

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 698 562 A2

(51) Int. Cl.: H03H 3/02 (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

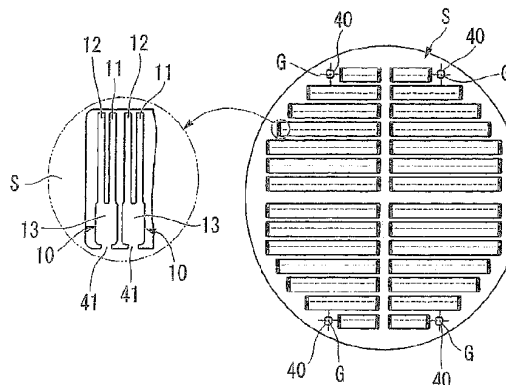
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer:	00183/09	(71) Anmelder:	Seiko Instruments Inc., 8, Nakase 1-chome, Mihama-ku Chiba-shi, Chiba (JP)
(22) Anmeldedatum:	06.02.2009	(72) Erfinder:	Mitsuo Tomiyama, Chiba-shi, Chiba (JP) Takashi Kobayashi, Chiba-shi, Chiba (JP) Kazuyoshi Sugama, Chiba-shi, Chiba (JP)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	31.08.2009	(74) Vertreter:	Bovard AG Patentanwälte, Optingenstrasse 16 3000 Bern 25 (CH)
(30) Priorität:	15.02.2008 JP 2008-035049		

(54) Verfahren zur Herstellung piezoelektrischer Schwingkörper, piezoelektrischer Schwingkörper, piezoelektrischer Schwingungserzeuger, Oszillator, elektronisches Gerät, Funkuhr sowie Wafer.

(57) Es wird ein Verfahren zur Serienherstellung von piezoelektrischen Schwingkörpern unter Verwendung eines Wafers (S) beschrieben und beansprucht. Beim Verfahren werden auf dem Wafer zwei oder mehrere Durchgangslöcher (40) angebracht. Gleichzeitig mit den Durchgangslöchern werden die Umrisse mehrerer piezoelektrischer Platten (10) hergestellt, wobei eine photolithographische Ätztechnologie angewandt wird. Auf den Mittelachsen der Durchgangslöcher (40) liegen Bezugspunkte (G). Weiterhin ist eine Haltevorrichtung für den Wafer vorgesehen, die mit Einsatzstiften ausgerüstet ist, die nach Anzahl und Lage zu den Durchgangslöchern des Wafers passen. Beim Aufspannen des Wafers (S) kommt dieser auf eine ebene Fläche der Haltevorrichtung zu liegen. Das Verfahren weist dann die Ausbildung von Elektroden an äusseren Flächen der piezoelektrischen Platten auf, wobei anschliessend diese piezoelektrischen Platten auf dem Wafer vereinzelt werden, indem bestimmte Verbindungsteile aufgetrennt werden. Die Positionierung des Wafers (S) wird ausgeführt, indem die Mittelachsen der Durchgangslöcher (40) Bezugspunkte (G) darstellen.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines piezoelektrischen Schwingungskörpers aus einem piezoelektrischen Material wie Quarz, Lithiumtantalat oder ähnlichen, auf einen piezoelektrischen Schwingungskörper, welcher nach dem Verfahren hergestellt wurde, auf einen piezoelektrischen Schwingungserzeuger, in welchen der piezoelektrische Schwingungskörper eingebaut ist, auf einen Oszillator, ein elektronisches Gerät und ausserdem auf eine Funkuhr, welche mit dem piezoelektrischen Schwingungserzeuger ausgerüstet ist.

[0002] Zudem betrifft die Erfindung einen Wafer zur Verwendung bei der Herstellung des piezoelektrischen Schwingungskörpers und eine Haltevorrichtung zum Einspannen des Wafers.

Beschreibung des Standes der Technik

[0003] In den letzten Jahren wird in Mobiltelefone, d.h. im Allgemeinen in mobile Informationsgeräte, ein piezoelektrischer Schwingungserzeuger eingebaut, bei dem ein Quarz o.a. als zeithaltendes Element, als Zeitgeber für ein Steuersignal o.a. oder für ein Bezugssignal o.a. dient. Als piezoelektrischer Schwingungserzeuger dieser Art sind verschiedene Elemente bekannt geworden, und es sind beispielsweise ein piezoelektrischer Schwingungserzeuger mit einem piezoelektrischen Schwingungskörper in Form einer Stimmgabel, ein piezoelektrischer Schwingungserzeuger mit einem piezoelektrischen Schwingungskörper zur Ausführung einer dickenveränderlichen Schwingung und ähnliche Elemente bekannt geworden.

[0004] Der piezoelektrische Schwingungskörper wird aus einem Wafer (einem Halbleiter-Wafer) ausgearbeitet, der aus einem piezoelektrischen Material besteht, beispielsweise aus Quarz, Lithiumtantalat, Lithiumniobat und dergleichen. Insbesondere wird ein Wafer auf eine vorbestimmte Dicke feingeschliffen, und danach wird eine Reihe von piezoelektrischen Schwingungskörpern mit ihren äusseren Umrissen erzeugt, und zwar durch Ätzen unter Anwendung einer photolithographischen Technologie. Sodann werden Elektroden erzeugt, indem mustermässig vorbestimmte Metallfolien auf sämtliche piezoelektrischen Schwingungskörper aufgebracht werden, deren äussere Umrisse sich auf dem Wafer befinden. Auf diese Weise kann man mehrere piezoelektrische Schwingungskörper gleichzeitig auf einem einzigen Wafer erzeugen.

[0005] Bei der Herstellung piezoelektrischer Schwingungskörper wird zunächst der äussere Umriss erzeugt. Danach wird eine Metallfolie mustergemäss aufgetragen, wie es oben beschrieben ist (siehe auch zum Stand der Technik die japanische veröffentlichte Patentanmeldung JP-A-2006-148 758). Um einen piezoelektrischen Schwingungskörper mit hoher Qualität herzustellen, ist es erforderlich, die Metallfolie äusserst passgenau auf die Aussenflächen der einzelnen piezoelektrischen Schwingungskörper aufzutragen, deren äussere Umrisse auf dem Wafer hergestellt worden sind. Es ist daher erforderlich, den Wafer bei der Maskierung und anderen Arbeitsgängen äusserst genau zu positionieren. In diesem Zusammenhang wird im Stand der Technik vorgeschlagen, bei der Bearbeitung eines Wafers dessen Positionierung am äusseren Umfang vorzunehmen.

[0006] Es bestehen jedoch noch die folgenden Probleme.

[0007] Um durch Bearbeitung eines Wafers einen piezoelektrischen Schwingungskörper herzustellen, ist es notwendig, dass bei den einzelnen Verfahrensschritten verschiedene Masken mit unterschiedlichen Mustern passgenau aufgebracht werden, und die aufgebrachten Masken müssen sehr genau bei den verschiedenen Schritten auf den Wafer aufgebracht werden. Beispielsweise ist eine Elektrode zu erzeugen, mit deren Hilfe ein piezoelektrischer Schwingungskörper in Vibration versetzt wird; zwecks Einstellung der Frequenz des piezoelektrischen Schwingungskörpers muss eine als Ballast dienende Metallfolie 28 aufgebracht werden, und schliesslich müssen die einzelnen piezoelektrischen Schwingungskörper vom Wafer abgetrennt werden, und alle diese Vorgänge benötigen exakt aufgelegte Masken.

[0008] Wenn gemäss dem Stand der Technik eine Maske auf einen Wafer aufgelegt wird, geschieht dies dadurch, dass als Bezugsgrösse die äussere Form des Wafers benutzt wird, wie oben schon erwähnt wurde. Demgemäss hängt die Qualität des zu erzeugenden piezoelektrischen Schwingungskörpers auch von der Genauigkeit der äusseren Form des Wafers ab.

[0009] Zur Herstellung mehrerer piezoelektrischer Schwingungskörper auf einem Wafer, bei der eine Serienfertigung beabsichtigt ist und zunächst die äusseren Umrisse mehrerer Schwingungskörper ausgearbeitet werden, ist es erforderlich, die nötigen Elektroden, die Ballastfolie 28 und andere Elemente ganz genau passend aufzutragen, und wenn die Form der Umrissfläche des Wafers nicht gleichmässig ist, sondern wenn mehr oder weniger grosse Abweichungen auftreten, kommt es häufig vor, dass ein Muster der Maske nicht mit dem jeweiligen beabsichtigten piezoelektrischen Schwingungskörper übereinstimmt, wenn die Maske auf dem Wafer platziert wird, auf dem die Umrisse der einzelnen piezoelektrischen Schwingungskörper schon ausgearbeitet sind.

[0010] Es ist daher unumgänglich, die Maske unter Berücksichtigung der beschriebenen Abweichungen und Ungenauigkeiten aufzusetzen, und diese jeweils erforderlichen Ausrichtungen brauchen Zeit, so dass ein effizienter Betrieb nicht gewährleistet werden kann. Auch wenn man diese Abweichungen in Betracht zieht, ist eine hochpräzise Positionierung immer noch schwierig, und bei der Serienfabrikation der piezoelektrischen Schwingungskörper leidet die Qualität.

Zusammenfassung der Erfindung

[0011] Die Erfindung bezweckt die Ausschaltung dieser Nachteile bei der Herstellung piezoelektrischer Schwingungskörper auf einem Wafer, und es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, bei der Serienfertigung von piezoelektrischen Schwingungskörpern sowohl die Effizienz als auch die Qualität dieser Schwingungskörper zu steigern, unabhängig von der äusseren Form eines Wafers und den Ungenauigkeiten, die dieser Form anhaften, und die Erfindung bezieht sich weiterhin auf einen piezoelektrischen Schwingungskörper, der nach dem erfindungsgemässen Verfahren erzeugt wurde.

[0012] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines piezoelektrischen Schwingungserzeugers, in den der piezoelektrische Schwingungskörper eingebaut ist, weiterhin die Schaffung eines Oszillators, eines elektronischen Gerätes und einer Funkuhr, die sämtlich mit dem piezoelektrischen Schwingungserzeuger ausgerüstet sind.

[0013] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist ein Wafer, der zur Serienherstellung der piezoelektrischen Schwingungskörper verwendet wird, und eine Haltevorrichtung zum Aufspannen des Wafers.

[0014] Die Erfindung schafft die folgenden Mittel zur Lösung der gestellten Aufgaben.

