



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 20 746 T2 2006.03.16

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 296 800 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 20 746.3

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US00/18399

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 947 036.0

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 01/096062

(86) PCT-Anmeldetag: 03.07.2000

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 20.12.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 02.04.2003

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 08.06.2005

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 16.03.2006

(51) Int Cl.⁸: **B24B 37/04 (2006.01)**

B24B 49/12 (2006.01)

B24B 49/04 (2006.01)

B24D 7/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

590470 09.06.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:

Strasbaugh, San Luis Obispo, Calif., US

(72) Erfinder:

WOLF, H., Stephan, Los Osos, US

(74) Vertreter:

Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

(54) Bezeichnung: POLIERKISSEN MIT INTEGRIERTEM OPTISCHEN SENSOR

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 eingelebt, 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**Technikgebiet**

[0001] Die Erfindung betrifft eine Polierscheibe zur Verwendung beim Ausführen einer Polieroperation auf einer Fläche eines Werkstücks sowie die Polierscheibe verwendende Systeme.

[0002] Die vorliegende Erfindung ist im Allgemeinen im Gebiet der Halbleiterwaferbearbeitung, und betrifft insbesondere eine Wegwerf-Polierscheibe zur Verwendung bei einer chemischmechanischen Polieroperation, die an Halbleiterwafers durchgeführt wird.

Stand der Technik

[0003] Im US-Patent Nr. 5,893,796, erteilt am 13. April 1999, und im Continuation-Patent Nr. 6,045,439, erteilt am 4. April 2000 für Birang et al., sind eine Anzahl von Designs für ein Fenster gezeigt, das in einer Polierscheibe angeordnet ist. Der zu polierende Halbleiterwafer ist auf der Oberseite der Polierscheibe, und die Polierscheibe liegt auf einer starren Platte auf, so dass das Polieren an der unteren Fläche des Wafers stattfindet. Diese Fläche wird während des Polierprozesses mittels eines Interferometers überwacht, das unter der starren Platte angeordnet ist. Das Interferometer richtet einen Laserstrahl nach oben, wobei, damit dieser die untere Fläche des Wafers erreicht, dieser eine Öffnung in der Platte passieren und dann aufwärts durch die Polierscheibe hindurch weitergeführt werden muss. Um eine Ansammlung von Suspension über der Öffnung in der Platte zu vermeiden, ist in der Polierscheibe ein Fenster vorgesehen. Unabhängig davon, wie das Fenster geformt ist, ist ersichtlich, dass der Interferometer-Sensor immer unter der Platte und niemals in der Polierscheibe angeordnet ist.

[0004] Im US-Patent Nr. 5,949,927, erteilt am 7. September 1999 für Tang, sind eine Anzahl von Techniken beschrieben zum Überwachen von Polierflächen während des Polierprozesses. Bei einer Ausführungsform bezieht sich Tang auf ein Glasfaserkabel, das eingebettet ist in eine Polierscheibe. Dieses Kabel ist lediglich ein Leiter für Licht. Die Lichtquelle und der Detektor, die das Erfassen durchführen, sind außerhalb der Scheibe angeordnet. Nirgends schlägt Tang vor, eine Lichtquelle und einen Detektor innerhalb der Polierscheibe aufzunehmen. Bei einigen von Tang's Ausführungsformen sind faseroptische Entkoppler verwendet zur Übertragung des Lichts in den Glasfasern von einer rotierenden Komponente zu einer stationären Komponente. Bei anderen Ausführungsformen wird das optische Signal in einer rotierenden Komponente ermittelt, und das resultierende elektrische Signal wird mittels elektrischer Schleifringe an eine stationäre Komponente übertragen. Es gibt in dem Tang-Patent keinen Vorschlag zur Über-

tragung des elektrischen Signals an eine stationäre Komponente mittels Funkwellen, Schallwellen, eines modulierten Lichtstrahls oder mittels magnetischer Induktion.

[0005] Bei einem anderen System zur optischen Endpunkterfassung, beschrieben im US-Patent Nr. 5,081,796, erteilt am 21. Januar 1992 für Schultz, ist ein Verfahren beschrieben, bei dem nach partiellem Polieren der Wafer zu einer Position bewegt wird, an welcher ein Teil des Wafers über den Plattenrand übersteht. Die Abnutzung an diesem überstehenden Teil wird durch Interferometrie gemessen, um zu bestimmen, ob der Polierprozess fortgeführt werden sollte.

[0006] Obwohl verschiedene Techniken bekannt sind zur Überwachung einer Polierfläche während des Polierprozesses, ist im Fazit keine von diesen Techniken völlig zufriedenstellend. Die bei Tang beschriebenen Glasfaserbündel sind teuer und möglicherweise zerbrechlich, und die Verwendung eines Interferometers, das unterhalb der Platte angeordnet ist, wie von Birang et al. benutzt, erfordert die Herstellung einer Öffnung durch die Platte hindurch, welche die Polierscheibe stützt. Dementsprechend beabsichtigt der Erfinder, ein Erkennungssystem zu schaffen, das ökonomisch und robust sein würde, und das die neusten Weiterentwicklungen in der Miniaturisierung bestimmter Komponenten ausnutzt.

[0007] Gurtej, Verfahren und Einrichtung zur Endpunktbestimmung beim mechanischen und chemisch-mechanischen Polieren von Substraten, US-Patent 6,007,408 (28. Dezember 1999) offenbart einen Temperatursensor, der in eine Polierscheibe eingebettet ist. Die Temperatursensoren erfassen die Temperatur der Scheibe, die Temperatur der Poliersuspension und die Temperatur des Wafers vorzugsweise an seiner Vorderseite. Die Sensoren können optische Infrarotsensoren sein.

[0008] Sun et al., In-Situ-Technik für die Überwachung und Steuerung eines Prozesses des chemisch-mechanischen Polierens über eine Strahlungskommunikationsverbindung, US-Patent 6,010,538 (4. Januar 2000), offenbart ein System zur Messung der Schichtdicke an der Vorderseite eines Wafers mit Interferometern, die über der Rückseite des Wafers montiert am Wafeträger befestigt sind und die telemetrische Datenübertragung verwenden.

Beschreibung der Erfindung

[0009] Es ist Ziel der Erfindung, eine Polierscheibe der eingangsgenannten Art sowie die Scheibe nutzende Systeme bereitzustellen, mittels welchen der Endpunkt des Polierprozesses korrekt bestimmt werden kann.

[0010] Dies wird erreicht durch eine Polierscheibe mit den Merkmalen im Anspruch 1 und durch die genannte Polierscheibe nutzende Systeme mit den Merkmalen in den Ansprüchen 17 bzw. 26. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein optischer Sensor, der eine Lichtquelle und einen Detektor aufweist, innerhalb eines Sacklochs in der Polierscheibe angeordnet, so dass er der Fläche gegenüber liegt, welche poliert wird. Licht von der Lichtquelle wird von der Polierfläche reflektiert, und das reflektierte Licht wird von dem Detektor erfasst, welcher ein elektrisches Signal erzeugt, das in Beziehung zur Intensität des auf den Detektor zurück reflektierten Lichts steht.

[0012] Das von dem Detektor erzeugte elektrische Signal wird mittels eines dünnen elektrischen Leiters, der zwischen den Schichten der Polierscheibe verborgen ist, von der Position des Detektors radial nach innen zu der zentralen Öffnung in der Polierscheibe geleitet.

