute Temperatursteuerung der Target-Kathode 17 erlaubt, da letztere einer hohen Wärmeaufnahme während des Zerstäubebeschichtungs-Prozesses unterliegt. Die Temperatursteuerung kann weiter verbessert werden durch die Zirkulation von Kühlwasser in einer wasserdichten Kammer 28. Während das Zerstäubebeschichtungs-System 1 der Fig. 1 gezeigt wird mit dem Target nach unten gerichtet, gegen eine nach oben zugekehrte Scheibe 30 hin, kann auch die gegenteilige Konfiguration verwendet werden, d.h. mit dem Target nach oben gerichtet, gegen eine nach unten zugekehrte Scheibe.

Die Plasma-Entladung 15 enthält eine hohe Dichte an positiven Argon-Ionen, welche auf die Oberfläche der Target-Kathode 17 angezogen werden, auf dieser aufschlagen und neutrale Atome des Target-Materials herausschlagen. Einige der auf diese Art herausgeschlagenen Atome fallen auf die obere Fläche der Scheibe 30 und werden darauf abgelagert. Wegen der Zufallsgrößen der Winkel, unter denen Atome aus dem Target geschleudert werden, und wegen Gasstreuungseffekten, während sich die herausgeschleuderten Atome in der Vakuumkammer 5 bewegen, fallen die Atome, die das Substrat erreichen, unter einer Vielzahl von Winkeln ein. Es ist gut bekannt, dass die Winkel der zerstäubten Atome im allgemeinen mit einer Cosinus-Verteilung übereinstimmen.

In der vorläufigen Annahme, dass die Zerstäubebeschichtung von einem ebenen Target, ungefähr gleich gross wie ein ebenes Substrat aus erfolgt, dass das Substrat und das Target einen kleinen Abstand aufweisen, und dass die Zerstäubebeschichtungs-Menge die gleiche ist über die gesamte Fläche der gesamten Oberfläche der Target-Kathode, kann gezeigt werden, dass das Material sich rascher abgelagert in der Nähe des Zentrums der Scheibe als in der Nähe der Peripherie, d.h. dass die Ablagerung nicht gleichmässig wird. Eine Lösung gegen dies ist die Verwendung eines Targets mit einer viel grösseren Oberfläche als die Scheibe, oder den Abstand zwischen Target und Scheibe zu erhöhen, aber diese Methoden sind uneffizient, speziell da die Scheibengrößen zunehmend sind. Eine andere Methode ist die Verwendung eines Targets mit einer nicht-ebenen Frontfläche, wie dasjenige gemäss U.S.-Patent Nr. 4 457 825, kommerziell verkauft durch den Anmelder der vorliegenden Erfindung unter der Handelsmarke ConMag® I. In der Quelle des '825-Patents hat die Target-Oberfläche zuerst die Form eines Kegelabschnittes. Die ConMag® II-Quelle, weiter oben beschrieben, verwenden

zwei konzentrische ringförmige Zerstäubebeschichtungs-Targets. Es wurde festgestellt, dass dies die Gleichmässigkeit und die Stufenbedeckung weiter verbessert.

5 Diese kommerziell erhältlichen Quellen, und die meisten anderen dem Erfinder bekannten, weisen feste Bauarten auf, welche verhindern, dass sie angepasst werden können zum Bewältigen sich entwickelnder neuer Anforderungen, wie grössere Scheibenabmessungen, höhere Gleichmässigkeits-Spezifikationen, verbesserter Wirkungsgrad beim Materialgebrauch, oder ähnlichem. Wie weiter oben bemerkt, ist die Magnet-Konfiguration in geschlossener Schlaufe gemäss dem '958-Patent in einfacher Weise anpassbar, um solche sich entwickelnden Bedürfnisse zu erfüllen. Neue Konfigurationen in geschlossener Schlaufe können entwickelt und ausgeführt werden ohne die Notwendigkeit, die Zerstäubebeschichtungs-Quelle weitgehend neu zu konstruieren.

Die Fig. 2 ist ein Grundriss einer Ausführungsform einer ebenen Magnet-Anordnung in geschlossener Schlaufe 21 gemäss der vorliegenden Erfindung. Die Magnet-Anordnung 21 wird um die Achse 20 gedreht mit dem Antriebsmittel, das weiter oben unter Bezugnahme auf die Fig. 1 beschrieben wird, und sie besteht aus zwei halbkreisförmigen Abschnitten 40 und 43, verbunden mittels zweier radialer Abschnitten 45 und 47. Der halbkreisförmige Magnet-Anordnungs-Abschnitt 40 hat einen ersten Radius, welcher kleiner ist als der Radius des halbkreisförmigen Magnet-Anordnungs-Abschnittes 43.