[0015] Das erfindungsgemässe Verfahren zur Serienherstellung von piezoelektrischen Schwingungskörpern, von denen jeder eine piezoelektrische Platte aus einem piezoelektrischen Material aufweist, sowie eine an einer Aussenfläche der piezoelektrischen Platte angeformte Elektrode zur Erzeugung einer Schwingung der piezoelektrischen Platte, wenn eine vorbestimmte Spannung an die Elektrode angelegt wird, und bei dem ein Wafer verwendet wird, weist die folgenden Schritte auf: Erzeugung der äusseren Form der piezoelektrischen Platten auf dem Wafer und Einarbeitung von mindestens zwei Durchgangslöchern in den Wafer durch photolithographisches Ätzen des Wafers, wobei die Mittelpunkte bzw. die Mittelachsen der Durchgangslöcher Bezugspunkte für die Bearbeitung auf dem Wafer bilden. Der nächste Schritt besteht im Aufspannen des Wafers auf eine Haltevorrichtung, wobei zunächst die Haltevorrichtung erzeugt wird, indem eine ebene Platte mit nach oben stehenden Einsatzstiften versehen wird, deren Anzahl und Anordnung gleich der Anzahl und Anordnung der Durchgangslöcher im Wafer ist, worauf der Wafer derart auf die Haltevorrichtung aufgesetzt wird, dass die Stifte in die Durchgangslöcher eingeführt werden. Es folgt ein Schritt zur Erzeugung von Elektroden durch mustergemässes Aufbringen eines Elektrodenfilms auf die äusseren Oberflächen aller piezoelektrischen Platten. Schliesslich werden die einzelnen erzeugten piezoelektrischen Platten vom Wafer getrennt. Dabei erfolgt das Positionieren des Wafers bei der Erzeugung der Elektroden und beim Trennen der piezoelektrischen Platten gegenüber einem Bezugspunkt im Zentrum der Durchgangslöcher.

[0016] Beim Verfahren zur Serienfertigung von piezoelektrischen Schwingungskörpern gemäss vorliegender Erfindung wird zunächst die äussere Form der piezoelektrischen Platten erzeugt. Dazu werden zuerst mindestens zwei Durchgangslöcher im Wafer vorgesehen, und die Ausbildung der äusseren Form sämtlicher piezoelektrischen Platten erfolgt gleichzeitig mit der Erzeugung der Durchgangslöcher, indem der Wafer, der aus einem piezoelektrischen Material wie Quarz oder ähnlichen besteht, einer photolithographischen Technologie ausgesetzt wird. Dabei wird die äussere Form jeder piezoelektrischen Platte erzeugt, wobei als Bezugspunkt der Mittelpunkt des Durchgangsloches herangezogen wird. Auf diese Weise werden die Positionen sämtlicher piezoelektrischen Platten mit Hilfe der Bezugspunkte ganz genau festgelegt.

[0017] Anschliessend wird der Wafer auf die ebene Platte der Haltevorrichtung aufgespannt, und dabei werden die Einsatzstifte in die Durchgangslöcher eingesteckt. Auf diese Weise wird der Wafer von der Haltevorrichtung stabil eingespannt und sitzt ohne Wackeln fest. Nach dem Aufspannen des Wafers auf die Haltevorrichtung befinden sich die Einsatzstifte in den Durchgangslöchern, und es kann nun die Mittelachse der Einsatzstifte anstelle der Durchgangslöcher als Bezugspunkt verwendet werden. Da die Einsatzstifte oben am Wafer zugänglich sind, kann der Bezugspunkt auch physisch ohne Schwierigkeit ergriffen werden.

[0018] Anschliessend werden die Elektroden aufgebracht, indem der Elektrodenfilm auf die äusseren Oberflächen sämtlicher piezoelektrischer Platten mustermässig aufgelegt wird. Nun kann jede piezoelektrische Platte vom Wafer abgetrennt werden, nachdem die Elektrode ausgebildet ist. Dies bedeutet, dass sämtliche piezoelektrischen Schwingungskörper, welche mit Elektroden zur Schwingungserzeugung auf den piezoelektrischen Platten versehen sind, auf einem einzigen Wafer gleichzeitig hergestellt werden können.

[0019] Bei der Erzeugung der Elektrode und beim Trennen der piezoelektrischen Platten voneinander wird die Belichtung und die Entwicklung unter Verwendung zuvor erzeugter Masken vorgenommen, die das gewünschte Muster aufweisen, und dann wird die Maske positioniert, wobei als Bezugspunkt die Mittelachse der Durchgangslöcher dient. Demgemäss kann im Gegensatz zum Vorgehen im Stand der Technik die äussere Form des Wafers als Bezug durch die Durchgangslöcher ersetzt werden, wodurch die Maske mit hoher Präzision auf den vielen piezoelektrischen Platten positioniert werden kann, ohne dass diese Präzision durch die Ungleichmässigkeiten der äusseren Form des Wafers negativ beeinflusst wird. Weiterhin stehen zwei oder mehrere Durchgangslöcher zur Verfügung, und daher kann man zwei oder mehrere Bezugspunkte verwenden, so dass eine Positionierung der Masken vorgenommen werden kann, ohne dass man bei der Platzierung richtungsabhängig ist. Das Problem, dass eine Positionierung durch eine Ungenauigkeit der äusseren Form des Wafers ungenau wird, besteht daher nicht mehr. Damit können die piezoelektrischen Schwingungskörper mit einer verbesserten Qualität erzeugt werden.

[0020] Der Wafer ist auf der Haltevorrichtung stabil aufgespannt. Dabei ist der Bezugspunkt physikalisch am nach oben vorstehenden Einsatzstift zugänglich, wodurch eine Positionierung bequemer ausgeführt werden kann. Insgesamt steigt

die Effizienz des Herstellungsverfahrens gegenüber demjenigen des Standes der Technik, und die piezoelektrischen Schwingungskörper können preisgünstiger erzeugt werden.

[0021] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung im Verfahren zur Serienherstellung von piezoelektrischen Schwingungskörpern wird im Verlauf der Erzeugung der äusseren Form das Durchgangsloch derart angebracht, dass ein Randbereich dieses Durchgangsloches R-Form aufweist, wenn der Wafer im Grundriss betrachtet wird.

[0022] Beim Verfahren zur Herstellung des piezoelektrischen Schwingungskörpers gemäss vorliegender Erfindung wird das Durchgangsloch bevorzugt derart erzeugt, dass der Eckbereich, welcher eine gerade Linie schneidet, und eine gerade Linie R-Form (eine leichte Kurve) annimmt, wenn man den Wafer im Grundriss betrachtet. Dies bedeutet, dass selbst bei der Einwirkung einer äusseren Kraft auf den Wafer durch das Durchgangsloch im Verlaufe der Herstellung sich die äussere Kraft nicht auf die Randbereiche konzentriert. Daher ist der Wafer nur einer geringen Gefahr ausgesetzt, dass ein Riss auftritt, indem die Eckbereiche stärker beansprucht werden. Auf diese Weise kann ein Absplittern oder ein Riss vom Wafer ferngehalten werden. Dies ergibt bei der Fabrikation eine im Vergleich zum Stand der Technik höhere Ausbeute.

[0023] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens zur Serienherstellung von piezoelektrischen Schwingungskörpern wird das Durchgangsloch beim Schritt der Erzeugung der äusseren Form derart erzeugt, dass es kreisförmig ausgebildet ist, wenn man den Wafer von oben betrachtet. Diese Art der Erzeugung ist besonders einfach.

[0024] Beim Verfahren zur Serienherstellung von piezoelektrischen Schwingungskörpern nach dem erfindungsgemässen Verfahren wird bevorzugt ein kreisförmiges Durchgangsloch erzeugt. Wenn daher im Verlaufe der Herstellung eine äussere Kraft auf das Durchgangsloch einwirkt, kann sich die äussere Kraft nicht auf einen einzigen Punkt konzentrieren. Die Gefahr der Bildung von Rissen oder vom Absplittern kann auf diese Weise vermieden werden. Dadurch entsteht weniger Ausschuss, und die Herstellungseffizienz wird vergrössert.

[0025] Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung einen piezoelektrischen Schwingungskörper, bei dem dieser piezoelektrische Schwingungskörper nach den Verfahren zur Serienherstellung dieses Schwingungskörpers gemäss Erfindung erhalten wurde.

[0026] Dabei wird der erfindungsgemässe piezoelektrische Schwingungskörper nach dem oben beschriebenen Herstellungsverfahren erhalten, und daher zeichnet er sich durch hochqualitative Eigenschaften und eine kostengünstige Herstellung aus.

[0027] Die Erfindung betrifft schliesslich noch einen piezoelektrischen Schwingungserzeuger, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass er einen erfindungsgemässen piezoelektrischen Schwingungskörper enthält.

[0028] Im erfindungsgemässen piezoelektrischen Schwingungserzeuger ist der oben beschriebene piezoelektrische Schwingungskörper enthalten. Der piezoelektrische Schwingungserzeuger kann daher als hochqualitatives und kostengünstiges Bauteil erzeugt werden.

[0029] In einem erfindungsgemässen Oszillator ist der erfindungsgemässe piezoelektrische Schwingungserzeuger eingebaut und elektrisch mit einer integrierten Schaltung als Schwingungskörper verbunden.

[0030] Ein erfindungsgemässes elektronisches Gerät ist dadurch gekennzeichnet, dass es einen erfindungsgemässen piezoelektrischen Schwingungserzeuger eingebaut enthält, welcher elektrisch mit einer Zeitzählschaltung verbunden ist.

[0031] Schliesslich betrifft die vorliegende Erfindung noch eine Funkuhr, bei der ein erfindungsgemässer piezoelektrischer Schwingungserzeuger elektrisch mit einem Filterglied verbunden ist.

[0032] Im Oszillator, im elektronischen Gerät und in der Funkuhr nach vorliegender Erfindung befindet sich der oben beschriebene erfindungsgemässe piezoelektrische Schwingungserzeuger, und daher können auch diese Geräte mit einer hohen Qualität und zu niedrigen Kosten, ähnlich wie der piezoelektrische Schwingungserzeuger, erzeugt werden.

[0033] Weiterhin betrifft die Erfindung einen Wafer, welcher bei der Herstellung von piezoelektrischen Schwingungskörpern nach dem erfindungsgemässen Verfahren verwendet wird. Diese Schwingungskörper besitzen eine piezoelektrische Platte aus einem piezoelektrischen Material sowie eine Elektrode an einer äusseren Oberfläche der piezoelektrischen Platte, mit deren Hilfe diese piezoelektrische Platte in Schwingungen versetzt wird, wenn eine vorbestimmte Spannung an die Elektrode angelegt wird. Der Wafer besitzt zwei oder mehrere Durchgangslöcher, welche durch photolithographisches Ätzen erzeugt werden, und zwar gleichzeitig mit dem Ätzen mehrerer piezoelektrischer Platten, wobei die Durchgangslöcher, genauer gesagt deren Mittelpunkte, als Bezugspunkte dienen. Daher wird der Mittelpunkt bzw. die Mittelachse der Durchgangslöcher als Bezugspunkt während der Bearbeitung benutzt, bis der piezoelektrische Schwingungskörper fertiggestellt ist.

[0034] Wenn die piezoelektrischen Schwingungskörper unter Verwendung des Wafers erfindungsgemäss hergestellt worden sind, werden die so erzeugten piezoelektrischen Platten auf dem Wafer voneinander getrennt, um sie zu vereinzeln, nachdem noch die Elektroden durch mustergemässes Aufbringen des Elektrodenfilms auf die äusseren Oberflächen der piezoelektrischen Platten aufgebracht worden sind, wobei zuvor noch die äusseren Umrisse aller dieser piezoelektrischen Platten erzeugt worden waren. Daher ist es möglich, viele piezoelektrische Schwingungskörper zusammen mit ihren Elektroden an den Aussenflächen der piezoelektrischen Platten herzustellen. Dabei werden die äusseren Umrisse der zukünftigen piezoelektrischen Schwingungskörper zusammen mit den Durchgangslöchern in einem Arbeitsgang erzeugt.