[0013] Bevorzugt ist die Wegwerf-Polierscheibe demontierbar sowohl mechanisch als auch elektrisch mit einer Nabe verbunden, die mit der Polierscheibe rotiert. Die Nabe enthält eine elektronische Schaltung, welche zur Stromzufuhr zum optischen Sensor und zur Übertragung des vom Detektor erzeugten, elektrischen Signals zu nichtrotierenden Teilen des Systems dient. Wegen der Kosten dieser elektronischen Schaltkreise, wird die Nabe als wiederverwendbar erachtet. Nachdem die Polierscheibe durch den Gebrauch abgenutzt ist, wird sie zusammen mit dem optischen Sensor und dem dünnen elektrischen Leiter entsorgt.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann der elektrische Strom zum Betreiben der elektronischen Schaltkreise innerhalb der Nabe und zur Stromversorgung der Lichtquelle des optischen Sensors mittels verschiedener Techniken bereitgestellt sein. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Sekundärwicklung eines Transformators innerhalb der Nabe angeordnet, und ist eine Primärwicklung an einem benachbarten, nichtrotierenden Teil der Poliermaschine angeordnet. Bei einer ersten alternativen Ausführungsform ist eine Solarzelle oder eine Photovoltaikanordnung an der rotierenden Nabe montiert und wird von einer Lichtquelle, die an einem stationären Teil der Maschine angeordnet ist, beleuchtet. Bei einer anderen alternativen Ausführungsform wird der elektrische Strom von einer Batterie erlangt, die in der Nabe angeordnet ist. Bei noch einer anderen Ausführungsform verlaufen elektrische Leiter in der rotierenden Polierscheibe oder in der rotierenden Nabe durch die Magnetfelder von Permanentmagneten hindurch, die an

benachbarten, nichtrotierenden Teilen der Poliermaschine angeordnet sind, so dass ein Permanentmagnetgenerator gebildet ist.

[0015] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird mittels einer von mehreren Techniken das elektrische Signal, das eine optische Charakteristik der Polierfläche repräsentiert, von der rotierenden Nabe aus zu einem benachbarten, stationären Teil der Poliermaschine übertragen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird das zu übertragende, elektrische Signal verwendet zum Frequenzmodulieren eines Lichtstrahls, der von einem an einer angrenzenden, nichtrotierenden Struktur angeordneten Detektor empfangen wird. Bei alternativen Ausführungsformen wird das Signal durch eine Funkverbindung oder eine akustische Verbindung übertragen. Bei noch einer anderen Ausführungsform kann das Signal der Primärwicklung eines Transformatoren an der rotierenden Nabe zugeführt werden und von einer Sekundärwicklung des Transformatoren, die an einem benachbarten, nichtrotierenden Teil der Poliermaschine angeordnet ist, empfangen werden. Dieser Transformator kann derselbe Transformator sein, der zum Verbinden des elektrischen Stroms in die Nabe hinein verwendet wird oder es kann ein anderer Transformator sein.

[0016] Die neuartigen Merkmale, welche als die Erfindung charakterisierend erachtet werden, sowohl bezüglich der Einrichtung als auch bezüglich des Betriebsverfahrens, werden zusammen mit weiteren Zielen und Vorteilen davon besser durch die folgende, in Verbindung mit den zugehörigen Figuren betrachtete Beschreibung verstanden, in welchen mehrere Ausführungsformen der Erfindung beispielhaft dargestellt sind. Es ist jedoch ausdrücklich anzumerken, dass die Figuren nur für den Zweck der Darstellung und Beschreibung und nicht als eine Definition der Grenzen der Erfindung bestimmt sind.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0017] [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Explosionsdarstellung, welche die allgemeine Anordnung der Elemente einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0018] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Frontdraufsicht des optischen Sensors, der bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung verwendet ist;

[0019] [Fig. 3](#) ist eine Seitenansicht, die einen optischen Sensor bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0020] [Fig. 4](#) ist eine Darstellung, die eine mittlere Querschnittsansicht einer Nabe gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0021] [Fig. 5](#) ist eine Darstellung, die eine mittlere Querschnittsansicht einer Nabe bei einer ersten alternativen Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0022] [Fig. 6](#) ist eine Darstellung, die eine mittlere Querschnittsansicht einer Nabe bei einer zweiten alternativen Ausführungsform der Erfindung zeigt; und

[0023] [Fig. 7](#) ist eine Darstellung, die eine mittlere Querschnittsansicht einer Nabe bei einer dritten alternativen Ausführungsform der Erfindung zeigt.

Bevorzugte Ausführungsform der Erfindung

[0024] Die Wafer, bei welchen die Erfindung benutzt wird, sind Verbundstrukturen, die Schichten unterschiedlicher Materialien aufweisen. Normalerweise wird die äußerste Schicht wegpoliert, bis ihre Grenzfläche zu einer darunterliegenden Schicht erreicht wurde. An diesem Punkt wird gesagt, dass der Endpunkt der Polieroperation erreicht worden ist. Die erfindungsgemäße Polierscheibe ist anwendbar zum Erfassen von Übergängen von einer Oxidschicht zu einer Siliziumschicht, wie auch von Übergängen von einem Metall zu einem Oxid oder einem anderen Material.

[0025] Es ist eindeutig, dass ein Anhalten einer Poliermaschine zur Entnahme eines Wafers, um diesen zu prüfen, und ein nachfolgendes Wiedereinsetzen des Wafers in die Maschine und Starten der Maschine ein höchst uneffektiver Weg ist, zu bestimmen, ob der Prozess weit genug ausgeführt worden ist. Idealerweise kann mit der Erfindung ermöglicht werden, den Polierprozess fortzuführen, bis der erfindungsgemäße optische Sensor Informationen bereitgestellt hat, die eine Bestimmung ermöglicht, dass der Endpunkt erreicht worden ist.

[0026] Obwohl die Endpunkterfassung das hauptsächliche Ziel der Erfindung ist, bestehen andere Möglichkeiten zur Verwendung der Erfindung. Diese schließen ein, ein Bestimmen, wie weit weg der Endpunkt ist, ein Prüfen unterschiedlicher Bereiche auf einem Wafer und ein Abbilden der Fläche eines Wafers. Obwohl ein einzelner optischer Sensor in den folgenden Absätzen beschrieben wird, ist vorgesehen, dass für einige Anwendungen der Erfindung eine Anzahl von optischen Sensoren in einer Polierscheibe enthalten sein kann.

[0027] Die vorliegende Erfindung schließt ein ein Modifizieren einer üblichen Polierscheibe, indem in diese ein optischer Sensor und andere Komponenten eingebettet werden. Die unveränderten Polierscheiben sind überall kommerziell verfügbar, und das von der Rodel Company aus Newark, New Jersey, hergestellte Modell IC 1000 ist eine typische, unveränderte Polierscheibe. Von der Thomas West Company hergestellte Scheiben können ebenso benutzt werden.

Die Art, in welcher diese Scheiben erfindungsgemäß modifiziert und benutzt werden, wird aus der folgenden Erörterung deutlich.

[0028] In dieser Erörterung wird ersichtlich sein, dass der erfindungsgemäße Sensor eine optische Charakteristik der Fläche erfasst, die poliert wird. Normalerweise ist die optische Charakteristik der Fläche ihr Reflexionsvermögen. Jedoch können auch andere optische Charakteristika der Fläche erfasst werden, einschließlich ihrer Polarisation, ihres Absorptionsvermögens und ihrer Photolumineszenz (wenn erforderlich). Techniken zum Erfassen dieser unterschiedlichen Charakteristika sind in der Optik gut bekannt, und normalerweise erfordern diese einiges mehr als ein Hinzufügen eines Polarisators oder eines Spektralilters zu dem optischen System. Aus diesem Grund wird in der folgenden Erörterung der allgemeinere Begriff „optische Charakteristik“ verwendet.

[0029] Die Wörter „optisch“ und „Licht“, wie im Folgenden benutzt, schließen ultraviolette, sichtbare und infrarote Arten von Licht ein. Die Begriffe „Funk“ und „Akustik“ werden in ihrem üblichen breiten Sinn benutzt.

[0030] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, hat die Polierscheibe **10** eine kreisrunde Form und eine zentrale, kreisrunde Öffnung **12**. Erfindungsgemäß ist in der Polierscheibe ein Sackloch **14** ausgebildet, und das Loch **14** ist so nach oben hin offen, dass es der Fläche gegenüberliegt, die poliert wird. Erfindungsgemäß ist ein optischer Sensor **16** in dem Sackloch **14** platziert, und ein Leiterband **18**, welches sich vom optischen Sensor **16** aus zu der zentralen Öffnung **12** hin erstreckt, ist in die Polierscheibe eingebettet.