Die Magnet-Anordnung 21 enthält eine Vielzahl von weitgehend identischen Permanentmagneten 50a, b, ..., i, von denen jeder mit seinem Zentrum auf einer Zentrumslinie 60 angeordnet ist und jeder seinen magnetischen Nordpol auf der Innenseite der Zentrumslinie 60 hat. Offensichtlich ist es gleichwertig, die magnetischen Südpole auf der Innenseite der Zentrumslinie 60 anzuordnen; die wichtige Besonderheit ist, dass jeder Magnet dieselbe Ausrichtung in Bezug auf die Zentrumslinie aufweist. Die Magnete 50a, b, ..., i werden festgehalten durch eine kreisförmige Platte 70 und durch dünne (1/16 Zoll) Halterungen aus Stahl 80 und 85. In der bevorzugten Ausführungsform werden quadratische (0,75 Zoll x 0,75 Zoll) Samarium-Kobalt-Magnete verwendet, wegen ihres hohen Stärke-Gewicht-Verhältnisses. Die Magnete sind gleichmässig verteilt über die Schlaufe. In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Abstand zwischen den Magneten ungefähr 0,3 Zoll.

Eine Drehgeschwindigkeit von 57 Umdrehungen pro Minute, der normalen Geschwindigkeit einer VersaMag™-Quelle, wurde als befriedigend gefunden, um gute Erosions-Durchschnittswerte (averaging) zu erzeugen, ohne so schnell zu sein, dass unerwünschte Wirbelströme erzeugt würden.

Ein geschätztes Erosionsprofil der Target-Oberfläche, verursacht durch die Drehung der Magnet-Anordnung von Fig. 2 wird in Fig. 3 gezeigt. Man kann sehen, dass zwei ausgeprägte Bezirke auf der Target-Oberfläche sind, aus welcher fast die gesamte Zerstäubebeschichtung erfolgt, und dass die Zerstäubebeschichtungs-Menge aus den zwei Be-

zirken weitgehend die gleiche ist. Effektiv, obschon ein ebenes Target verwendet wird, stammt fast die gesamte Zerstäubebeschichtung aus zwei konzentrischen Ringen auf der Target-Oberfläche oberhalb den halbkreisförmigen Abschnitten 40 und 43 der Magnet-Anordnung in geschlossener Schlaufe 21. Der Einfachheit halber ist das Erosionsprofil als hochgradig eckig gezeigt; in der Praxis jedoch, bei Verwendung halbkreisförmig gebogener Magnet-Abschnitte, weist das Erosionsmuster jedes Target-Rings eher eine Gauss-Kurvenform auf. In dieser Ausführungsform ist die Breite der Ringe beschränkt durch die Breite der Magnete, welche in der Magnet-Anordnung verwendet werden.

Die Menge der Erosion zwischen den zwei Ringen beträgt weniger als 10% der Erosion in den Ringbereichen und kann vernachlässigt werden. Die Target-Erosion zwischen den Ringen wird verursacht durch das Plasma, das bei den radialen Abschnitten 45 und 47 auftritt. Es ist notwendig, eine Anordnung in geschlossener Schlaufe aufrechtzuerhalten, damit ein rotierendes Plasma erhalten bleibt, und demzufolge ist es notwendig, die Abschnitte 45 und 47 magnetisch miteinander zu verbinden. Jedoch, damit die Auswirkungen der Verbindungsabschnitte minimal bleiben, sollten letztere so kurz als möglich sein, was erreicht wird, wenn sie radial angeordnet sind.

Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird in Fig. 4 gezeigt, in welcher gleichartige Teile gleichartig numeriert sind. In dieser Ausführungsform sind die gekrümmten Abschnitte 40 und 43 keine Kreisbogen, sondern sie haben vielmehr eine Kurvenform, die berechnet ist, um ein vorbestimmtes Erosionsprofil des Targets zu ergeben. Solch eine Kurvenform kann erhalten werden, wenn z.B. die Lehren aus dem weiter oben erwähnten '958-Patent befolgt werden. In dieser Ausführungsform kann die Breite eines jeden Ringes festgesetzt werden ohne Rücksicht auf die Breite der Magnete. Ausserdem kann das Erosionsprofil jedes Ringes vielmehr eine vorbestimmte Form sein als einfach Gauss-kurvenförmig. Es ist zu bemerken, dass der innere gekrümmte Abschnitt 40 einen mittleren Radius hat, der kleiner ist als der mittlere Radius des äusseren gekrümmten Abschnittes 43. Überdies ist der maximale Radius des inneren gekrümmten Abschnittes 40 kleiner als der minimale Radius des äusseren gekrümmten Abschnittes 43.

Die Fig. 5 zeigt ein Erosionsprofil, das erhalten wurde unter Verwendung der Ausführungsform der Fig. 4. Wiederum kann die Breite des Zerstäubebeschichtungs-Ringes auf der Target-Oberfläche willkürlich festgelegt werden, unter Anwendung der Lehren des '958-Patents. Es ist z.B. nicht notwendig, dass die zwei Ringe gleich breit oder sonst gleichartig sind.

Während die Ausführungsformen der Fig. 2 und 4 Magnet-Anordnungen in geschlossener Schlaufe zeigen mit zwei gekrümmten Abschnitten, die sich über einen gleich grossen Winkelbereich um die Achse 20 erstrecken, können im allgemeinen Fall mehr als zwei gekrümmte Abschnitte vorgesehen sein, und die gekrümmten Abschnitte müssen sich nicht über gleich grosse Winkelbereiche erstrecken.