[0035] Der Wafer weist zwei oder mehrere Durchgangslöcher auf, also solche, die den Wafer durchdringen, wobei die äusseren Umrisse sämtlicher piezoelektrischer Platten auf dem Wafer gleichzeitig mit den Durchgangslöchern erzeugt werden. Dabei werden die Mittelachsen der Durchgangslöcher als Bezugspunkte gewählt. Auf diese Weise befinden sich sämtliche piezoelektrischen Platten in einer exakt eingestellten Position gegenüber den Bezugspunkten.

[0036] Bei der Herstellung der Elektrode und beim Vereinzeln der piezoelektrischen Platten nach dem photolithographischen Verfahren sind eine Belichtung und eine Entwicklung erforderlich. Dazu wird wie üblich eine Maske verwendet, die zuvor mit einem Muster versehen wurde, und die genaue Positionierung der Maske kann nun mit Hilfe der Mittelachsen der Durchgangslöcher, welche die Bezugspunkte darstellen, erreicht werden. Im Gegensatz zum Stand der Technik, bei dem der äussere Umriss des Wafers als Bezugsgrösse verwendet wurde, kann nun die Maske so genau positioniert werden, dass der äussere Umriss des Wafers gar keine Rolle mehr spielt. Es werden, wie bereits erwähnt, mindestens zwei Durchgangslöcher erzeugt, und daher verfügt man über mindestens zwei Bezugspunkte, wobei jede Positionierung ohne Rücksicht auf die jeweilige Lage des Wafers ausgeführt werden kann. Wenn sich demgemäss der Wafer beim Bearbeiten dreht, so hat diese Positionsänderung keinerlei Einfluss auf die Genauigkeit der Positionierung der Maske. Auf diese Weise können hochqualitative Schwingungskörper erzeugt werden.

[0037] Die Vorgänge der Positionierung können unter Verwendung der Durchgangslöcher leicht ausgeführt werden, und dadurch wird die Herstellungseffizienz im Vergleich zum Stand der Technik bedeutend gesteigert, und die Herstellungskosten der piezoelektrischen Schwingungskörper sinken.

[0038] Beim erfindungsgemässen Wafer bildet der Eckbereich der Durchgangslöcher eine R-Form, wenn der Wafer von oben betrachtet wird.

[0039] Wenn der erfindungsgemässe Wafer in Draufsicht beobachtet wird, wird sichtbar, dass das Durchgangsloch derart ausgebildet ist, dass es an einem Eckbereich angeordnet ist, wobei sich die gerade Linie mit der R-Form schneidet (d.h. schwach gekrümmt ist). Selbst wenn im Verlaufe des Herstellungsverfahrens am Durchgangsloch eine äussere Kraft auf den Wafer einwirkt, wird vermieden, dass diese äussere Kraft auf den Eckbereich konzentriert wird. Daher ist die Gefahr sehr gering, dass durch eine Konzentration von Kräften auf den Eckbereich Risse entstehen können oder Teile vom Wafer abgesprengt werden. Dies bedeutet, dass weniger Ausschuss anfällt, und dadurch wird die Herstellungseffizienz weiter gesteigert.

[0040] Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Wafers hat das Durchgangsloch einen kreisförmigen Querschnitt und erscheint kreisförmig, wenn der Wafer von oben betrachtet wird.

[0041] Beim erfindungsgemässen Verfahren zur Herstellung des piezoelektrischen Schwingungskörpers wird ein Durchgangsloch erzeugt, dessen Querschnitt kreisförmig ist, wenn der Wafer von oben betrachtet wird. Wenn eine Kraft von aussen in der Gegend des Durchgangslochs auf den Wafer einwirkt, während das Herstellungsverfahren läuft, kann sich diese Aussenkraft nicht auf einen Punkt konzentrieren. Daher ist die Gefahr nur gering, dass ein Riss im Wafer entsteht oder ein Stück davon abspringt. Daraus ergibt sich, dass die Effizienz des Herstellungsverfahrens gesteigert wird, weil weniger Ausschuss erzeugt wird.

[0042] Die Erfindung betrifft nun weiterhin eine Haltevorrichtung zum Aufspannen des Wafers während der Herstellung, und diese Haltevorrichtung weist eine ebene Platte auf, auf deren Oberseite der Wafer platziert wird. Weiterhin sind an dieser Oberseite Einsatzstifte angebracht, deren Grösse und Anordnung genau mit den Abmessungen und Anordnungen der Durchgangslöcher im Wafer übereinstimmen. Die einzelnen Einsatzstifte stehen von der ebenen Platte genau senkrecht nach oben ab.

[0043] Auf Grund dieser Anordnung der Einsatzstifte, deren Position und Anzahl kann der Wafer auf der ebenen Platte angebracht werden, indem er von oben aufgesetzt wird, wobei die Einsatzstifte den Wafer durchdringen. Dadurch wird der Wafer stabil und positionsgerecht auf der Haltevorrichtung gehalten. Dabei wird die Mittellinie des Durchgangsloches, welche bisher als Bezugspunkt diente, durch die Mittelachse der Einsatzstifte ersetzt, und dies hat den Vorteil, dass diese Bezugspunkte leichter zugänglich sind. Der Vorgang des Einsetzens des Wafers auf der Haltevorrichtung geht schnell und einfach vor sich, und die Effizienz der Herstellung wird nicht beeinflusst.

[0044] Vorzugsweise sind die Einsatzstifte so geformt, dass sie sich gegen ihr Vorderende verjüngen.

[0045] Wie eben erwähnt wurde, ist bei der erfindungsgemässen Haltevorrichtung zum Aufspannen des Wafers das Vorderende der Einsatzstifte verjüngt, und daher können sich die Einsatzstifte beim Aufspannen des Wafers nicht in diesem verklemmen. Auf diese Weise wird vermieden, dass der Wafer beschädigt wird. Ausserdem wird die Leichtigkeit und die Schnelligkeit des Vorganges erhöht.

[0046] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Haltevorrichtung für den Wafer gemäss vorliegender Erfindung besteht jeder Einsatzstift aus einem Kreiszyylinder.

[0047] Da jeder Einsatzstift aus einem Kreiszyylinder besteht, weist sein Aussenumfang die Form einer glatten Kurve auf. Aus diesem Grunde ist es kaum möglich, dass der zylindrische Einsatzstift eine Beschädigung des zylindrischen Durchgangsloches auf dem Wafer verursacht. Auch aus diesem Grunde ist es praktisch unmöglich, dass der Wafer durch Risse oder Abspalten beschädigt wird.

[0048] Nach dem erfindungsgemässen Verfahren zur Herstellung der piezoelektrischen Schwingungskörper können diese hochqualitativen piezoelektrischen Produkte unabhängig von der Genauigkeit des äusseren Umfanges des Wafers hergestellt werden. Alle diese nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Produkte können mit hoher Qualität und mit niedrigen Kosten erzeugt werden.

[0049] Weiterhin enthalten der piezoelektrische Schwingungserzeuger, der Oszillator, das elektronische Gerät und die Funkuhr den oben beschriebenen piezoelektrischen Schwingungskörper, und daher können diese Produkte ebenfalls kostengünstig und präzise hergestellt werden.

[0050] Insbesondere wird der piezoelektrische Schwingungskörper unter Verwendung des erfindungsgemässen Wafers fabriziert. Dieser Wafer kann unter Verwendung der erfindungsgemässen Haltevorrichtung während seiner Bearbeitung in fest eingespanntem, unbeweglichem Zustand bearbeitet werden, und die Bezugspunkte sind dank der Haltevorrichtung leicht zugänglich. Aus allen diesen Gründen wird die Herstellungseffizienz der piezoelektrischen Schwingungskörper weiterhin gesteigert.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0051]

- Fig. 1 ist eine Ansicht des Inhaltes eines Gehäuses eines piezoelektrischen Schwingungserzeugers einer erfindungsgemässen Ausführungsform und zeigt eine Draufsicht eines piezoelektrischen Schwingungskörpers;
- Fig. 2 ist eine Ansicht des piezoelektrischen Schwingungskörpers gemäss Fig. 1 von oben her, wobei dieser piezoelektrische Schwingungskörper in den piezoelektrischen Schwingungserzeuger eingebaut ist, der in Fig. 1 dargestellt ist;
- Fig. 3 ist eine Ansicht des piezoelektrischen Schwingungskörpers gemäss Fig. 1 von unten, wobei dieser Schwingungskörper in den piezoelektrischen Schwingungserzeuger eingebaut ist, der in Fig. 1 dargestellt ist;
- Fig. 4 zeigt ein Flussbild zur Herstellung des in Fig. 1 gezeigten piezoelektrischen Schwingungserzeugers;
- Fig. 5 bildet die Fortsetzung des in Fig. 4 dargestellten Fliessschemas;
- Fig. 6 zeigt einen Schritt bei der Herstellung des in Fig. 1 dargestellten piezoelektrischen Schwingungserzeugers, wobei der Wafer in Draufsicht dargestellt ist;
- Fig. 7 zeigt einen Herstellungsschritt des piezoelektrischen Schwingungserzeugers nach Fig. 1, und zwar im Einzelnen die Erzeugung von 4 Durchgangslöchern sowie der äusseren Umriss mehrerer piezoelektrischer Platten durch Ätzen des in Fig. 6 dargestellten Wafers;
- Fig. 8 stellt einen Längsschnitt einer Haltevorrichtung für einen Wafer dar, der bei der Herstellung des in Fig. 1 gezeigten piezoelektrischen Schwingungserzeugers verwendet wird;
- Fig. 9 ist die Ansicht eines Schrittes der Herstellung des in Fig. 1 gezeigten piezoelektrischen Schwingungserzeugers und ausserdem das Aufspannen des in Fig. 7 gezeigten Wafers auf eine Haltevorrichtung für den Wafer, siehe Fig. 8;
- Fig. 10 veranschaulicht ein weiteres Beispiel eines erfindungsgemässen piezoelektrischen Schwingungserzeugers, nämlich eine perspektivische Ansicht eines piezoelektrischen Schwingungskörpers mit dickenveränderlicher Vibration;
- Fig. 11 zeigt die Ansicht eines Querschnittes, wobei ein Schwingungserzeuger zur Oberflächenmontage mit einem piezoelektrischen Schwingungskörper gemäss vorliegender Erfindung dargestellt ist;
- Fig. 12 stellt eine perspektivische Ansicht einer Möglichkeit dar, wie der in Fig. 11 gezeigte piezoelektrische Schwingungserzeuger mit einem äusseren elektrischen Anschluss verbunden werden kann;
- Fig. 13 zeigt eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Oszillators;
- Fig. 14 zeigt schematisch eine Ausführungsform eines elektronischen Gerätes gemäss vorliegender Erfindung;
- Fig. 15 zeigt schematisch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Funkuhr;
- Fig. 16A und 16B zeigen ein abgeändertes Beispiel einer Haltevorrichtung für einen erfindungsgemässen Wafer, wobei Fig. 16A eine Draufsicht und Fig. 16B einen Querschnitt entlang der Linie A-A in Fig. 16A darstellt;

Fig. 17A und 17B zeigen ein abgeändertes Beispiel einer Haltevorrichtung für einen erfindungsgemässen Wafer, wobei Fig. 17A eine Draufsicht und Fig. 17B einen Querschnitt entlang der Linie B–B in Fig. 17A darstellt; und

Fig. 18A und 18B zeigen ein abgeändertes Beispiel einer Haltevorrichtung für einen erfindungsgemässen Wafer, wobei Fig. 18A eine Draufsicht und Fig. 18B einen Querschnitt entlang der Linie C–C in Fig. 18A darstellt.

Einzelbeschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0052] Eine Ausführungsform der Erfindung soll nun im Einzelnen unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis Fig. 9 besprochen werden. Weiterhin soll im Rahmen dieser Ausführungsform als Beispiel ein piezoelektrischer Schwingungserzeuger in einem zylindrischen Gehäuse als piezoelektrischer Schwingungserzeuger 1 besprochen werden.

[0053] Wie aus der Fig. 1 hervorgeht, weist der piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 dieser Ausführungsform einen piezoelektrischen Schwingungskörper 2, ein Gehäuse 3, welches in seinem Inneren den piezoelektrischen Schwingungskörper 2 enthält, und einen Stecker 4 auf, welcher als luftdichter Endkörper ausgeführt ist, der den piezoelektrischen Schwingungskörper 2 im Inneren des Gehäuses 3 hermetisch einschliesst.

[0054] Wie in Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt ist, besteht der piezoelektrische Schwingungskörper 2 aus einem Körper nach Art einer Stimmgabel, hergestellt aus einem piezoelektrischen Material wie Quarz, Lithiumtantalat, Lithiumniobat oder ähnlichen piezoelektrischen Materialien, und er gerät in Schwingungen, wenn an ihn eine vorbestimmte Spannung angelegt wird. Der piezoelektrische Schwingungskörper 2 wird aus einem Wafer S hergestellt, wie weiter unten noch beschrieben wird.

[0055] Der piezoelektrische Schwingungskörper 2 enthält eine piezoelektrische Platte 10 mit zwei schwingungsfähigen Armen 11, 12, die parallel zueinander eingebaut sind, einen Grundkörper 13, der die unteren Endseiten der Schwingarmteile 11,12 einstückig miteinander verbindet, und eine Elektrode 20, welche aussen an der piezoelektrischen Platte 10 angebracht ist und diese Platte 10 in Schwingungen versetzt, wenn eine vorbestimmte Spannung angelegt wird.

[0056] Die Elektrode 20 besteht aus zwei Erreger Elektroden 23, nämlich einer ersten Erreger Elektrode 21 und einer zweiten Erreger Elektrode 22, die an den äusseren Flächen der beiden Schwingarmteile 11,12 angreifen und diese beiden Schwingarmteile 11, 12 in Schwingung versetzen, und schliesslich sind noch Anschluss Elektroden 26, 27 vorgesehen, welche jeweils elektrisch mit der ersten Erreger Elektrode 21 bzw. der zweiten Erreger Elektrode 22 mittels Rückführungselektroden 24, 25 verbunden sind.

[0057] Die beiden Erreger Elektroden 21, 22 stellen Elektroden dar, welche die beiden Schwingarmteile 11,12 derart in Schwingung versetzen können, dass sie sich einander nähern oder einander abstossen, und die Elektroden sind an den Aussenflächen der beiden Schwingarmteile 11, 12 derart angebracht, dass sie elektrisch nicht miteinander in Verbindung stehen. Insbesondere ist die erste Erreger Elektrode 21 einerseits an der oberen und unteren Seite des Schwingarmteils 11 und andererseits an zwei Seitenflächen des Schwingarms 12 angebracht, und die zweite Erreger Elektrode 22 befindet sich hauptsächlich einerseits an zwei Seitenflächen des Schwingarmteils 11 und andererseits an der oberen und unteren Seite des Schwingarmteils 12.

[0058] Die Erreger Elektrode 23, die Anschluss Elektroden 26, 27 und die Rückführungselektroden 24, 25 werden durch Beschichten mit leitfähigen Folien (Elektrodenfolien) beispielsweise aus Chrom (Cr), Nickel (Ni), Aluminium (Al), Titan (Ti) oder anderen Metallen gebildet.

[0059] Die vorderen Enden der beiden Schwingarmteile 11,12 sind mit Ballast-Metallfolien 28 beschichtet, welche dazu dienen, die Frequenzen der Schwingungen einstellen zu können, damit der Schwingungserzeuger in einem Bereich vorbestimmter Frequenzen schwingen kann. Weiterhin ist die Metallfolie 28 in eine erste Folie 28a zur Grobeinstellung und eine zweite Folie 28b zur Feineinstellung der Frequenz aufgeteilt. Wenn man die Frequenzeinstellung durchführt, indem die Folie 28a zur Grobeinstellung und die Folie 28b zur Feineinstellung verwendet werden, kann die Frequenz der beiden Schwingarmteile 11, 12 mit einer Nennfrequenz der Vorrichtung in Übereinstimmung gebracht werden.

[0060] Wie in Fig.1 dargestellt ist, weist das Gehäuse 3 die Form eines Kreiszyinders mit einem Boden auf, wobei der Zylinder mit Presssitz an einem Aussenumfang einer Hülse 30, die weiter unten noch näher beschrieben wird, des Steckers 4 befestigt ist und den Schwingungskörper 2 in seinem Inneren enthält. Das Gehäuse 3 steht unter Vakuum und ist mit Presssitz befestigt, und der Raum, welcher die piezoelektrische Schwingplatte 2 umgibt und sich im Inneren des Gehäuses 3 befindet, wird unter Vakuum gehalten.

[0061] Der Stecker 4, an dem die Hülse 30 zum hermetischen Verschluss des Gehäuses 3 angebracht ist, wird von zwei Anschlussdrähten 31 durchsetzt, und die inneren Enden 31a, welche parallel zueinander verlaufen, gehen durch die Hülse 30 hindurch und dienen zum Anschluss des Schwingungskörpers 2 (mittels einer mechanischen Verbindung, welche den elektrischen Anschluss sicherstellt) unter Zwischenschaltung der Hülse 30, und die beiden anderen Enden 31b sind die äusseren Anschlüsse, welche den elektrischen Anschluss nach aussen ermöglichen. Die Hülse 30 ist mit einem Isoliermaterial 32 gefüllt, wodurch die Anschlussdrähte 31 in der Hülse 30 sicher geführt werden.

[0062] Die Hülse 30, welche ringförmig ausgebildet ist, besteht aus einem metallischen Werkstoff. Das Material der Füllung 32 ist beispielsweise ein Borsilikatglas. Weiterhin sind nicht dargestellte Plattierungen aus dem gleichen Material jeweils auf die Oberfläche der Verbindungsdrähte 31 und aussen auf der Hülse 30 angebracht.

[0063] Die Endbereiche der beiden Zuleitungsdrähte 31, die sich ins Innere des Gehäuses 3 erstrecken, bilden die inneren Anschlüsse 31a, und diejenigen Bereiche, die aussen über das Gehäuse 3 herausragen, dienen als die äusseren Anschlüsse 31b. Weiterhin sind die inneren Anschlüsse 31a mit den Anschlusselektroden 26, 27 über leitfähige Perlen E verbunden. Dabei werden die inneren Anschlussdrähte 31a und die Anschlusselektroden 26, 27 gleichzeitig mechanisch und elektrisch miteinander verbunden, und zwar durch die Perlen E. Daraus ergibt sich, dass der piezoelektrische Schwingungskörper 2 mit zwei Verbindungsdrähten 31 verbunden ist.

[0064] Es soll nun ein Beispiel der Dimensionen und Materialien der einzelnen Teile angegeben werden, welche den Stecker 4 bilden.

[0065] Die Anschlussdrähte 31 haben beispielsweise einen Durchmesser von etwa 0,12 mm, und als Material dieser Anschlussdrähte 31 wird normalerweise Kovar (eine Legierung aus Eisen, Nickel und Kobalt) verwendet. Zur Plattierung der äusseren Oberflächen der Anschlussdrähte 31 und des Aussenumfanges der Hülse 30 wird Kupfer als Matrixfilm eingesetzt, und als Deckfilm dient eine wärmebeständige Lötplattierung (eine Legierung aus Zinn und Blei im Gewichtsverhältnis von 1:9), Silber (Ag), eine Legierung aus Zinn und Kupfer (SnCu), eine Legierung aus Gold und Zinn (AuSn) oder ähnliche Materialien.

[0066] Wenn man eine kalte Druckverschweissung unter Vakuum am Innenumfang des Gehäuses 3 ausführt, wobei eine Metallfolie (d.h. eine Plattierungsschicht) auf die innere Umfangsfläche der Hülse 30 aufgebracht wird, kann das Innere des Gehäuses 3 unter Vakuum luftdicht versiegelt werden.

[0067] Um den auf diese Weise hergestellten piezoelektrischen Schwingungserzeuger 1 in Betrieb zu setzen, wird eine vorbestimmte Erregerspannung auf die beiden äusseren Anschlussdrähte 31b des Anschlusses 31 angelegt. Dadurch fliesst ein Strom über die inneren Verbindungen 31a, die Verbindungspere E, die Anschlusselektroden 26 und 27 und die Rückführungselektroden 24 und 25 an die Erregerelektrode 23, nämlich an die erste Erregerelektrode 21 und die zweite Erregerelektrode 22, und die Ausgangselektroden 24, 25, und die beiden Schwingarmteile 11, 12 werden mit einer vorbestimmten Frequenz in Schwingung versetzt, wobei sie sich einander nähern und sich voneinander entfernen. Die Schwingung der beiden Schwingarmteile 11, 12 kann dazu benutzt werden, dass der piezoelektrische Schwingungskörper 1 als Quelle eines Zeitgebers dient, als Quelle eines Bezugssignals, als andere Zeitgeberquelle oder als Regelsignal.

[0068] Als Nächstes soll ein Verfahren zur Serienfertigung des oben beschriebenen piezoelektrischen Schwingungskörpers 2 und des piezoelektrischen Schwingungserzeugers 1 unter Bezugnahme auf die in Fig. 4 und 5 dargestellten Flussbilder erläutert werden.

[0069] Nun wird ein Schritt zur gleichzeitigen Herstellung mehrerer piezoelektrischer Schwingkörper 2 ausgeführt, indem man den Wafer S aus dem piezoelektrischen Material verwendet. Bei der Ausführung dieses Schrittes wird zunächst der in Fig. 6 gezeigte Wafer S auf eine vorbestimmte Dicke spiegelglatt geschliffen, indem er schliesslich fein poliert wird (Schritt S10). Diese Ausführungsform soll anschliessend und weiter unter Bezugnahme auf ein Beispiel beschrieben werden, bei dem der Wafer S Kreisform aufweist. Dazu wird der äussere Umriss des Wafers bearbeitet, und es werden zwei oder mehrere Durchgangslöcher 40 sowie die äusseren Umrisse vieler piezoelektrischer Platten 10 gleichzeitig mit den Durchgangslöchern 40 erzeugt, indem am Wafer S ein photolithographischer Ätzvorgang ausgeführt wird, und dadurch werden Bezugspunkte G gebildet, die auf den Mittelachsen der Durchgangslöcher 40 liegen (Schritt S20),

[0070] Wie in Fig. 7 zu sehen ist, wird ein Wafer S mit Durchgangslöchern 40 und den Umrissen vieler piezoelektrischer Platten 10 erzeugt, indem die Bezugspunkte G benutzt werden, welche die Mittelpunkte der Durchgangslöcher 40 sind. Nach dieser Ausführungsform werden beispielsweise vier Durchgangslöcher 40 angebracht. Die vielen piezoelektrischen Platten 10 sind mit dem Wafer S über ein Verbindungsteil 41 verbunden, bis sie im nachstehend beschriebenen Trennschritt vom Wafer getrennt und vereinzelt werden.