[0031] Wenn die Polierscheibe zu benutzen ist, wird eine Nabe **20** von oben in die zentrale Öffnung **12** eingesetzt und dort gesichert durch Aufschrauben einer Basis **22**, welche unter der Polierscheibe liegt, auf einen Gewindeabschnitt der Nabe **20**. Wie am besten in [Fig. 4](#) zu sehen ist, ist die Polierscheibe **10** auf diese Art eingeklemmt zwischen Abschnitten der Nabe und Abschnitten der Basis. Während des Schleifprozesses rotieren die Polierscheibe, die Nabe und die Basis zusammen um eine zentrale, vertikale Achse **24**.

[0032] Außerdem ist in [Fig. 1](#) und den [Fig. 4–Fig. 7](#) ein nichtrotierender Teil **26** der Poliermaschine ersichtlich. Dieser ist vorzugsweise an die Nabe **20** angrenzend und darüber angeordnet. Obwohl es nicht als Teil der Erfindung erachtet wird, ist der nichtrotierende Teil **26** ergänzend zur Erfindung, und sein Zweck wird weiter unten ausführlicher beschrieben.

[0033] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Frontdraufsicht, die den optischen Sensor **16** bei einer bevor-

zugten Ausführungsform detaillierter zeigt. Der optische Sensor **16** weist eine Lichtquelle **28**, einen Detektor **30**, eine reflektierende Fläche **32** und das Leiterband **18** auf. Das Leiterband **18** enthält eine Anzahl von im Wesentlichen parallelen elektrischen Leitern, die zusammenlaminiert sind für den Zweck des Zuführens von elektrischem Strom zu der Lichtquelle **28** und zum Leiten des elektrischen Ausgangssignals des Detektors **30** zu der zentralen Öffnung **12** hin. Vorzugsweise sind die Lichtquelle **28** und der Detektor **30** ein abgeglichenes Paar. Im Allgemeinen kann die Lichtquelle **28** eine lichtemittierende Diode sein, und der Detektor **30** ist eine Photodiode. Die zentrale Achse des von der Lichtquelle **28** emittierten Lichtbündels ist anfangs horizontal gerichtet, aber bei Erreichen der reflektierenden Fläche **32** wird das Licht aufwärts abgelenkt, um auf die Fläche aufzutreffen, die poliert wird, und von dieser reflektiert zu werden. Das reflektierte Licht wird von der reflektierenden Fläche **32** ferner so abgelenkt, dass das reflektierte Licht auf den Detektor **30** fällt, welcher ein elektrisches Signal in Relation zu der auf ihn fallenden Lichtintensität erzeugt. Die in [Fig. 2](#) gezeigte Anordnung wurde gewählt, um die Höhe des Sensors zu sparen.

[0034] Da kleinere Lichtquellen und Detektoren verfügbar werden, kann es möglich sein, auf die reflektierende Fläche **32** zu verzichten und stattdessen die Anordnung zu verwenden, die in [Fig. 3](#) in einer Seitenansicht gezeigt ist.

[0035] Die optischen Komponenten und das Ende des Leiterbandes **18** sind eingekapselt in der Form einer dünnen Scheibe **34**, die so bemessen ist, dass sie genau in das Sackloch **14** von [Fig. 1](#) passt. Bei den Anordnungen von [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ist anzumerken, dass Schutzschirme verwendet werden können, um die Menge von Streulicht zu reduzieren, das den Detektor erreicht.

[0036] Enthalten in dem Leiterband **18** sind wenigstens drei elektrische Leiter: ein Stromleiter **36**, ein Signalleiter **38** und ein oder mehrere Rück- oder Erdungsleiter, die nicht dargestellt sind.

[0037] Wie am besten in [Fig. 4](#) zu sehen ist, endet der Stromleiter **36** angrenzend an die zentrale Öffnung **12** der Polierscheibe **10** in einem Stromstecker **40**, und der Signalleiter **38** endet gleichermaßen in einem Signalstecker **42**. Wenn die Nabe **20** in die zentrale Öffnung **12** eingesetzt ist, stellt der Stromstecker **40** einen elektrischen Kontakt mit der Strombuchse **44** her, und stellt der Signalstecker **42** einen elektrischen Kontakt mit der Signalbuchse **46** her. Eine O-Ringdichtung **48** hindert die beim Polierprozess verwendeten Flüssigkeiten am Erreichen der Stecker und der Buchsen. Eine Dichtung **50** vom Typ für einen Gefäßdeckel ist in der Basis **22** vorgesehen, um zusätzlich zu gewährleisten, dass die elektronischen Schaltkreise innerhalb der Nabe unkontami-

niert bleiben.

[0038] Ein vom Detektor **30** erzeugtes und die optische Charakteristik betreffendes elektrisches Signal wird mittels des elektrischen Leiters **52** von der Signalbuchse **46** aus zu einem Signalverarbeitungsschaltkreis **54** übertragen, der in Reaktion auf das elektrische Signal ein verarbeitetes Signal an dem elektrischen Leiter **56** erzeugt, das die optische Charakteristik repräsentiert. Das verarbeitete Signal am elektrischen Leiter **56** wird dann einem Sender **58** zugeführt.

[0039] Bei der in [Fig. 4](#) gezeigten Ausführungsform führt der Sender **58** einen zeitveränderlichen elektrischen Strom der Primärwicklung **60** eines Transfornators zu, die ein magnetisches Wechselfeld **62** erzeugt, welches das verarbeitete Signal repräsentiert. Das magnetische Feld **62** erstreckt sich aufwärts durch die Oberseite der Nabe **20** hindurch und wird von einer Sekundärwicklung **64** des Transfornators aufgefangen, welche an einem benachbarten, nicht-rotierenden Teil **26** der Poliermaschine oder an einem anderen nichtrotierenden Gegenstand angeordnet ist. Das magnetische Wechselfeld **62** induziert einen Strom in der Sekundärwicklung **64**, der einem Empfänger **66** zugeführt wird, der an dem Anschluss **68** ein Signal erzeugt, das repräsentativ ist für die optische Charakteristik. Dieses Signal ist dann verfügbar zur Verwendung durch eine externe Schaltung für solche Zecke, wie ein Überwachen des Fortschritts der Polieroperation und/oder ein Bestimmen, ob der Endpunkt des Polierprozesses erreicht worden ist.

[0040] Eine ähnliche induktive Technik kann verwendet werden zum Übertragen von elektrischem Strom von dem benachbarten nichtrotierenden Teil **26** der Poliermaschine aus zu der rotierenden Nabe **20** hin. Eine Hauptenergiequelle **70** an dem nichtrotierenden Teil **26** führt einen elektrischen Strom der Primärwicklung **72** eines Transfornators zu, die ein Magnetfeld **74** erzeugt, das sich nach unten durch die Oberseite der Nabe **20** hindurch erstreckt und aufgefangen wird von einer Sekundärwicklung **76**, in welcher das magnetische Wechselfeld einen elektrischen Strom induziert, der einer Leistungsempfänger-Schaltung **78** zugeführt wird. Der Leistungsempfänger **78** führt über den elektrischen Leiter **80** der Strombuchse **44** elektrischen Strom zu, von welcher aus dieser über den Stromstecker **40** und den Stromleiter **36** zu der Lichtquelle **28** geleitet wird. Der Leistungsempfänger **78** liefert ferner über den elektrischen Leiter **82** elektrischen Strom zu dem Signalverarbeitungsschaltkreis **54** und über den elektrischen Leiter **84** zu dem Sender **58**. Zurzeit ist die Magnetinduktionstechnik die beste Art und die bevorzugte Ausführungsform für das Übertragen von Strom in die rotierende Nabe **20** hinein. Bei einer Ausführungsform ist die Wicklung **60** gleichfalls die Wicklung **76**, und die Wicklung **64** ist gleichfalls die Wicklung **72**.