Mit zunehmender Scheibengrösse, und damit der Targetgrösse, kann es wünschbar sein, ein Target mit mehr als zwei Ringen zu verwenden. Beim Folgen der Lehren aus der vorliegenden Erfindung können mehrfache gekrümmte Abschnitte vorgesehen sein, welche mehrfache konzentrische Ringe definieren, wobei, wohlverstanden, jeder gekrümmte Abschnitt, welcher einen verschiedenen Zerstäubebeschichtungs-Ring definiert, einen abweichenden mittleren Radius aufweist. Falls jeder der gekrümmten Abschnitte sich über einen gleich grossen Winkel erstreckt, wird die Zerstäubebeschichtungs-Menge aus jedem entsprechenden Ring auf der Target-Oberfläche ungefähr gleich gross sein. Durch Einstellung der relativen Winkelausdehnung der gekrümmten Abschnitte ist es möglich, damit die relative Zerstäubebeschichtungs-Menge aus jedem Ring einzustellen. Als Änderung der Ausführungsform der Fig. 4: falls sich der innere gekrümmte Abschnitt 40 über einen Bogen von z.B. 120° und der äussere gekrümmte Abschnitt 43 über einen Bogen von z.B. 240° erstrecken würde, würden die relativen Zerstäubebeschichtungs-Mengen aus dem inneren und dem äusseren Ring demgemäss ungefähr im Verhältnis 1:2 stehen.

Die Fig. 6 zeigt eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, in allen Belangen ähnlich zur Ausführungsform der Fig. 2, ausser dass die inneren und äusseren gekrümmten Abschnitte 40 bzw. 43 parallel anstatt entgegengesetzt angeordnet sind. In dieser Ausführungsform können die gekrümmten Abschnitte gleich lang sein und grösser (oder kleiner) als 180°, wie gewünscht. Während die Ausführungsform der Fig. 6 gezeigt wird mit gekrümmten Abschnitten in Kreisbogenform, können komplexere Formen, etwa wie im Zusammenhang mit der Fig. 4 beschrieben, verwendet werden. Überdies kann gemäss der vorliegenden Erfindung ein Mehrfachring-Magnet in geschlossener Schlaufe konstruiert werden mit gleichzeitig entgegengesetzten und parallelen gekrümmten Abschnitten.

Während die Ausführungsformen der Fig. 2, 4 und 6 im Zusammenhang mit ebenen Targets gezeigt werden, ist die vorliegende Erfindung leicht anpassbar für Konfigurationen, bei denen das Target eine nicht-ebene Oberfläche aufweist. Die Fig. 7 ist eine vereinfachte teilweise Querschnittsansicht einer Zerstäubebeschichtungs-Quelle der vorliegenden Erfindung, mit einem nicht-ebenen Target 117 und einer entsprechenden Magnet-Anordnung in geschlossener Schlaufe 121. Die Magnet-Anordnung 121 wird gedreht mit (nicht gezeigtem) Antriebsmittel, das gekuppelt ist mit der Antriebswelle 123. Das Zerstäubebeschichtungs-Target 117 ist an der Halteplatte 118 befestigt. Das aus der Oberfläche des Targets 117 zerstäubte Material wird auf der Scheibe 30 abgelagert, wie beschrieben im Zusammenhang mit der Ausführungsform der Fig. 1.

Gut bekannte Besonderheiten von Zerstäubebeschichtungs-Systemen, wie Zuführungen, Vakuumpumpen, Plasma-Abschirmungen und ähnlichem, sind weggelassen im Interesse der Übersichtlichkeit. In dieser Ausführungsform können die Ringe individuell ausgerichtet werden, sehr ähnlich wie die

Ringe einer ConMag® II-Zerstäubebeschichtungs-Quelle.

In der U.S.-Patentanmeldung Serial-Nr. 471 898, einer Teil-Fortsetzung des weiter oben erwähnten '958-Patents, welches durch Bezugnahme ebenfalls einbezogen wird, werden die Lehren des '958-Patents erweitert auf nicht-ebene Target-Oberflächen. Demgemäss ist es möglich, den Nutzen zu ziehen aus einem vorbestimmten Erosionsprofil im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung, wenn ein nicht-ebenes Target verwendet wird.

Obschon die vorliegende Erfindung im Detail beschrieben wurde unter Bezugnahme auf die Ausführungsformen, die in den Zeichnungen gezeigt werden, ist es nicht die Absicht, dass die Erfindung auf solche Ausführungsformen beschränkt ist. Es ist einleuchtend für alle in der Technik Ausgebildeten, dass mehrere Abweichungen von den vorausgehenden Beschreibungen und Zeichnungen gemacht werden können, ohne vom Bereich oder Sinn der Erfindung abzuweichen.