[0071] Insbesondere werden die Durchgangslöcher 40 gleichzeitig mit den äusseren Umrissen der piezoelektrischen Platten 10 erzeugt, und dadurch stellen die Bezugspunkte G eine Verbindung mit den Positionen sämtlicher piezoelektrischer Platten 10 her.

[0072] Als Nächstes folgt nun ein Schritt S30, bei dem der Wafer S auf die flache Oberfläche 46 einer Haltevorrichtung 45 für den Wafer aufmontiert wird. Dazu soll nun die Haltevorrichtung 45 für den Wafer erläutert werden.

[0073] Wie in Fig. 8 gezeigt ist, weist die Haltevorrichtung 45 für den Wafer eine ebene Platte 46 auf, die den Wafer S aufnimmt. Vier Einsatzstifte 47, d.h. die gleiche Anzahl wie diejenige der Durchgangslöcher 40, deren Grösse so gewählt ist, dass sie in die Durchgangslöcher 40 eingeführt werden können und praktisch rechtwinklig zur Oberfläche der ebenen Platte 46 stehen, überragen die Durchgangslöcher 40 nach oben. Auf diese Weise wird der Wafer S auf die ebene Platte 46 aufgesteckt, indem jeder Einsatzstift 47 durch ein Durchgangsloch 40 hindurchgeht.

[0074] Die Einsatzstifte 47 weisen jeweils die Form eines Kreiszyinders auf, deren oberes, freies Ende verjüngt ist. Wie schon erwähnt wurde, ist die Länge der Einsatzstifte 47 grösser als die Dicke des Wafers S. Weiterhin ist auf der Platte 46 ein Profil ring 48 angebracht, welcher den Umfang des Wafers S umgibt, wenn dieser Wafers S aufgesteckt ist. Dabei

besitzt der Profil ring 48 die gleiche Dicke wie der Wafer S, damit ein absolut ebener Übergang zwischen der Oberfläche des als Abstandsstück dienenden Profil rings 48 und dem Wafer S erzeugt wird.

[0075] Der Verfahrensschritt, bei dem der Wafer auf die Haltevorrichtung 45 montiert wird, ist in Fig. 9 dargestellt, und dabei liegt der Wafer S oben auf der ebenen Platte 46, und die vier Einsatzstifte 47 befinden sich in den vier Durchgangslöchern 40, wobei sie über den Wafer vorstehen. Auf diese Weise wird der Wafer S stabil auf der Haltevorrichtung 45 festgehalten und kann sich dort nicht horizontal bewegen (klappern). Nach dem Einführen der Einsatzstifte 47 durch die Durchgangslöcher 40 wird in der Mittelachse G der Einsatzstifte 47 ein neuer Bezugspunkt geschaffen, und dieser Bezugspunkt G ist leicht zu materialisieren.

[0076] Anschliessend werden die Elektroden ausgebildet. Dies betrifft die Elektrode 20 sowie die Erreger Elektrode 23, die Rückführungselektroden 24, 25, die Anschlusselektroden 26, 27, und dies geschieht durch Aufbringen eines nicht näher dargestellten Elektrodenfilms auf äussere Oberflächen sämtlicher piezoelektrischer Platten 10, und zwar in Form eines präzisen Musters (Schritt S40). Wie in Fig. 9 gezeigt ist, kann die oben angegebene Mustererzeugung dadurch erfolgen, dass eine Maske M, die zuvor hergestellt wurde und ein bestimmtes Muster aufweist, auf den Wafer S aufgelegt wird, und sodann wird eine Belichtung, eine Entwicklung und schliesslich ein Ätzen mit Hilfe der Maske M ausgeführt.

[0077] Dabei wird die Maske M derart positioniert, dass von einem Bezugspunkt G ausgegangen wird, welcher auf der Mittellinie des Durchgangsloches 40 liegt. Im Unterschied zu den Verfahren des Standes der Technik, bei denen die Bezugspunkte auf dem äusseren Umfang des Wafers S liegen, kann die Maske M ausserordentlich genau in Bezug auf sämtliche piezoelektrischen Platten 10 positioniert werden, ohne dass die Positionierung durch Ungenauigkeiten am Aussenumfang des Wafers S beeinflusst wird. Ausserdem geht man von vier Durchgangslöchern 40 aus, und dadurch hat man vier Bezugspunkte G zur Verfügung. Somit ist man beim Positionieren von der jeweiligen Richtung des Wafers S unabhängig. Insgesamt ist es nicht mehr möglich, bei der Positionierung Ungenauigkeiten, die auf der Konfiguration des Aussenumfangs des Wafers S beruhen, zu erhalten.

[0078] So kann die Elektrode 20 mit grosser Genauigkeit auf sämtlichen piezoelektrischen Platten 10 angebracht werden. Ausserdem ist der Übergang zwischen dem Wafer S und dem Abstandsstück 48 kontinuierlich, d.h. ohne Stufen, und daher kann die Maske M stabil aufgesetzt werden, selbst wenn sie grösser ist als der Wafer S.

[0079] Nach der Bildung der Elektrode 20 wird der Film 28 des Ballastmetalls aufgetragen, indem wiederum eine Belichtung, eine Entwicklung und ein Ätzen ausgeführt werden, wobei die Maske M jeweils ausgetauscht wird (Schritt S50). Auch in diesem Falle kann das Positionieren der Maske M und des Wafers S ausserordentlich genau vorgenommen werden, und daher kann der Film 28 des Ballastmetalls ganz genau mustergemäss auf sämtliche piezoelektrischen Platten 10 aufgebracht werden.

[0080] Nun folgt der Schritt zum Trennen und Vereinzeln der piezoelektrischen Platten 10 und des Wafers S, indem das Verbindungsstück 41 vom Wafer S und den piezoelektrischen Platten 10 abgetrennt wird (Schritt S60). Auch in diesem Fall werden die Trennschritte in drei Stufen ausgeführt, nämlich Belichten, Entwickeln und Ätzen, wobei wiederum die Maske M ausgewechselt wird. Auch hier kann das Positionieren der Maske M und des Wafers S sehr genau ausgeführt werden, und beim Auftrennen des Verbindungsstücks 41 treten keine Fehler auf.

[0081] Nach der Auftrennung befinden sich viele piezoelektrische Schwingkörper 2, die die Elektroden 20 und den Film 28 des Ballastmetalls aufweisen, auf den äusseren Oberflächen der piezoelektrischen Platten 10, die nun auf einem einzigen Wafer S gleichzeitig anfallen. Zu diesem Zeitpunkt ist die Herstellung der piezoelektrischen Schwingkörper 2 beendet.

[0082] Bei der Herstellung der piezoelektrischen Schwingkörper 2 kann das Positionieren der Maske M sehr genau ausgeführt werden, wie es oben beschrieben wurde, ohne dass die Genauigkeit des Aussenumfangs des Wafers S, im Gegensatz zum Stand der Technik, eine Rolle spielt. Man erhält demgemäss piezoelektrische Schwingkörper 2 mit hoher Qualität. Weiterhin wird der Wafer S auf der Haltevorrichtung 45 stabil festgelegt, die Bezugspunkte G können leicht und genau vom Einsatzstift 47 gebildet werden, und daher lässt sich der Positionsvorgang leicht ausführen. Dadurch ist es möglich, die Effizienz der Herstellung im Gegensatz zum Stand der Technik weiterhin zu steigern, und ausserdem kann die Herstellung der piezoelektrischen Schwingkörper 2 mit niedrigeren Kosten ausgeführt werden.

[0083] Bei der Erzeugung der Durchgangslöcher 40 auf dem Wafer S erhält das Durchgangsloch 40 eine kreisförmige Gestalt. Wenn eine äussere Kraft auf das Durchgangsloch 40 einwirkt, entweder bei der Erzeugung des Durchgangslochs 40 oder nach dessen Erzeugung, kann diese äussere Kraft daran gehindert werden, sich auf einen Punkt zu konzentrieren, und die Kraft wird abgeleitet. Dadurch wird es schwierig, Risse am Wafer S auszubilden. Ein Ausbrechen, ein Riss oder ähnliche Defekte können dadurch verhindert werden. Es ergibt sich weniger Ausschuss, und die Effizienz der Herstellung wird verbessert.

[0084] Die Einsatzstifte 47, die bei der vorliegenden Ausführungsform vorhanden sind, haben die Gestalt eines Kreiszyllinders, und daher ist die äussere Umfangsfläche eine stetig gekrümmte Fläche. Beim Einsetzen des Einsatzstiftes 47 in das Durchgangsloch 40 kommen zwei gleichmässig gekrümmte Flächen miteinander in Berührung, und auf diese Weise ist es unmöglich, dass durch das Zusammensetzen der beiden Teile ein Schaden am Wafer S entsteht. Also ist beim Aufspannen des Wafers S auf die Haltevorrichtung nicht mit ausgebrochenen Stücken, Rissen oder ähnlichen Defekten zu rechnen.

[0085] Vorzugsweise ist das Vorderende des Einsatzstiftes 47 bei der vorliegenden Ausführungsform verjüngt oder abgerundet. Beim Einsetzen des Einsatzstiftes 47 in das Durchgangsloch 40 kann sich der Einsatzstift 47 also auch nicht

verklebten. Auch aus diesem Grunde kann am Wafer S kein Schaden entstehen. Das Einsetzen des Wafers in die Haltevorrichtung geht leicht und sanft vor sich, und die Herstellungseffizienz kann gesteigert werden.

[0086] Als Nächstes folgt ein Schritt zur Herstellung des piezoelektrischen Schwingungserzeugers 1. Vor Anbringen des piezoelektrischen Schwingungskörpers 2 an die elektrischen Anschlüsse 31 wird eine Resonanzfrequenz im Schritt S70 grob eingestellt. Dies wird dadurch erreicht, dass man Laserlicht auf den Ballastfilm zur Grobeinstellung 28a des Ballastmetalls 28 einwirken lässt, und man erzielt eine teilweise Verdampfung des Metalls. Die Feineinstellung der Resonanzfrequenz wird später ausgeführt und auch später beschrieben. Es wird auf die unten stehende Erläuterung verwiesen.

[0087] Zwecks Herstellung des piezoelektrischen Schwingungserzeugers 1 wird ein Schritt S80 vorgenommen, bei dem der Stecker 4, welcher luftdicht ausgeführt ist, hergestellt wird. Zunächst wird im Schritt S81 die Hülse 30 erzeugt. Dabei wird ein einseitig geschlossenes zylindrisches Teil durch Tiefziehen in mehreren Schritten aus einer Platte erzeugt. Diese besteht aus einem leitfähigen Werkstoff, beispielsweise einer Legierung aus Eisen, Nickel und Kobalt, einer Legierung aus Eisen und Nickel oder einem ähnlichen Material. Dann wird die Hülse 30 durch Öffnen der geschlossenen Bodenfläche des Zylinders und Abtrennen des Zylinders von der Platte erhalten.