Die überlagerten Strom- und Signalkomponenten sind bei dieser Ausführungsform in unterschiedlichen Frequenzbereichen und werden durch Filterung getrennt.

[0041] Die [Fig. 5–Fig. 7](#) zeigen alternative Ausführungsformen, bei denen andere Techniken verwendet sind, um Signale von der rotierenden Nabe **20** aus zu einem nichtrotierenden Teil **26** der Poliermaschine zu übertragen und um elektrischen Strom von dem nichtrotierenden Teil **26** aus in die rotierende Nabe **20** hinein zu übertragen.

[0042] Bei der in [Fig. 5](#) gezeigten Ausführungsform weist der Sender **58** ferner einen Modulator **86** auf, welcher einer lichtemittierenden Diode oder Laserdiode **88** einen frequenzmodulierten Strom zuführt, der für das verarbeitete Signal repräsentativ ist, das die optische Charakteristik repräsentiert. Die lichtemittierende Diode **88** emittiert Lichtwellen **90**, die mittels einer Linse **92** auf einen Photodiodendetektor **94** fokussiert werden. Der Detektor **94** konvertiert die Lichtwellen **90** in ein elektrisches Signal, das in dem Empfänger **96** demoduliert wird, um am Anschluss **68** ein elektrisches Signal zu erzeugen, das repräsentativ für die optische Charakteristik ist. Zurzeit ist dies die beste Art und bevorzugte Technik zum Übertragen des elektrischen Signals von der rotierenden Nabe **20** aus zu dem nichtrotierenden Teil **26** der Poliermaschine hin.

[0043] Ferner ist bei der Ausführungsform von [Fig. 5](#) die primäre Quelle des elektrischen Stroms eine Batterie **98**, die einen Stromverteilungsschaltkreis **100** mit Strom versorgt, der seinerseits elektrischen Strom zu der Strombuchse **44**, zum Signalverarbeitungsschaltkreis **54** und zum Senderschaltkreis **58** hin verteilt.

[0044] Bei der Ausführungsform von [Fig. 6](#) ist der Sender **58** ein Funksender, der eine Antenne **102** aufweist, die Funkwellen **104** durch die Oberseite der Nabe **20** hindurch überträgt. Die Funkwellen **104** werden aufgefangen von der Antenne **106** und von dem Empfänger **103** demoduliert, um ein elektrisches Signal am Anschluss **68** zu erzeugen, das für die optische Charakteristik repräsentativ ist.

[0045] Ferner wird bei der Ausführungsform von [Fig. 6](#) elektrischer Strom mittels eines Permanentmagnetgenerators erzeugt, der aus einem Permanentmagneten **110**, der in dem nichtrotierenden Teil **26** angeordnet ist, und einem Induktor **112** besteht, in welchem das Magnetfeld des Permanentmagneten **110** einen Strom induziert, wenn sich der Induktor **112** an dem Permanentmagneten **110** vorbeidreht. Der induzierte Strom wird mittels des Leistungsschaltkreises **114** gleichgerichtet und gefiltert und dann mittels eines Leistungsverteilungs-Schaltkreises **116** verteilt.

[0046] Bei der Ausführungsform von [Fig. 7](#) weist der Sender **58** ferner einen Leistungsverstärker **118** auf, der einen Lautsprecher **120** betreibt, der Schallwellen **122** erzeugt. Die Schallwellen **122** werden von einem Mikrofon **124** aufgenommen, das in dem nichtrotierenden Teil **26** der Poliermaschine angeordnet ist. Das Mikrofon **124** erzeugt ein elektrisches Signal, das dem Empfänger **126** zugeführt wird, welcher seinerseits am Anschluss **68** ein elektrisches Signal erzeugt, das repräsentativ für die optische Charakteristik ist.

[0047] Ferner wird bei der Ausführungsform von [Fig. 7](#) der elektrische Strom in der rotierenden Nabe **20** mittels einer Solarzelle oder eines Solarpaneels **128** in Reaktion auf Licht erzeugt, das dem Solarpanel **128** von einer Lichtquelle **132** zugeführt wird, die im nichtrotierenden Teil **26** angeordnet ist. Die elektrische Ausgabe des Solarpaneels **128** wird, wenn notwendig, mittels des Konverters **134** zu einer geeigneten Spannung konvertiert und dem Leistungsverteilungs-Schaltkreis **116** zugeführt.

[0048] Auf diese Art wurde eine Polierscheibe zur Verwendung bei einer chemisch-mechanischen Polieroperation beschrieben, die einen optischen Sensor enthält zum Überwachen des Zustands der Fläche, die poliert wird, während der Polieroperation. Die Polierscheibe ist einschließlich des optischen Systems wegwerfbar und wird mit einer wiederverwendbaren Nabe verwendet, die Schaltungen enthält zum Empfangen des von dem optischen Sensor erzeugten Signals, zum Verarbeiten des Signals und zum Übertragen des Signals zu einer nichtrotierenden Stelle. Die Nabe enthält ferner Schaltungen zum Zuführen von Strom zum optischen Sensor sowie zu den anderen elektronischen Schaltkreisen, die in der Nabe angeordnet sind. Bei den oben beschriebenen, verschiedenen Ausführungsformen ist ersichtlich, dass das Signal von der rotierenden Nabe aus zu der nichtrotierenden Stelle übertragen werden kann durch Funkwellen, Schallwellen, Lichtwellen oder durch magnetische Induktion. Ferner kann bei den verschiedenen Ausführungsformen Strom zugeführt werden durch Aufnehmen einer Batterie in der Nabe oder durch Kopplung von elektrischem Strom in die Nabe hinein mittels eines Solarpaneels, das aktiviert wird von von außen zugeführtem Licht, oder mittels eines Permanentmagnetgenerators, bei welchem ein stationärer Permanentmagnet eine Spannung in einem Induktor induziert, der an der rotierenden Nabe montiert ist.

Industrielle Anwendbarkeit

[0049] Der in die Polierscheibe eingebaute, optische Sensor erlaubt es, den Fortschritt der Polieroperation kontinuierlich zu überwachen, um zu ermöglichen, dass der Prozess beendet wird, wenn ein gewünschter Endpunkt erreicht worden ist, und um zu

vermeiden, den Prozess zu früh oder zu spät zu beenden. Die Vermeidung dieser unerwünschten Möglichkeiten erlaubt, dass der Polierprozess effizient abgeschlossen wird. Die Erfindung ist anwendbar zum Polieren oder zum Schleifen von jedem Werkstück, das Schichten enthält, die unterschiedliche optische Charakteristika haben.

Patentansprüche

1. Polierscheibe (10) zum Verwenden für das Ausführen einer Polieroperation auf einer Fläche eines Werkstücks, mit optischen Mitteln (16) innerhalb der Polierscheibe (10) zum Abtasten einer optischen Charakteristik der Fläche während der Polieroperation, wobei die optischen Mittel (16) Detektionsmittel (30) zum Empfangen vom Licht aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die optischen Mittel (16) zusätzlich eine Lichtquelle (28) zum Generieren von Licht aufweisen, um die Fläche des Werkstücks zu beleuchten, sodass die Detektionsmittel (30) Licht empfangen, das von der Fläche des Werkstücks reflektiert wird, und zum Erzeugen eines elektrischen Signals, das repräsentativ für die Intensität des reflektierten Lichts ist.

2. Polierscheibe (10) nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle (28) eine lichtemittierende Diode ist.

3. Polierscheibe (10) nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle (28) ein Festkörper-Laser ist.

4. Polierscheibe (10) nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle (28) so ausgerichtet ist, dass sie die Fläche des Werkstücks beleuchtet.

5. Polierscheibe (10) nach Anspruch 1, wobei die optischen Mittel (16) ferner eine reflektierende Fläche (32) aufweisen, die so ausgerichtet ist, dass sie das Licht, das von der Lichtquelle (28) generiert wird, auf die Fläche des Werkstücks reflektiert.