Es ist demzufolge beabsichtigt, dass die Erfindung nur durch die nachfolgenden Patentansprüche begrenzt sei.

Patentansprüche

1. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat für die Ablagerung eines Materials auf einem Substrat, gekennzeichnet durch: eine Target-Kathode mit einer Front-Oberfläche, die im wesentlichen dem genannten Substrat zugekehrt ist und das genannte, abzulagernde Material enthält; und, drehbares Magnet-Mittel angrenzend an die genannte Target-Kathode und im wesentlichen hinter der genannten Front-Oberfläche, wobei das genannte drehbare Magnet-Mittel so konfiguriert ist, dass die Zerstäubebeschichtung aus dem genannten Target vorwiegend in einer Vielzahl von konzentrischen Bezirken der genannten Front-Oberfläche erfolgt.

2. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Target-Kathode-Front-Oberfläche eben (plan) ist, bevor Erosion daraus erfolgt.

3. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Target-Kathode-Front-Oberfläche nicht-eben (nicht-plan) ist, bevor Erosion daraus erfolgt.

4. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse des drehenden Magnet-Mittels weitgehend im Zentrum der genannten Front-Oberfläche ist.

5. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das drehbare Magnet-Mittel eine Vielzahl von Magneten umfasst, angeordnet in einer vorbestimmten geschlossenen Schlaufe.

6. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die geschlossene Schlaufe eine Vielzahl von gekrümmten Abschnitten enthält, wobei jeder einen verschiedenen mittleren Radius hat, und dadurch

gekennzeichnet, dass sie im weiteren in der Hauptsache lineare Abschnitte enthält, die die genannten gekrümmten Abschnitte verbinden.

7. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der gekrümmten Abschnitte und die Anzahl der in der Hauptsache linearen Abschnitte zwei beträgt.

8. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel, über den sich jeder der genannten gekrümmten Abschnitte erstreckt, gleich gross ist.

9. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der genannten gekrümmten Abschnitte den Bogen eines Kreises bildet.

10. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der genannten gekrümmten Abschnitte eine Kurvenform hat, die berechnet ist für die Erzeugung eines vorbestimmten Erosionsprofils in der genannten Target-Kathode.

11. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die genannten in der Hauptsache linearen Abschnitte sich radial ausdehnen von der Drehachse des genannten drehbaren Magnet-Mittels aus.

12. Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat gemäss Anspruch 1 für die Ablagerung eines Materials auf einem Substrat, enthaltend:

eine Vakuumkammer;
Vakuumpumpen-Mittel für die Evakuierung der genannten Vakuumkammer;
Gaszufuhr- und Steuer-Mittel für das Einführen eines Edelgases in die genannte evakuierte Vakuumkammer mit wesentlich unteratmosphärischem Druck;
eine Kathode mit einer Target-Oberfläche, enthaltend das genannte abzulagernde Material, und einer rückseitigen Oberfläche, die im wesentlichen der genannten Target-Oberfläche gegenüber liegt;
Magnet-Mittel in geschlossener Schlaufe, angrenzend an die rückseitige Oberfläche; und,

Antriebsmittel für die Drehung des Magnet-Mittels in geschlossener Schlaufe um eine Achse, welche durch das ungefähre Zentrum der Target-Oberfläche führt; dadurch gekennzeichnet, dass das genannte Magnet-Mittel in geschlossener Schlaufe so konfiguriert ist, dass die Zerstäubebeschichtung aus und die Erosion der genannten Target-Oberfläche vor allem in einer Vielzahl von konzentrischen Bezirken der genannten Target-Oberfläche erfolgt.

13. Apparat gemäss Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der konzentrischen Bezirke zwei beträgt.

14. Apparat gemäss Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnet-Mittel in geschlossener Schlaufe eine Vielzahl von Permanentmagneten enthält, die so angeordnet sind, dass die geschlossene Schlaufe gebildet wird.

15. Apparat gemäss Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die geschlossene Schlaufe mindestens zwei gekrümmte Abschnitte enthält, wobei jeder gekrümmte Abschnitt im wesentlichen unterhalb einer der konzentrischen Bezirke liegt.

16. Apparat gemäss Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der genannten gekrümmten Abschnitte so geformt ist, dass ein vorbestimmtes Erosionsprofil der darüberliegenden Target-Oberfläche erzeugt wird.

5

17. Methode zum Ablagern einer gleichmässigen Material-Schicht, umfassend das:

plazieren eines Substrates in einem Magnetron-Zerstäubebeschichtungs-Apparat nach einem der Ansprüche 1 bis 16, so dass es einer Zerstäubebeschichtungs-Target-Oberfläche gegenüberliegt; erzeugen einer Plasma-Entladung angrenzend an die genannte Zerstäubebeschichtungs-Target-Oberfläche;

10

zerstäubebeschichten aus einer Vielzahl von konzentrischen Bezirken der genannten Zerstäubebeschichtungs-Target-Oberfläche durch Drehung eines Magneten in geschlossener Schlaufe hinter der genannten Zerstäubebeschichtungs-Target-Oberfläche.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