[0088] Es folgt nun ein Schritt, in dem eine Härtung vorgenommen wird. Dazu werden zunächst im Teilschritt S82 die Anschlussdrähte 31 und der Füllstoff 32 ins Innere der Hülse 30 eingebracht. Zu diesem Zweck wird die erzeugte Hülse 30 zuerst in einer nicht gezeigten Haltevorrichtung befestigt, und dann wird das Füllelement 32, welches zunächst in Ringform gesintert wurde, ins Innere der Hülse 30 gebracht. Schliesslich werden die Anschlussdrähte 31 durch das Füllelement 32 gezogen.

[0089] Die Hülse 30, die Anschlussdrähte 31 und der Füllkörper 32 werden im nächsten Teilschritt S83 zusammengebaut, und dann wird die Haltevorrichtung in einen Heizofen gebracht. Dabei wird der Füllkörper 32 in einer erhitzten Atmosphäre bei etwa 1000°C gesintert. Dadurch werden eventuelle Hohlräume zwischen dem Füllkörper 32, den Anschlussdrähten 31 und der Hülse 30 vollständig ausgefüllt und versiegelt, und man erhält eine Struktur, die absolut luftdicht ist. Nun kann der Stecker 4 gewonnen werden, indem man ihn aus der Aufspannvorrichtung entnimmt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Herstellung des luftdichten Anschlusses beendet.

[0090] Nun wird im Schritt S90 eine Plattierung vorgenommen. Mittels einer Nassplattierung wird ein Metallfilm aus dem gleichen Material auf die Aussenfläche des Anschlussdrahtes 31 und die äussere Umfangsfläche der Hülse 30 aufgebracht. Zwecks einer Vorbehandlung für die Plattierung werden die Aussenflächen der Anschlussdrähte 31 und die äussere Umfangsfläche der Hülse 30 gereinigt, mit Hilfe einer alkalischen Lösung entfettet und dann durch eine Säurebehandlung mit verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure einer Endreinigung unterzogen. Nach Beendigung der Vorbehandlung wird auf der Aussenfläche der Anschlussdrähte 31 und der äusseren Umfangsfläche der Hülse 30 ein Matrixfilm ausgebildet. Beispielsweise wird eine Plattierung aus Kupfer oder Nickel in einer Filmdicke von etwa 2 µm bis 5 µm erzeugt. Anschliessend wird ein Film eines Finish auf dem Matrixfilm erzeugt. Beispielsweise bringt man einen Film aus Zinn, Silber oder einem anderen Metall, eine wärmebeständige Beschichtung, eine Legierung aus Zinn und Kupfer, eine Legierung aus Zinn und Wismut, eine Legierung aus Zinn und Antimon oder aus einem ähnlichen Metall in einer Dicke von etwa 8 µm bis 15 µm auf.

[0091] Durch Beschichtung mit dem Metallfilm, der aus dem Matrixfilm und dem Finish besteht, können die inneren Anschlussdrähte 31a mit dem piezoelektrischen Schwingungskörper 2 verbunden werden. Weiterhin können nicht nur der piezoelektrische Schwingungskörper 2, sondern auch die Hülse 30 und das Gehäuse 3 einer kalten Druckschweissung unterzogen werden, da der Metallfilm, mit dem die äussere Umfangsfläche der Hülse 30 beschichtet ist, noch weich und elastisch verformbar ist, so dass es möglich ist, auf diese Weise eine luftdichte Verbindung zu erzeugen.

[0092] Anschliessend wird im Schritt S100 ein Anlassen in einem Ofen unter Vakuum vorgenommen, um den Metallfilm zu stabilisieren. Beispielsweise erwärmt man das Werkstück eine Stunde lang auf eine Temperatur von 170°C. Die Ausbildung von Whiskers kann dadurch vermieden werden, dass man an der Grenzfläche des Materials des Matrixfilms und des Materials des Films der Deckschicht die Zusammensetzung einer sich bildenden intermetallischen Verbindung einstellt. Zum Zeitpunkt der Beendigung des Anlassens kann der Zusammenbau ausgeführt werden. Obschon bei der Beschichtung mit einem Metallfilm als Beispiel ein Nassplattieren vorgenommen werden kann, ist die vorliegende Erfindung nicht auf diesen besonderen Verfahrensschritt eingeschränkt, sondern die Beschichtung kann auch nach anderen Methoden erzeugt werden, beispielsweise durch Abscheiden aus einem Dampf, nach einem chemischen Verfahren aus der Gasphase und anderen Möglichkeiten.

[0093] Nach dieser Ausführungsform wird weiterhin nach der Beendigung des Anlassens eine leitfähige Perle E aus Gold oder einem ähnlichen Metall auf das Vorderende der inneren Anschlussdrähte 31a aufgebracht, wobei eine Verbindung erzeugt wird (Schritt S110), bei der die Anschlusselektroden 26, 27, der piezoelektrische Schwingungskörper 2 und die inneren Anschlussdrähte 31a miteinander verbunden werden (Schritt S120). Im Einzelnen bringt man die Enden der inneren Anschlussdrähte 31a und den piezoelektrischen Schwingungskörper 2 an der Stelle der Verbindungsperle E zusammen und setzt die Verbindungsstelle unter einen vorbestimmten Druck, und ausserdem wird die Perle E erhitzt. Auf diese Weise werden die inneren Enden der Anschlussdrähte 31a über die Metallperle E mit den Anschlusselektroden 26, 27 verbunden. Der piezoelektrische Schwingungskörper 2 ist nun elektrisch angeschlossen. Dabei wird der piezoelektrische Schwingungskörper 2 von den Anschlussdrähten 31 gehalten und ist mit diesen Drähten elektrisch verbunden.

[0094] Wie vorstehend beschrieben wurde, wird die Verbindung über die Metallperle durch Erhitzen unter Druck ausgeführt. Es ist jedoch auch möglich, die Verbindung durch Einwirkung von Ultraschall herzustellen.

[0095] Bevor nun eine Versiegelung ausgeführt wird, welche die bei den Verbindungsvorgängen aufgetretenen Verwerfungen beseitigt, wird das Ganze durch Aufheizen auf eine vorbestimmte Temperatur gebrannt (Schritt S130). Danach wird die Frequenz des piezoelektrischen Schwingungskörpers 2 fein eingestellt (Schritt S140). Bei dieser Feineinstellung der Frequenz wird der piezoelektrische Schwingungskörper 2 in Vibration versetzt, indem eine passende Spannung zwischen die äusseren Anschlussdrähte 31b angelegt wird, wobei sich die gesamte Einrichtung in einer Vakuumkammer befindet. Die Feineinstellung der Frequenz wird so vorgenommen, dass der zur Feineinstellung dienende Metallfilm 28b des metallischen Ballastfilms 28 durch Einwirkung von Laserlicht teilweise verdampft wird, wobei die Frequenz ständig gemessen wird. Zur Messung der Frequenz kann so vorgegangen werden, dass das Vorderende einer Sonde, welche nicht dargestellt ist, an die äusseren Anschlussdrähte 31b angelegt wird. Die Frequenz des piezoelektrischen Schwingungskörpers 2 kann auf diese Weise in einem zuvor festgelegten Bereich der Frequenzen eingestellt werden.

[0096] Anstelle der Einstellung der Frequenzen durch teilweise Verdampfung des metallischen Belastungsfilms 28, bei welcher zwecks Grobeinstellung und Feineinstellung Laserlicht einwirkt, kann die Einstellung der Frequenz anstelle des Lasers auch durch die Einwirkung von Argon-Ionen vorgenommen werden. In diesem Falle wird Metall aus dem Ballastfilm 28 durch Bestrahlung mit Argon-Ionen abgetragen.

[0097] Schliesslich wird im Schritt S150 ein Presssitz erzeugt, bei dem der piezoelektrische Schwingungskörper 2 luftdicht mit dem Gehäuse 3 und der Hülse 30 verbunden wird, in welcher sich der piezoelektrische Schwingungskörper 2 befindet. Dabei wird das Gehäuse 3 zunächst mit Presssitz mit der äusseren Umfangsfläche der Hülse 30 verbunden, während sich die Vorrichtung unter vorbestimmter Lasteinwirkung im Vakuum befindet. Anschliessend wird die metallische Beschichtung, die sich aussen an der Umfangsfläche der Hülse 30 befindet, elastisch verformt, und auf diese Weise wird eine luftdichte Verbindung mit Versiegelung durch Kaltschweissen unter Druck erzeugt. Durch diese Vorgänge kann der piezoelektrische Schwingungskörper 2 im Vakuum im Inneren des Gehäuses 3 dicht eingeschlossen werden.

[0098] Weiterhin ist es bevorzugt, vor der Ausführung dieses Versiegelungsschritts Feuchtigkeit und andere an der Oberfläche des Schwingungskörpers adsorbierte Gase zu entfernen, indem das Gehäuse 3 und der Stecker 4 geeignet erwärmt werden.

[0099] Nach allen diesen Behandlungen des Gehäuses 3 wird im Schritt S160 eine Entstörung vorgenommen. Die Entstörung betrifft ein Stabilisieren der Frequenz und des Wertes des Resonanzwiderstandes sowie die Entfernung von metallischen Whiskers, die beim Erzeugen des Presssitzes des Gehäuses 3 durch die Druckkräfte erzeugt werden könnten. Nach Beendigung der Entstörung wird noch eine Prüfung der elektrischen Eigenschaften durchgeführt (Schritt S170). Bei diesem Schritt werden die Resonanzfrequenz, der Wert des Resonanzwiderstandes, der Wert der Erregerspannung (die Erregerleistung, welche von der Resonanzfrequenz und dem Wert des Resonanzwiderstandes abhängt) und auch noch andere Eigenschaften gemessen und überprüft. Auch werden die Eigenschaften des Isolierwiderstandes und andere Eigenschaften überprüft. Schliesslich werden die Dimension und andere sichtbare Eigenschaften durch eine Sichtprüfung des piezoelektrischen Schwingungserzeugers 1 kontrolliert. Damit ist die Serienfertigung des piezoelektrischen Schwingungserzeugers 1, der in Fig. 1 dargestellt ist, beendet.

[0100] Der mit dem piezoelektrischen Schwingungskörper 2 versehene piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 weist eine hohe Qualität aus und kann im Vergleich zu den entsprechenden Produkten des Standes der Technik ausserdem noch kostengünstiger erzeugt werden.

[0101] Der piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 der beschriebenen Ausführungsform befindet sich hermetisch abgeschlossen in einem becherförmigen Gehäuse 3. Aus diesem Grunde kann der piezoelektrische Schwingungskörper 2 in Schwingungen versetzt werden, ohne durch Staub oder Feuchtigkeit negativ beeinflusst zu werden. Der piezoelektrische Schwingungskörper 2 schwingt äusserst genau über lange Zeiträume.