6. Polierscheibe (10) nach Anspruch 1, ferner aufweisend:
eine zentrale Öffnung (12); und Signalleitungsmittel (38) innerhalb der Polierscheibe (10) zum Leiten des elektrischen Signals von den optischen Mitteln (16) aus zu der zentralen Öffnung (12) hin.

7. Polierscheibe (10) nach Anspruch 6, wobei die Signalleitungsmittel (18) ferner eine längliche flexible Leiterplatte aufweisen.

8. Polierscheibe (10) nach Anspruch 6, ferner aufweisend:
eine entfernbare Nabe (20), die in der zentralen Öffnung (12) angeordnet ist und die aufweist:
elektrische Signalanschlussmittel (42), die mechanisch angepasst sind zum lösablen Aufnehmen der Signalleitungsmittel (38), um dem elektrischen Signal

den Eintritt in die Nabe (20) zu ermöglichen; an den elektrischen Signalanschlussmitteln (42) angeschlossene Signalverarbeitungsmittel (54) zum Empfangen des elektrischen Signals und zum Erzeugen eines verarbeiteten Signals, das die optische Charakteristik repräsentiert, in Antwort auf das elektrische Signal; und

Sendemittel (58), die an den Signalverarbeitungsmitteln angeschlossen sind, zum Senden des verarbeiteten Signals.

9. Polierscheibe (10) nach Anspruch 8, wobei die Sendemittel ferner Mittel (68, 102) zum Emittieren von Radiowellen aufweisen, die für das verarbeitete Signal repräsentativ sind.

10. Polierscheibe (10) nach Anspruch 8, wobei die Sendemittel ferner Mittel (118, 120) zum Emittieren von Schallwellen aufweisen, die das verarbeitete Signal repräsentieren.

11. Polierscheibe (10) nach Anspruch 8, wobei die Sendemittel ferner Mittel (86, 88) zum Emittieren von Lichtwellen aufweisen, die das verarbeitete Signal repräsentieren.

12. Polierscheibe (10) nach Anspruch 8, wobei die Sendemittel ferner Mittel (62) zum Erzeugen eines magnetischen Wechselfeldes aufweisen, das das verarbeitete Signal repräsentiert.

13. Polierscheibe (10) nach Anspruch 1, ferner aufweisend: eine zentrale Öffnung (12); einen Energieleiter (18), der sich von der zentralen Öffnung (12) zu den optischen Mitteln (16) erstreckt, zum Liefern von elektrischer Energie an die optischen Mittel (16); und eine entfernbare Nabe (20), die in der zentralen Öffnung (12) der Polierscheibe (10) angeordnet ist, wobei die entfernbare Nabe (20) aufweist:
Energieempfangsmittel (76, 78) zum Erzeugen von elektrischer Energie in Antwort auf extern angelegte Energie; und
Elektroenergie-Anschlussmittel (44), die mechanisch angepasst sind zum lösablen Aufnehmen des Energieleiters (18), um dem Energieleiter (18) die mittels der Energieempfangsmittel erzeugte elektrische Energie zuzuführen.

14. Polierscheibe (10) nach Anspruch 13, wobei die Energieempfangsmittel eine Solarzelle (128) aufweisen, die elektrische Energie in Antwort auf extern zugeführtes Licht erzeugt.

15. Polierscheibe (10) nach Anspruch 13, wobei die Energieempfangsmittel (78) einen Induktor (112) aufweisen, der elektrische Energie in Antwort auf Veränderungen eines angelegten magnetischen Felds erzeugt, das durch den Induktor (112) hindurch verläuft.

16. Polierscheibe (10) nach Anspruch 1, ferner aufweisend: eine zentrale Öffnung (12); einen Energieleiter (18), der sich von der zentralen Öffnung (12) der Polierscheibe (10) zu den optischen Mitteln (16) erstreckt, zum Liefern von elektrischer Energie an die optischen Mittel (16); eine entfernbare Nabe (20), die in der zentralen Öffnung (12) der Polierscheibe (10) angeordnet ist und die aufweist: eine Batterie zum Erzeugen von elektrischer Energie; und Elektroenergie-Anschlussmittel, die mechanisch angepasst sind zum entfernbaren Aufnehmen des Energieleiters (18), um dem Energieleiter (18) die mittels der Batterie erzeugte elektrische Energie zuzuführen.

17. System zum Polieren von Wafern und zum Bestimmen des Endpunkts von bestimmten Polievorgängen, aufweisend: eine Polierscheibe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, die so an einer Platte befestigt ist, dass sie damit drehbar ist; ein induktives Kopplungssystem, das mit den optischen Mitteln (16) wirkverbunden ist, um während der Drehung induktiv Signale von der Scheibe an einen ortsfesten Empfänger zu übertragen, wobei das induktive Kopplungssystem eine erste Transformatorwicklung (60), die so an der Scheibe (10) befestigt ist, dass sie mit der Scheibe rotiert, und eine zweite Transformatorwicklung (64) innerhalb des ortsfesten Empfängers sowie ein Mittel (54) aufweist, um das elektrische Ausgabesignal von dem optischen Sensor (16) zu der ersten Transformatorwicklung (60) zu übertragen.

18. System nach Anspruch 17, wobei das induktive Kopplungssystem ferner Mittel zum Umwandeln der Ausgabe der optischen Mittel (16) in eine zeitvariierende elektrische Eingabe an die erste Transformatorwicklung aufweist.

19. System nach Anspruch 17, wobei die optischen Mittel (16) gegen das Zentrum in der Polierscheibe (10) versetzt angeordnet sind, und wobei die erste Transformatorwicklung (60) in der Nähe des Zentrums der Scheibe (10) befestigt ist und der ortsfeste Empfänger (26) derart in Bezug auf die erste Transformatorwicklung angeordnet ist, dass die zweite Transformatorwicklung (64) in betriebsfähiger Nähe zur ersten Transformatorwicklung (60) gehalten ist.

20. System nach Anspruch 18, ferner aufweisend: eine Nabe (20), die im Zentrum der Polierscheibe (10) angeordnet ist, wobei die Nabe (20) die erste Transformatorwicklung (60) aufnimmt, wobei der ortsfeste Empfänger (26) über der Nabe (20) aufgehängt ist, sodass die zweite Transformatorwicklung

(64) in betriebsfähiger Nähe zur ersten Transformatorwicklung (60) gehalten ist.

21. Polierscheibe (10) nach Anspruch 1, ferner aufweisend: Mittel (54) zum Verarbeiten des elektrischen Signals, das dem reflektierten Licht entspricht, und zum Erzeugen eines zeitvariierenden elektrischen Signals, das dem reflektierten Licht entspricht; einen Sender (58) zum Erzeugen eines zeitvariierenden elektrischen Signals, das dem verarbeiteten Signal entspricht; und eine erste Transformatorwicklung (60), die angepasst ist, um das zeitveränderliche elektrische Ausgabesignal des Senders zu empfangen.

22. Polierscheibe (10) nach Anspruch 21, wobei: der Detektor (30) eine Photodiode aufweist, die zu der Menge des detektierten, reflektierten Lichts proportionalen Strom erzeugt, und wobei das Mittel zum Verarbeiten des elektrischen Signals und zum Erzeugen eines zeitvariierenden elektrischen Signals einen Signalprozessor (54), der angepasst ist, um ein verarbeitetes elektrisches Signal zu erzeugen, das dem Ausgabestrom von der Photodiode entspricht, und einen Sender aufweist, der angepasst ist, um einen zeitvariierenden Strom zu erzeugen, der dem verarbeiteten Signal entspricht.

23. Polierscheibe (10) nach Anspruch 21, wobei die erste Transformatorwicklung (60) nahe am Zentrum der Scheibe (10) angeordnet und so an der Scheibe befestigt ist, dass sie sich mit der Scheibe dreht, wenn sich die Scheibe dreht.

24. Polierscheibe (10) nach einem der Ansprüche 21 bis 23, wobei das Mittel zum Verarbeiten des elektrischen Signals, das dem reflektierten Licht entspricht, und zum Erzeugen des zeitvariierenden elektrischen Signals, und die erste Transformatorwicklung (60) innerhalb einer Nabe (20) angeordnet sind, die im Zentrum der Polierscheibe (10) befestigt ist.