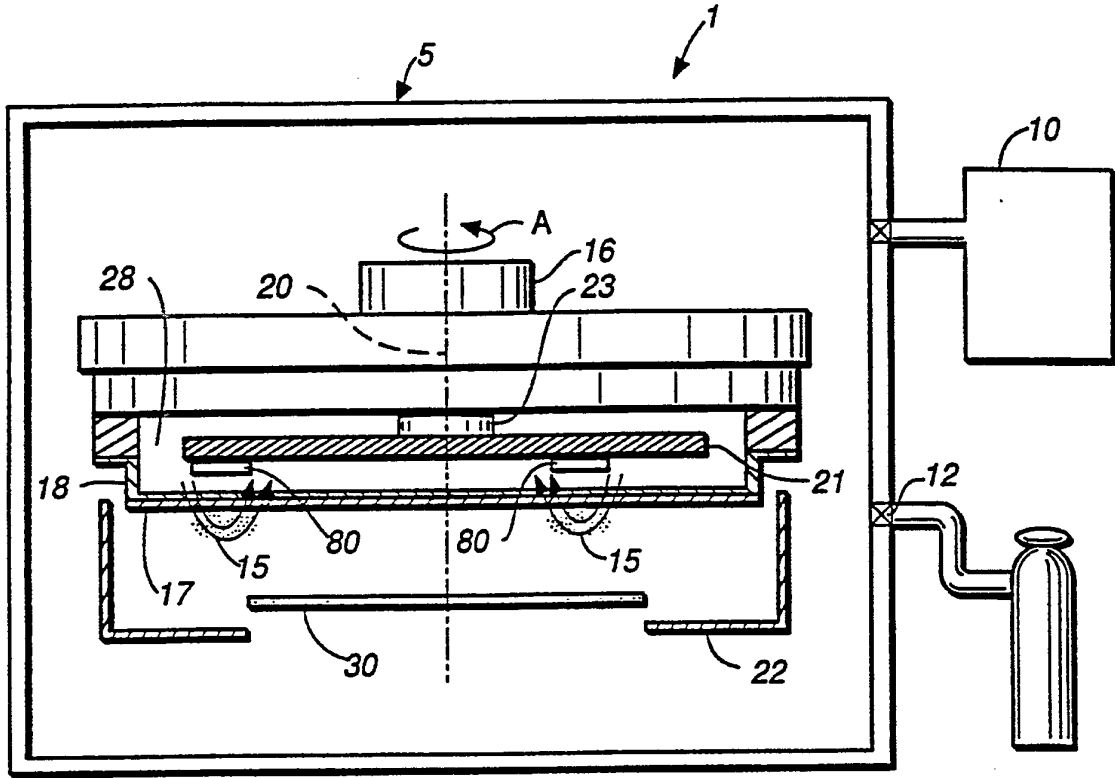


FIG._1

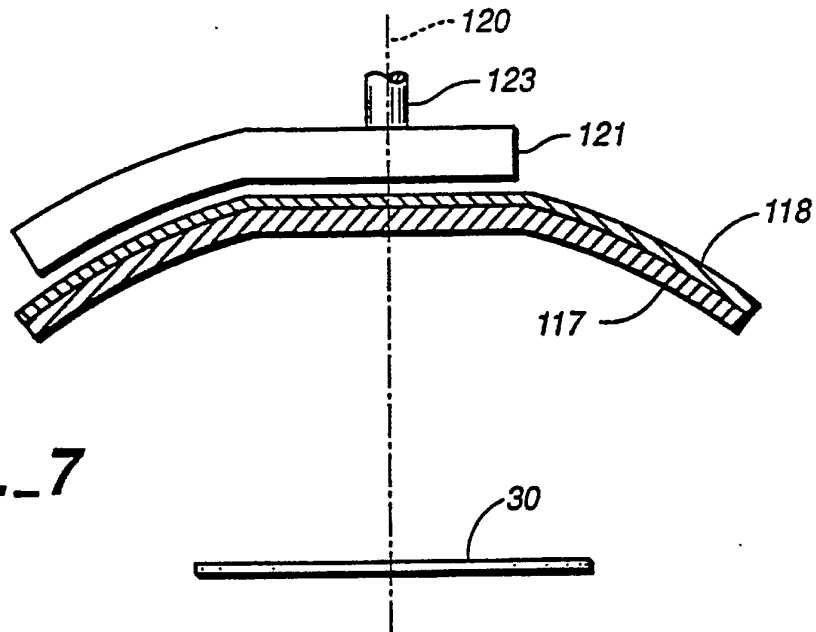