[0102] Weiterhin ist zu bemerken, dass bei der beschriebenen Ausführungsform die Herstellung am Beispiel eines piezoelektrischen Schwingungserzeugers 1 mit einem piezoelektrischen Schwingungskörper 2 nach Art einer Stimmgabel beschrieben wurde, aber dass die Erfindung keineswegs auf diesen besonderen piezoelektrischen Schwingungserzeuger 1 eingeschränkt ist.

[0103] Wie in Fig. 10 dargestellt ist, kann nach der Erfindung auch ein Schwingungserzeuger mit veränderlicher Dicke (piezoelektrischer Schwingungserzeuger 60) hergestellt werden, welcher einen Schwingungskörper mit veränderlicher Dicke (piezoelektrischer Schwingungskörper 61) aufweist. Der dickenveränderliche Schwingungskörper 61 enthält eine piezoelektrische Schwingplatte 62, die, ausgehend vom plattenförmigen Wafer S mit konstanter Dicke, mit einer Elektrode 66 (enthaltend eine Erreger Elektrode 63), einer Ableitungselektrode 64 und einer Anschlusselektrode 65 ausgerüstet ist. Die piezoelektrische Schwingplatte 62 weist beispielsweise eine rechteckige Form der äusseren Begrenzung auf, und die beiden Erreger Elektroden 63 liegen über die Dicke der Platte an gegenüberliegenden Seiten einander gegenüber. An einem Endbereich der piezoelektrischen Platte 62 befindet sich die Anschlusselektrode 65, die elektrisch mit der Erreger Elektrode 63 über die Ableitungselektrode 64 verbunden ist. Schliesslich ist die Anschlusselektrode 65 mit der Erreger Elektrode 63 an einer Seite der Anschlusselektrode 65 verbunden, und auf der anderen Seite der piezoelektrischen Platte 62 befindet sich ebenfalls eine Anschlusselektrode 65, die mit einer Erreger Elektrode 63 verbunden ist. Die Anschlusselektrode 65

auf einer Seite der piezoelektrischen Platte 62 ist mit Hilfe einer Seitenelektrode 67 elektrisch mit der Anschlusselektrode 65 verbunden, die sich auf der anderen Seite der piezoelektrischen Platte 62 auf einer Seitenfläche befindet.

[0104] Der dickenveränderliche Schwingungserzeuger 60, der wie oben beschrieben aufgebaut ist, kann mit einer hohen Qualität und mit niedrigen Kosten mit einem Schwingungskörper 61 mit veränderlicher Dicke erzeugt werden, da der dickenveränderliche Schwingungserzeuger 60 nach dem oben beschriebenen Verfahren zur Herstellung des piezoelektrischen Schwingungskörpers erzeugt werden kann.

[0105] Weiterhin ist es möglich, einen Schwingungserzeuger 1 zur Oberflächenmontage zu fabrizieren, bei dem der piezoelektrische Schwingungserzeuger 70 mittels eines Körpers aus geschmolzenem Harz 71 zur Oberflächenmontage umfunktioniert ist.

[0106] Wie es in Fig. 11 und Fig. 12 gezeigt ist, besteht der Schwingungserzeuger 70 zur Oberflächenmontage zunächst aus dem piezoelektrischen Schwingungserzeuger 1, der mit Hilfe des Körpers 71 aus geschmolzenem Harz und mit vorbestimmter Form verfestigt werden kann, und äusseren Anschlüssen 72, die einseitig elektrisch mit den Anschlussdrähten 31b verbunden sind und mit der anderen Seite elektrisch nach aussen gegen eine untere Fläche des Harzkörpers 71 führen.

[0107] Der äussere Verbindungsanschluss 72 ist unten flach und besteht aus Metall, beispielsweise aus Kupfer oder einem ähnlichen leitfähigen Material. Durch Befestigung des piezoelektrischen Schwingungserzeugers 1 mittels geschmolzenem Harz 71 kann dieser piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 beispielsweise an einer Leiterplatte oder an ähnlichen ebenen Flächen stabil befestigt werden, und dadurch kann der piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 leichter Verwendung finden und bequemer befestigt werden.

[0108] Als Nächstes soll eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Oszillators unter Bezugnahme auf Fig. 13 besprochen werden.

[0109] Wie in Fig. 13 dargestellt ist, weist ein Oszillator 100 dieser Ausführungsform als Schwingungskörper den piezoelektrischen Schwingungserzeuger 1 auf, der elektrisch mit einer integrierten Schaltung 101 verbunden ist. Der Oszillator 100 besitzt weiterhin eine Leiterplatte 103, auf der elektronische Bauteile 102 befestigt sind, etwa ein Kondensator oder andere Teile. Die Leiterplatte 103 ist zusammen mit der integrierten Schaltung 101 als Oszillator ausgebildet, und in der Nähe der integrierten Schaltung 101 befindet sich der piezoelektrische Schwingungserzeuger 1. Das elektronische Bauteil 102, die integrierte Schaltung 101 und der piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 sind wie üblich durch Leiterbahnen elektrisch miteinander verbunden, was aber nicht dargestellt ist. Ausserdem nicht dargestellt sind elektrische oder elektronische Bauteile, die mit einem Harz vergossen sind.

[0110] Wenn an den Oszillator 100, der wie beschrieben aufgebaut ist, eine Spannung angelegt wird, die an den piezoelektrischen Schwingungserzeuger 1 weitergeleitet wird, so wird der piezoelektrische Schwingungskörper 2 im Inneren des piezoelektrischen Schwingungserzeugers 1 in Vibration versetzt. Diese Vibration wird über die piezoelektrische Eigenschaft in ein elektrisches Signal umgewandelt, das am piezoelektrischen Schwingungskörper 2 anliegt, und gelangt als elektrisches Signal an den Eingang der integrierten Schaltung 101. In dieser Schaltung wird das eingegebene elektrische Signal auf verschiedene Weise verarbeitet und von der integrierten Schaltung 101 als Frequenzsignal ausgegeben. Auf diese Weise arbeitet der piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 als Oszillator.

[0111] Die integrierte Schaltung 101 kann so ausgewählt werden, dass sie auch noch andere Funktionen enthält, beispielsweise eine Einstellmöglichkeit des Datums oder der Uhrzeit für den Betrieb des Gerätes oder einer äusseren Vorrichtung, die Angabe der Uhrzeit, des Datums oder noch anderer Funktionen, zusätzlich zur Funktion als Oszillator, beispielsweise für einen Zeitmesser oder ähnliche Geräte durch Auswahl der RTC (Real Time Clock) usw. in Übereinstimmung mit einer Abfrage.

[0112] Beim Einbau in den Oszillator 100 gemäss dieser Ausführungsform, der oben beschrieben wurde, kann der darin enthaltene piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 nach der Erfindung mit hoher Qualität und mit niedrigen Kosten erzeugt werden, und dadurch wird auch der Oszillator 100 mit niedrigen Kosten und mit hochqualitativen Eigenschaften zugänglich. Ausserdem liefert der Oszillator ein sehr genaues und hochkonstantes Frequenzsignal, welches über eine lange Zeitdauer stabil ist.

[0113] Als Nächstes soll eine Erläuterung einer Ausführungsform gegeben werden, bei der ein elektronisches Gerät nach vorliegender Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 14 vorgestellt wird. Dieses elektronische Gerät wird in Form eines Aufbauschemas beschrieben, das einen tragbaren Informationsapparat 110 mit dem piezoelektrischen Schwingungserzeuger 1 umfasst. Dieses tragbare Informationsgerät 110 der zu beschreibenden Ausführungsform wird zum Beispiel als Mobiltelefon ausgebildet und kann eine Armbanduhr des Standes der Technik verbessern. Das Gerät ist ähnlich wie eine Armbanduhr ausgebildet, und eine Flüssigkristallanzeige ist vorgesehen, welche auf einem Anzeigeschirm die gewählte Nummer und die genaue Zeit anzeigt. Bei der Verwendung als nachrichtentechnisches Gerät wird das elektronische Gerät vom Handgelenk abgenommen und kann ähnlich wie ein Mobiltelefon als Nachrichtengerät dienen, zum Beispiel wie ein bekanntes Mobiltelefon, das an der Innenseite eines Bandes einen Lautsprecher und ein Mikrophon aufweist. Dieses elektronische Gerät ist äusserst klein und leicht ausgeführt im Vergleich mit den Mobiltelefonen des Standes der Technik.

[0114] Nun soll dieses mobile Informationsgerät 110 der betreffenden Ausführungsform erläutert werden. Wie in Fig. 14 gezeigt ist, weist das Informationsgerät 110 den piezoelektrischen Schwingungserzeuger 1 sowie eine Energiequelle 111

zur Energieversorgung auf. Dabei besteht die Energiequelle 111 aus einer aufladbaren Lithiumbatterie. Die Energiequelle 111 liegt parallel an einer Steuerschaltung 112, die verschiedene Steuerungen ausführt, an einem Zeitzähler 113, einer Kommunikationsschaltung 114 zur Ausführung einer Kommunikationsverbindung mit der Umgebung, einer Anzeige 115 zur Anzeige verschiedener Informationen, und einer Spannungsprüfschaltung 116 zur Ermittlung der Spannungen der einzelnen Funktionsgruppen. Weiterhin wird Energie von der Energiequelle 111 an die einzelnen Funktionsschaltungen geliefert.

[0115] Die Steuerschaltung 112 steuert das gesamte System zur Übertragung und zum Empfang von Sprachdaten, zum Messen oder zur Anzeige der Uhrzeit und anderer Informationen durch Überwachung der einzelnen Funktionsschaltungen. Ausserdem weist die Steuerschaltung 112 einen Festwertspeicher auf, der vorgängig mit Programmen versehen wurde, sowie eine Zentraleinheit CPU zum Auslesen und zur Ausführung der im Festspeicher ROM befindlichen Programme und auch einen flüchtigen Speicher RAM zur Zusammenarbeit mit der Zentraleinheit CPU.

[0116] Der Zeitzähler 113 besitzt eine integrierte Schaltung mit einer Oszillatorschaltung, einer Registerschaltung, einer Zählerschaltung und den erforderlichen Schnittstellen sowie den piezoelektrischen Schwingungserzeuger 1. Wenn an den piezoelektrischen Schwingungserzeuger 1 eine Spannung angelegt wird, so tritt der piezoelektrische Schwingungskörper 2 in Schwingungen, und die Vibration wird in einem piezoelektrischen Element, beispielsweise einem Quarz, in ein elektrisches Signal umgewandelt. Dieses wird als elektrisches Signal in die Oszillatorschaltung eingespeist. Ein Ausgang der Oszillatorschaltung wird durch die Registerschaltung in Binärdaten umgewandelt und diese gezählt. Weiterhin wird ein Signal über Schnittstellenschaltungen in die Steuerschaltung 112 eingeleitet und von dieser ausgegeben, und die Uhrzeit, das Datum und andere Zeitinformationen werden auf der Anzeige 115 dargestellt.

[0117] Der Kommunikationsteil 114 weist Funktionen auf, die denjenigen bekannter Mobiltelefone ähnlich sind, und enthält eine drahtlose Schaltung (Funkschaltung) 117, eine Sprachverarbeitungsschaltung 118, eine Verbindungsschaltung 119, einen Verstärker 120, eine Schaltung zur Eingabe und zur Ausgabe von Sprache 121, eine Schaltung zur Eingabe einer Telefonnummer 122, einen Tongenerator 123 sowie eine Anrufspeicherschaltung 124.