25. Polierscheibe (10) nach Anspruch 21 oder 22, ferner aufweisend eine zweite Energietransformatorwicklung (76), die an der Polierscheibe (10) befestigt ist, und Mittel zum Bereitstellen von Energie für die Lichtquelle (28) von der Ausgabe der zweiten Energietransformatorwicklung (76).

26. System zum Polieren von Wafern und zum Bestimmen des Endpunkts von bestimmten Polievorgängen, aufweisend: eine Polierscheibe (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, die so an einer Platte befestigt ist, dass sie damit drehbar ist; und ein optisches Kopplungssystem, das mit den optischen Mitteln (16) wirkverbunden ist, um während der Drehung optisch Signale von der Scheibe an einen ortsfesten Empfänger (26) zu übertragen, wobei das optische Kopplungssystem eine

LED (88), die an der Scheibe (10) befestigt ist, so dass sie mit der Scheibe rotiert, und einen Detektor (94), der das Ausgabelichtsignal von der LED (88) in ein elektrisches Signal umwandelt, das für die optische Charakteristik der Waferfläche repräsentativ ist, wobei der Detektor (94) innerhalb des ortsfesten Empfängers (26) angeordnet ist, und ein Mittel aufweist, um das elektrische Ausgabesignal von dem optischen Sensor (16) zu der LED zu übertragen.

27. System nach Anspruch 26, wobei das optische Kopplungssystem ferner Mittel (54) aufweist zum Umwandeln der Ausgabe der optischen Mittel (16) in eine frequenzmodulierte elektrische Eingabe an die LED (88).

28. System nach Anspruch 26, wobei die optischen Mittel (16) gegen das Zentrum in der Polierscheibe (10) versetzt angeordnet sind und die LED (88) in der Nähe des Zentrums der Scheibe befestigt ist, und wobei der ortsfeste Empfänger so in Bezug auf die LED (88) angeordnet ist, dass der Detektor (30) in betriebsfähiger Nähe zur LED (88) gehalten ist.

29. System nach Anspruch 26, ferner aufweisend:
eine Nabe (20), die im Zentrum der Polierscheibe (10) angeordnet ist, wobei die Nabe (20) die LED (88) aufnimmt, und wobei der ortsfeste Empfänger (26) so über der Nabe (20) aufgehängt ist, dass der Detektor (94) in betriebsfähiger Nähe zur LED (88) gehalten ist.

30. Polierscheibe (10) nach Anspruch 1, ferner aufweisend:
Mittel (54, 58, 86) zum Verarbeiten des elektrischen Signals, das dem reflektierten Licht entspricht, und zum Erzeugen eines frequenzmodulierten elektrischen Signals, das dem reflektierten Licht entspricht; und
eine LED (88), die angepasst ist, um das frequenzmodulierte elektrische Ausgabesignal des Senders zu empfangen und um eine entsprechende Lichtausgabe zu erzeugen.

31. Polierscheibe (10) nach Anspruch 30, wobei:
das Mittel (54) zum Verarbeiten des elektrischen Signals und zum Erzeugen eines frequenzmodulierten elektrischen Signals einen Signalprozessor, der angepasst ist, um ein verarbeitetes elektrisches Signal zu erzeugen, das zu dem Ausgabestrom an der Photodiode korrespondiert, und einen Sender aufweist, der angepasst ist, um einen frequenzmodulierten Strom zu erzeugen, der dem verarbeiteten Signal entspricht.

32. Polierscheibe (10) nach Anspruch 30 oder 31, wobei die LED (88) in der Nähe des Zentrums der Scheibe angeordnet ist und so an der Scheibe befestigt ist, dass sie sich mit der Scheibe dreht, wenn sich die Scheibe dreht.

33. Polierscheibe (10) nach einem der Ansprüche 30 bis 32, wobei das Mittel zum Verarbeiten des elektrischen Signals, das dem reflektierten Licht entspricht, und zum Erzeugen des frequenzmodulierten elektrischen Signals und die LED innerhalb einer Nabe (20) angeordnet sind, die im Zentrum der Polierscheibe (10) befestigt ist.

34. Polierscheibe (10) nach einem der Ansprüche 30 bis 33, ferner aufweisend: eine zweite Energietransformatorwicklung (76), die an der Polierscheibe (10) befestigt ist, und Mittel (78) zum Bereitstellen von Energie für das Mittel zum Führen des Lichtes von der Ausgabe der zweiten Energietransformatorwicklung (76).

35. Polierscheibe (10) nach Anspruch 1, ferner aufweisend:
Mittel (54) zum Verarbeiten des elektrischen Signals, das dem reflektierten Licht entspricht, und zum Erzeugen eines entsprechenden verarbeiteten Signals; einen Sender (58) zum Erzeugen eines frequenzmodulierten elektrischen Signals, das dem verarbeiteten Signal entspricht; und
eine LED (88), die angepasst ist, um das frequenzmodulierte elektrische Ausgabesignal des Senders (58) zu empfangen und ein zeitvariierendes optisches Signal zu erzeugen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