FIG._7

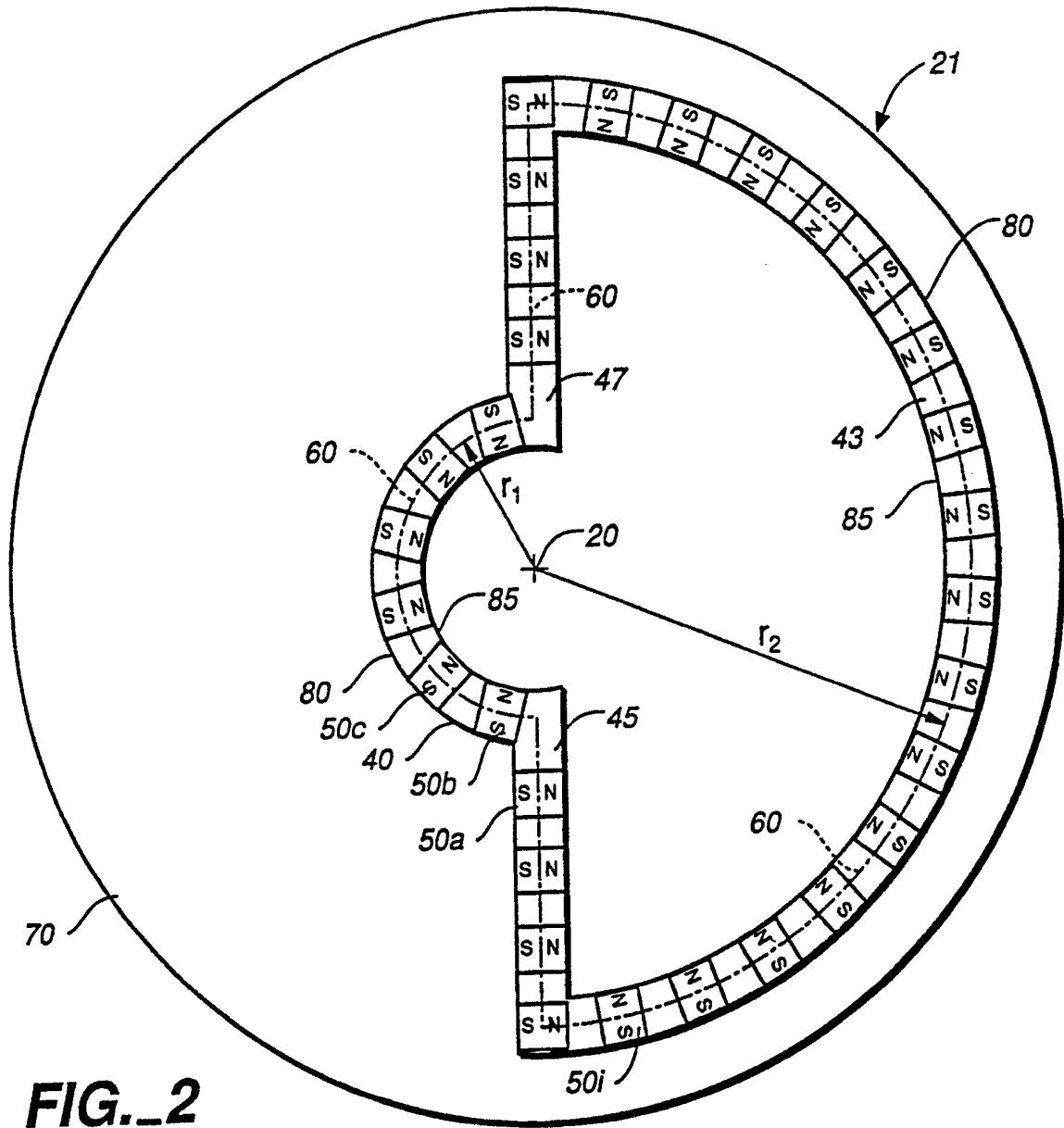


FIG. 2

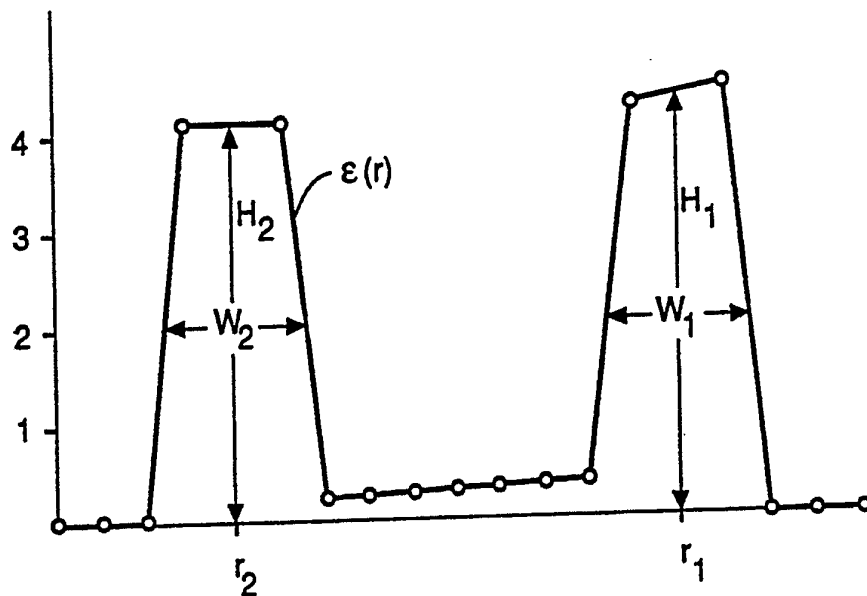


FIG. 3

RADIALER ABSTAND

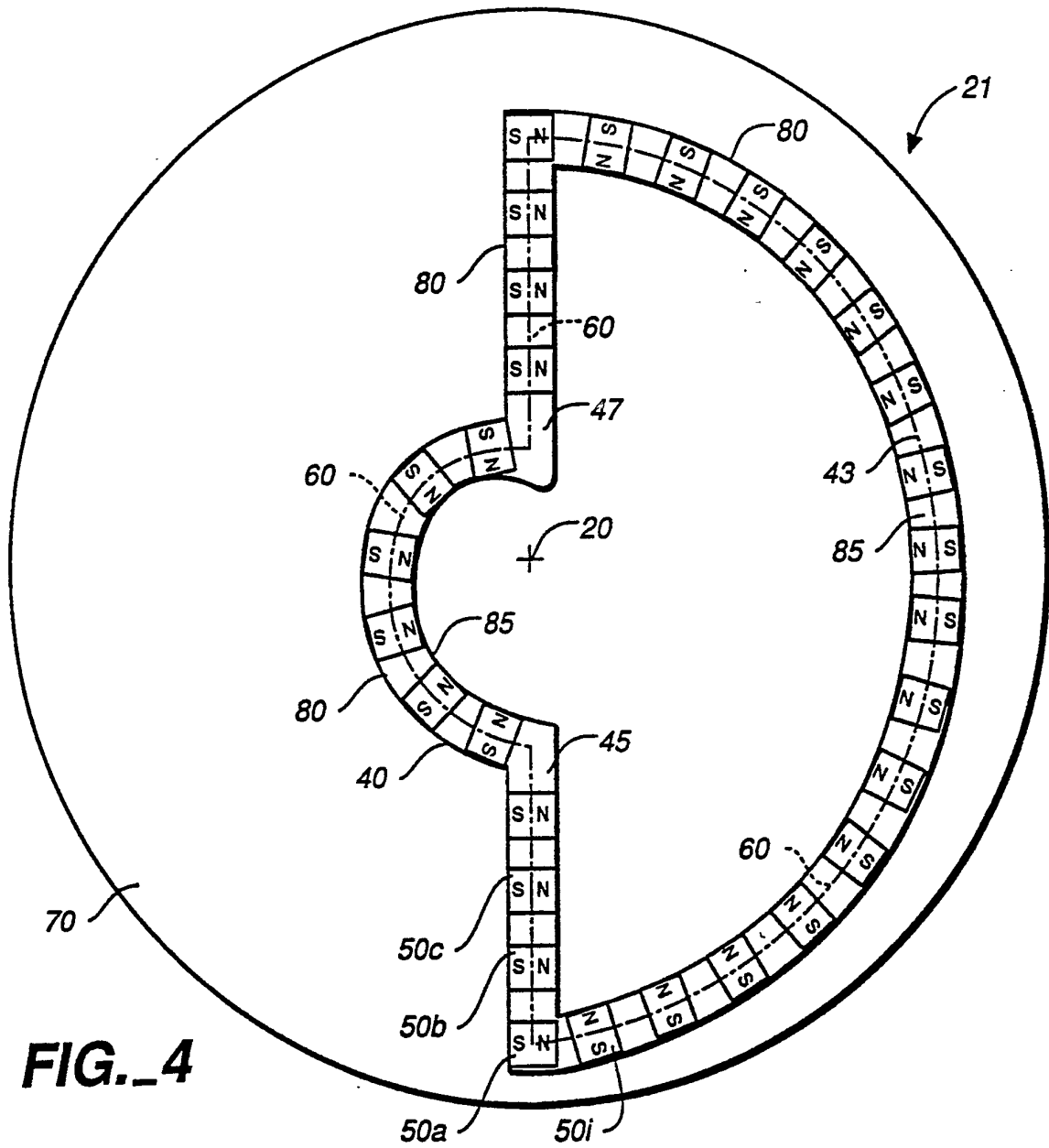


FIG. 4