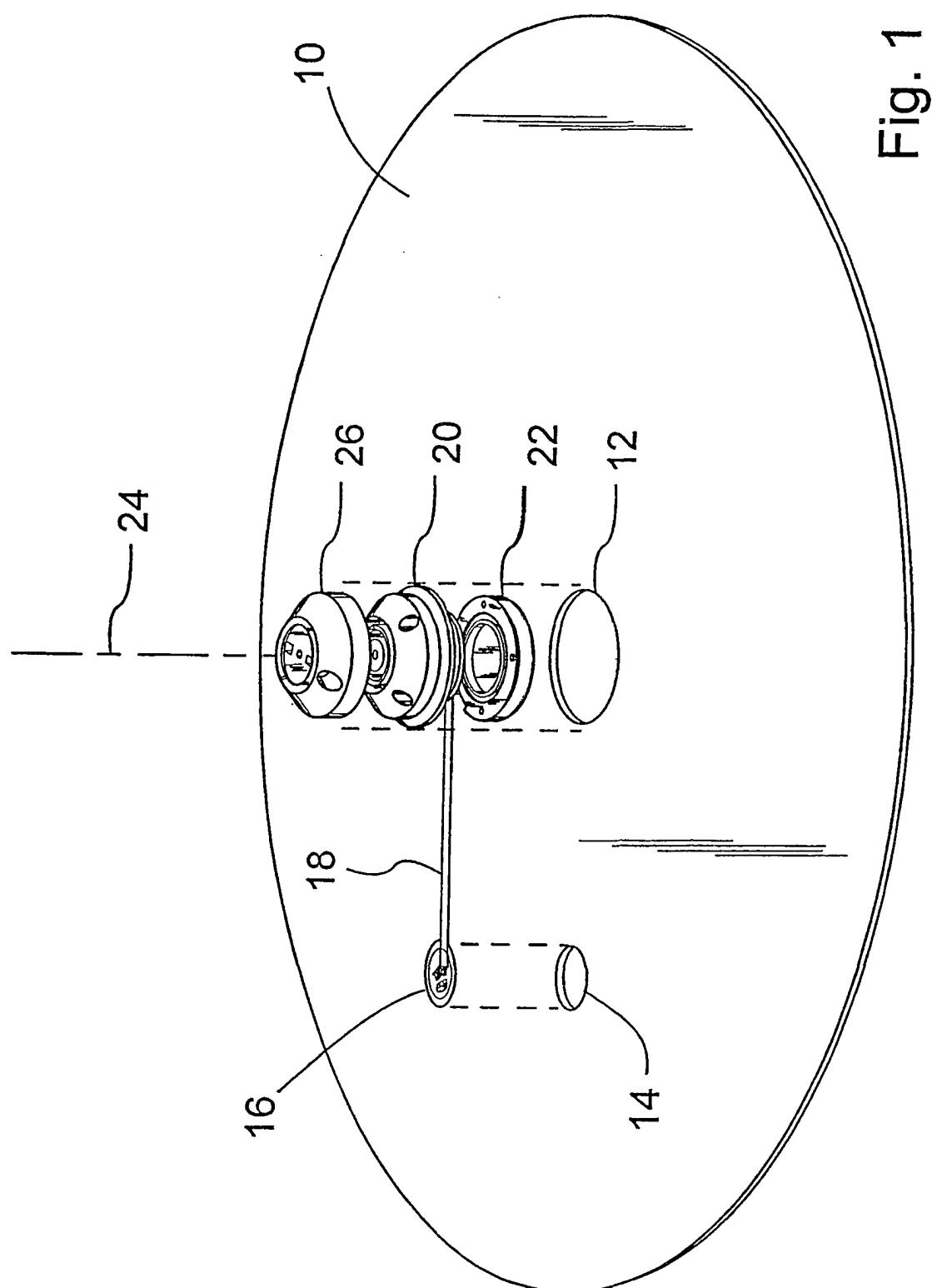


Fig. 1

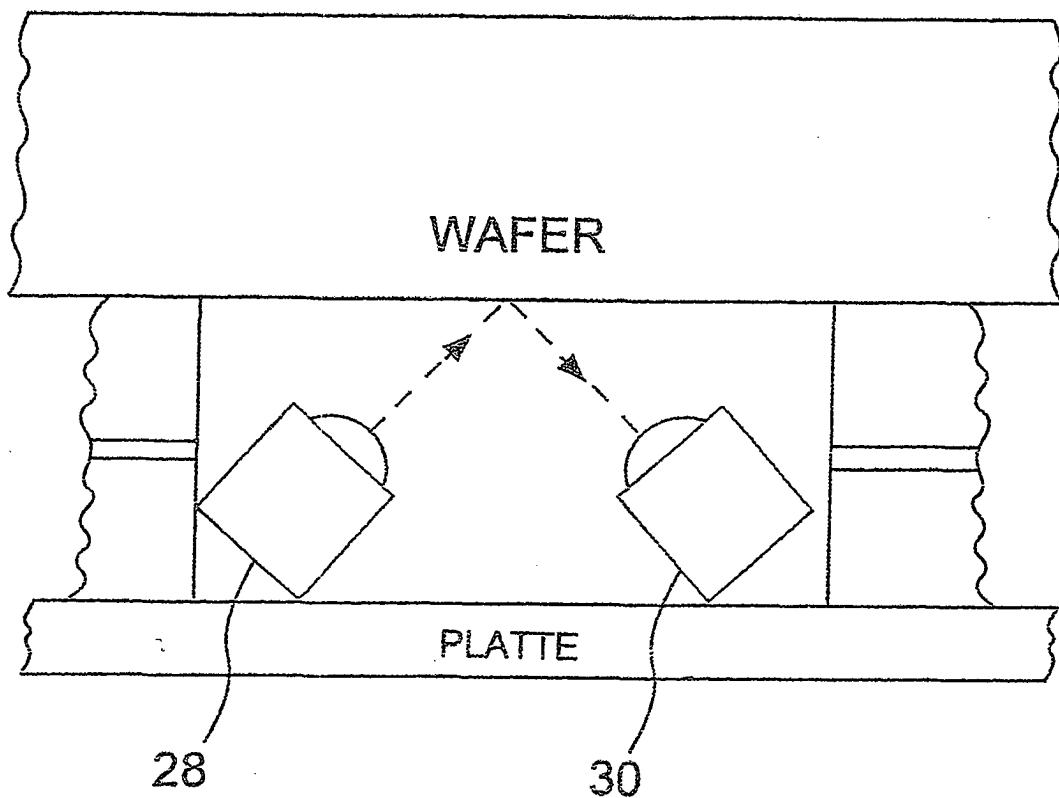


Fig. 3

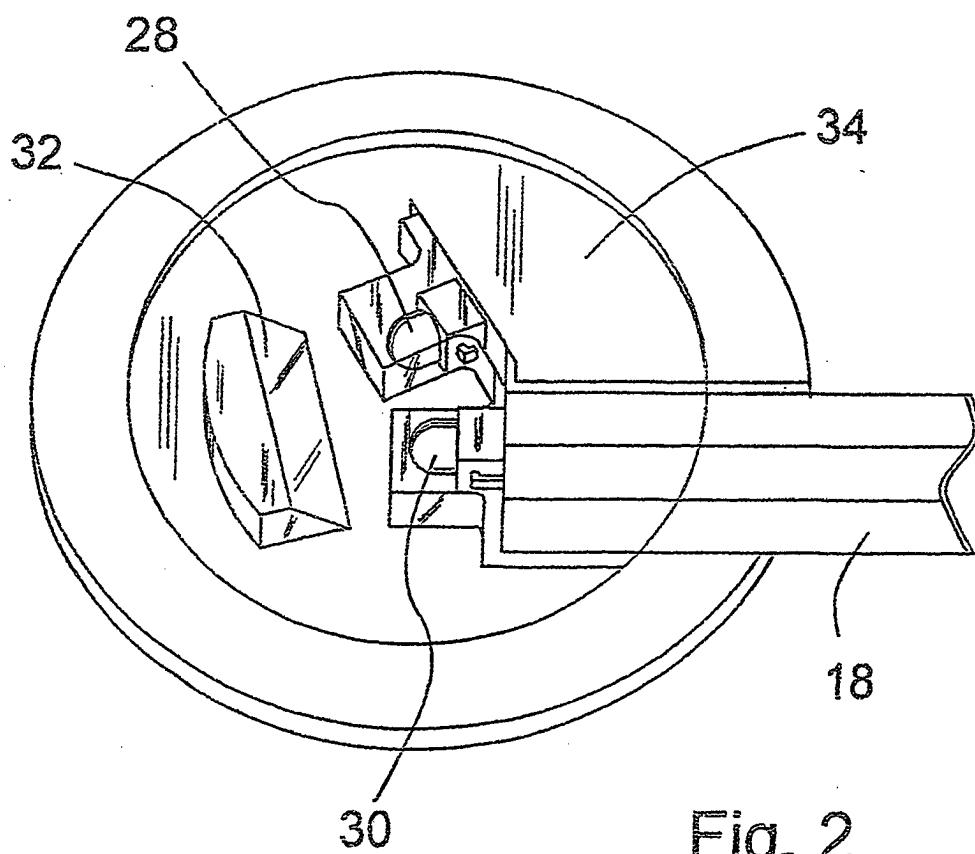


Fig. 2

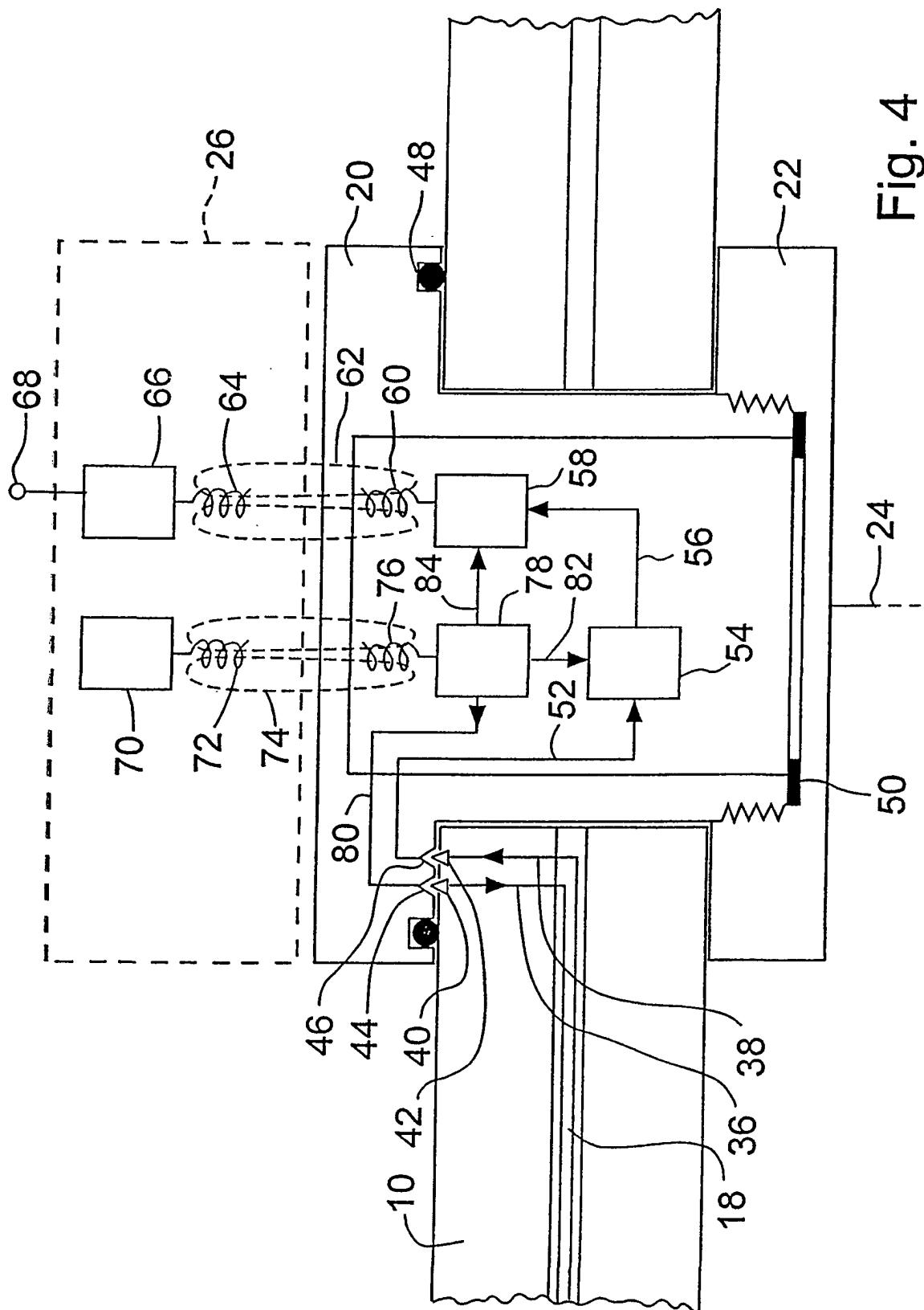


Fig. 4

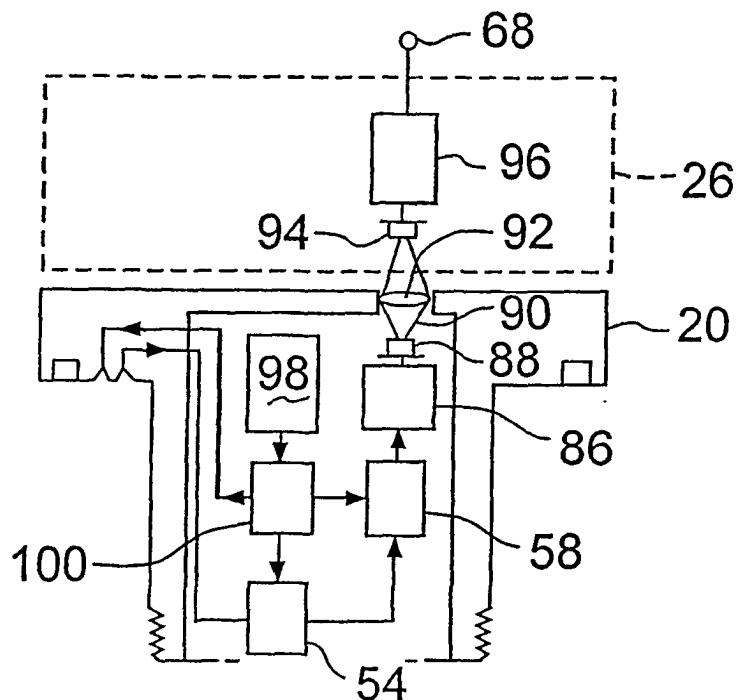


Fig. 5

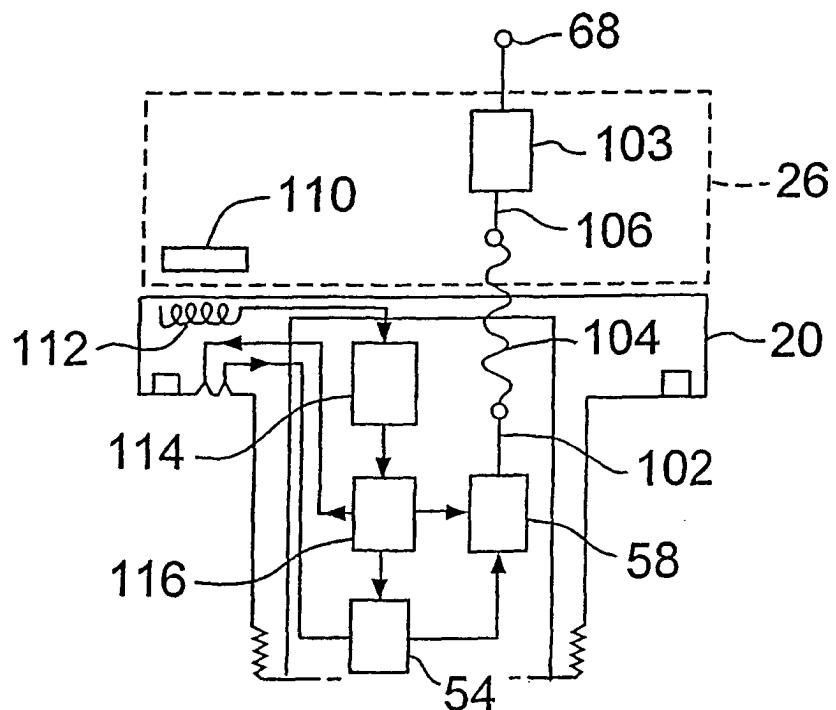


Fig. 6

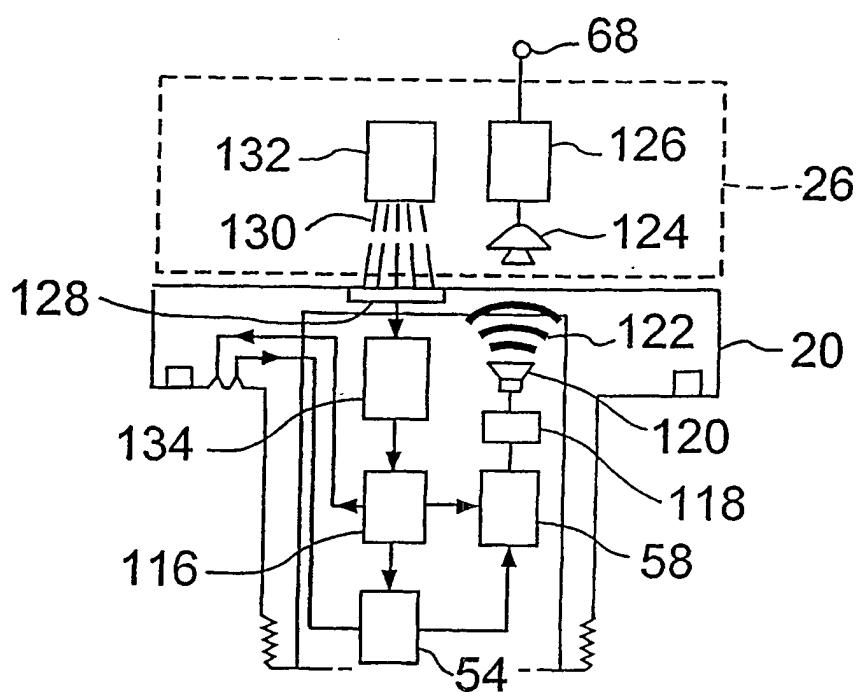


Fig. 7