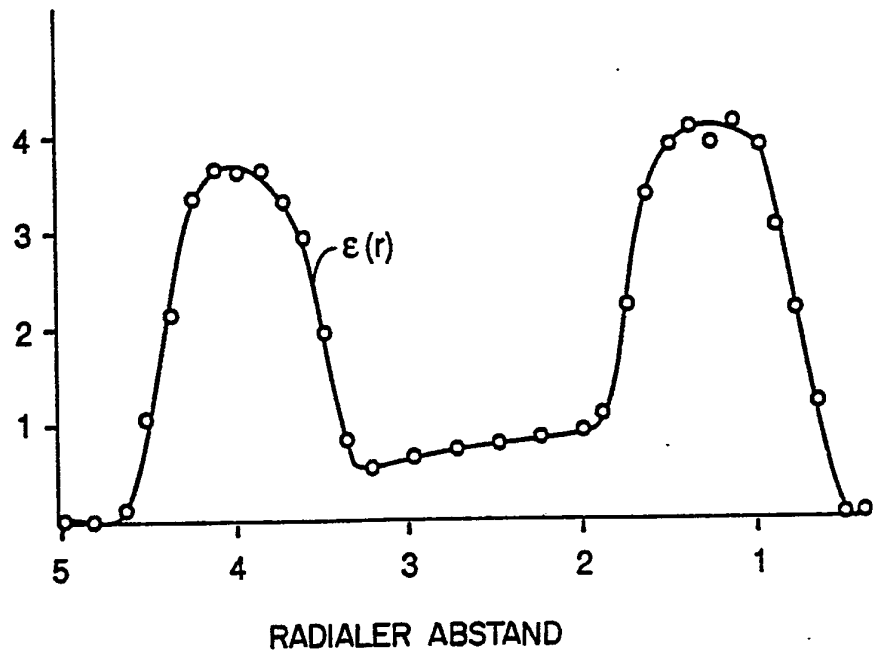


FIG. 5

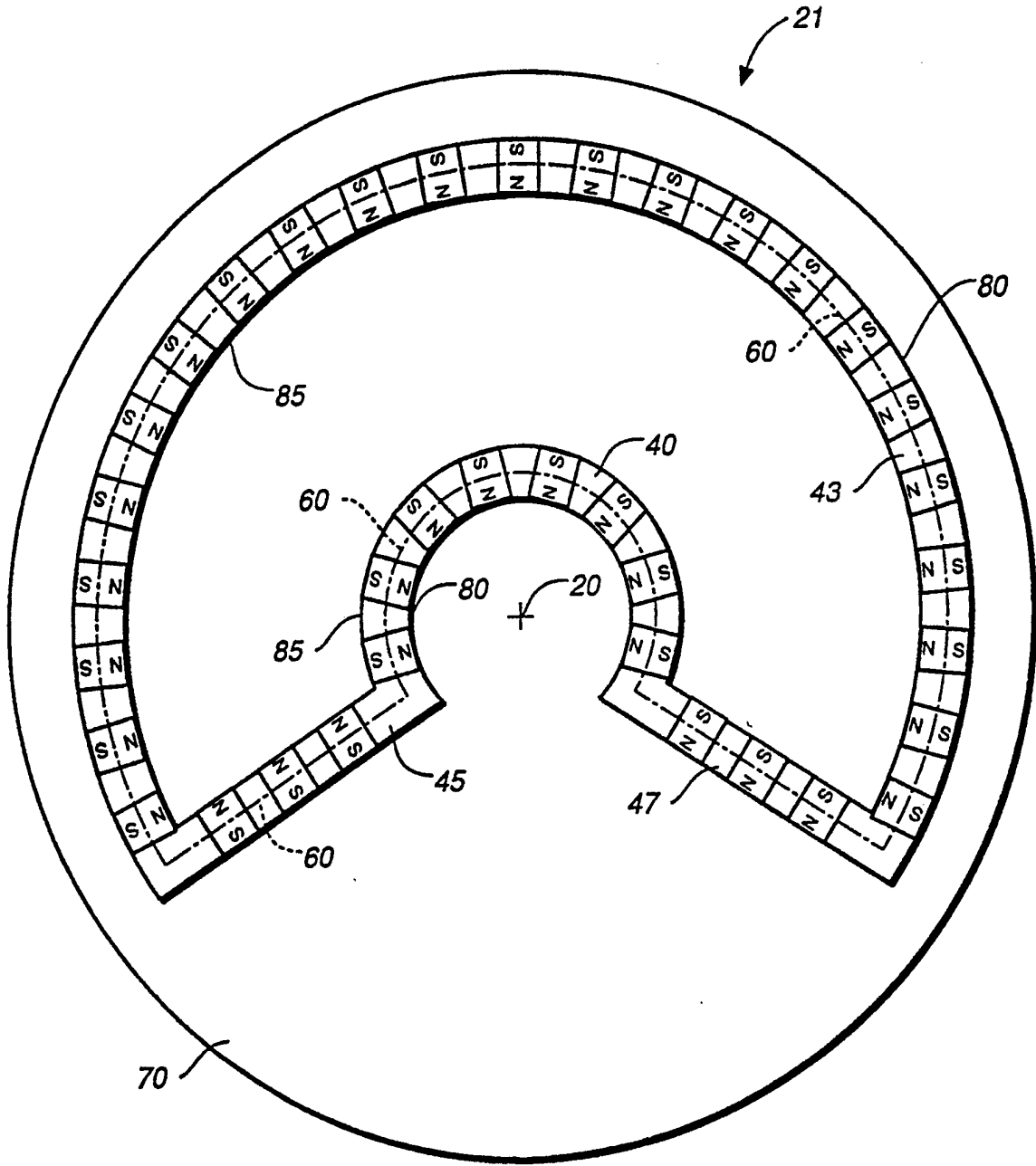


FIG. 6