[0118] Die drahtlose Steuerschaltung 117 empfängt oder sendet über eine Antenne 125 verschiedene Daten, beispielsweise Sprachdaten, im Austausch mit einer Basisstation. In der Sprachverarbeitungsschaltung 118 wird ein Sprachsignal kodiert und dekodiert, welches von der Funkschaltung 117 oder dem Verstärker 120 kommt. Der Verstärker 120 verstärkt ein Signal der Sprachverarbeitungsschaltung 118 oder der Schaltung 121 zur Aufnahme und Ausgabe von Sprache auf ein vorbestimmtes Niveau. Die Schaltung zur Aufnahme und Ausgabe von Sprache 121 besteht aus einem Lautsprecher, einem Mikrofon oder ähnlichen Elementen zur hörbaren Ausgabe von Sprache oder zu deren Aufnahme.

[0119] Der Tongenerator 123 für eintreffenden Ton erzeugt den von der Basisstation ankommenden Anruf. Die Schaltgruppe 119 schaltet den Verstärker 120 lediglich dann auf die Sprachverarbeitungsschaltung 118 und die Tonerzeugungsschaltung 123 für ankommende Sprache, wenn ein Signal empfangen wird, und dann wird der Tongenerator 123 für Anrufe über den Verstärker 120 mit der Schaltung für Spracheingang und -ausgang 121 zusammengeschaltet.

[0120] Der Anrufspeicher 124 enthält ein Programm, welches auf die Steuerung ausgehender und ankommender Anrufe zur Kommunikation eingerichtet ist. Weiterhin enthält die Vorrichtung 122 zur Eingabe von Telefonnummern Zifferntasten 0 bis 9 sowie andere Tasten, und eine Telefonnummer für eine Sprechverbindung oder andere Verbindungen wird durch Betätigung der Zifferntasten gewählt.

[0121] Wenn eine Spannung, die an den einzelnen Funktionsbereichen der Steuerschaltung 112, von der Energieversorgung 111 kommend, anliegt und dann unter einen vorbestimmten Wert fällt, ermittelt die Spannungsprüfschaltung 116 den Spannungsabfall und informiert die Steuerschaltung 112. In diesem Zusammenhang ist unter der vorbestimmten Spannung ein Wert zu verstehen, der zuvor als minimale Spannung für einen stabilen Betrieb der Kommunikationsschaltungen 114 anzusehen ist, wobei dieser Minimalwert beispielsweise etwa 3V ist. Die Steuerschaltung 112, die von der Spannungsprüfschaltung 116 vom Spannungsabfall informiert wurde, sperrt nun den Betrieb der drahtlosen Schaltung 117, der Sprachverarbeitungsschaltung 118, der Schaltergruppe 119 und des Tongenerators 123. Insbesondere ist es unabdingbar, die Funkschaltung 117 abzuschalten, welche viel Strom verbraucht. Weiterhin wird in diesem Falle auf der Anzeige 115 eine Mitteilung angezeigt, dass die Kommunikationsschaltungen 114 wegen einer Störung der Batteriespannung ausser Betrieb gelangt sind.

[0122] Dabei wird der Betrieb der Kommunikationsschaltungen 114 unterbrochen, und die Mitteilung kann auf der Anzeige 115 durch die Spannungsprüfschaltung 116 und die Steuerschaltung 112 ausgegeben werden. Obschon die Nachricht mit Worten angezeigt werden kann, ist es möglich, eine Prüfmарkierung (x) zusammen mit einem Telefon-Ikon oben am Anzeigeschirm 115 als zusätzliche, sofort verständliche Information erscheinen zu lassen.

[0123] Wenn eine Schaltung 126 vorgesehen wird, die in der Lage ist, die Stromversorgung von bestimmten Schaltungen der Schaltungsgruppe 114 selektiv für die Kommunikation abzuschalten, kann die Funktion der Kommunikationsgruppe 114 zuverlässig angehalten werden.

[0124] Wie oben beschrieben wurde, wird für das mobile Informationsgerät 110 der betreffenden Ausführungsform ein hochqualitativer und preisgünstiger piezoelektrischer Schwingungserzeuger 1 zur Verfügung gestellt, und dadurch kann auch das mobile Informationsgerät als solches mit hoher Qualität und zu niedrigen Kosten erstellt werden. Zusätzlich können genaue Zeit- und Datuminformationen, die über lange Zeiträume stabil sind, angezeigt werden.

[0125] Als Nächstes soll eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Funkuhr unter Bezugnahme auf Fig. 15 vorgestellt werden.

[0126] Wie in Fig. 15 gezeigt ist, enthält eine Funkuhr 130 dieser Ausführungsform einen piezoelektrischen Schwingungserzeuger 1, der elektrisch mit einer Filterschaltung 131 verbunden ist, und diese Funkuhr ist mit einer Funktion ausgestattet, die eine automatische Zeitkorrektur vornimmt, wobei diese Funktion durch Empfang eines Standard-Funksignals verwirklicht wird, welches eine Zeitinformation enthält.

[0127] In Japan befinden sich Funksender (Sendestationen) zum Senden einer Standard-Funkwelle im Gebiet von Fukushima (40 kHz) und im Gebiet von Saga (60 kHz), welche Standard-Funkwellen verbreiten. Die Langwellenfrequenzen von 40 kHz oder 60 kHz werden vom Boden aus gesendet und an der Ionosphäre reflektiert, und diese beiden Sender überdecken daher ganz Japan.

[0128] Ein funktioneller Aufbau der Funkuhr 130 soll nun in Einzelheiten erläutert werden.

[0129] Eine Antenne 132 empfängt das Standard-Funksignal des Langwellensenders mit einer Frequenz von 40 kHz oder 60 kHz. Das Standard-Funksignal der Zeitinformation über Langwelle, das als Zeitcode bezeichnet wird, besteht aus einer amplitudenmodulierten Trägerwelle mit einer Frequenz von 40 kHz oder 60 kHz. Das empfangene Standard-Funksignal wird im Verstärker 133 verstärkt und gefiltert und in der Filterschaltung 131 abgeglichen, welche mehrere piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 enthält. Der piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 gemäss der vorliegenden Erfindung weist jeweils Quarz-Schwingungserzeuger 138, 139 mit Resonanzfrequenzen von 40 kHz und 60 kHz, d.h. die gleichen Frequenzen wie die Trägerfrequenzen, auf.

[0130] Sodann wird das gefilterte Signal mit der vorbestimmten Frequenz ermittelt und in einer Schaltung 134 gleichgerichtet und decodiert.

[0131] Anschliessend wird dem Signal in einer Wellenformschaltung 135 ein Zeitcode entnommen und in der Zentraleinheit (CPU) 136 gezählt. Die Zentraleinheit CPU 136 liest aus dem Signal die Informationen über das laufende Jahr, das Datum, den Wochentag, die Zeit und noch andere Daten aus. Die ausgelesenen Informationen werden der RTC-Schaltung 137 übermittelt, und eine genaue Zeitinformation wird angezeigt.

[0132] Da die Trägerwelle mit einer Frequenz von 40 kHz oder 60 kHz arbeitet, ist es bevorzugt, einen Schwingungserzeuger mit der Struktur einer Stimmgabel in den Quarz-Schwingungserzeugerschaltungen 138 und 139 zu verwenden.

[0133] Obschon in den oben stehenden Erläuterungen auf das japanische Beispiel abgestellt wurde, kann die Frequenz des Standard-Funksignals in der Langwelle unterschiedlich sein. Beispielsweise wird in Deutschland für das Standard-Funksignal eine Trägerfrequenz von 77,5 kHz verwendet. Wenn die erfindungsgemässe Funkuhr 130 in anderen Ländern funktionieren soll, muss also ein piezoelektrischer Schwingungserzeuger 1 eingebaut werden, dessen Resonanzfrequenz von derjenigen der japanischen Funkuhr abweichen kann.

[0134] Bei der eben beschriebenen Ausführungsform einer Funkuhr 130 ist in dieser der erfindungsgemässe piezoelektrische Schwingungserzeuger 1 eingebaut, der hochwertig und mit niedrigen Kosten hergestellt werden kann, und daher besitzt die entsprechende Funkuhr ebenfalls eine hochqualitative Ausstattung und kann mit geringeren Kosten erzeugt werden. Darin wird die Zeit mit hoher Präzision gezählt und ist über lange Zeiträume stabil.

[0135] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen eingeschränkt. Zahlreiche Änderungen und Verbesserungen sind im Rahmen des Beanspruchten möglich, ohne dass der Schutzbereich der Erfindung verlassen wird.

[0136] Beispielsweise beschreiben die Ausführungsformen einen Wafer S mit vier Durchgangslöchern 40, aber es können auch nur zwei anstelle von vier Löchern angebracht werden.

[0137] Die Querschnittsform der Durchgangslöcher 40, d.h. bei einer Draufsicht des Wafers S, ist als kreisförmig beschrieben. Die Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt; es können vieleckige Löcher vorgesehen werden. Es ist jedoch bevorzugt, das Durchgangsloch an einer Ecke des Wafers anzubringen (eine gerade Linie schneidet eine gerade Linie in R-Form – glatte Kurve). Dadurch können im Wafer S keine Risse auftreten, wenn der Eckbereich besonders beansprucht wird. Absplittende Teile oder Risse werden am Wafer S vermieden. Durchgangslöcher 40 mit kreisförmigem Querschnitt werden bevorzugt.

[0138] Der vordere Bereich der Einsatzstifte 47 ist verjüngt ausgeführt, wie es in den Fig. 16A und 16B gezeigt ist. Die Verjüngung kann durch Abschrägen der C-Fläche erzeugt werden. Auch ist der Einsatzstift 47 als Kreiszylinder beschrieben. Auf diese Form ist die Erfindung jedoch nicht eingeschränkt, und wie es in den Fig. 17A, 17B, 18A und 18B dargestellt ist, kann der Einsatzstift 47 auch andere prismatische Formen aufweisen, nämlich mit vieleckigem Querschnitt, beispielsweise quadratisch oder sechseckig. Der kreisförmige Querschnitt ist jedoch wegen des Fehlens von Ecken bevorzugt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Serienherstellung von piezoelektrischen Schwingungskörpern, von denen jeder eine piezoelektrische Platte aus einem piezoelektrischen Material enthält, sowie eine an einer Aussenfläche der piezoelektrischen Platte

angeformte Elektrode zur Erzeugung einer Schwingung der piezoelektrischen Platte, wenn eine vorbestimmte Spannung an die Elektrode angelegt wird, unter Verwendung eines Wafers, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte: Erzeugung der äusseren Form der piezoelektrischen Platten auf dem Wafer und gleichzeitiges Einarbeiten von mindestens zwei Durchgangslöchern in den Wafer, deren Mittelpunkte bzw. Mittelachsen Bezugspunkte für die Bearbeitung bilden, durch photolithographisches Ätzen des Wafers;

Aufspannen des Wafers auf eine Haltevorrichtung, wobei zunächst die Haltevorrichtung erzeugt wird, indem eine ebene Platte mit nach oben stehenden Einsatzstiften versehen wird, deren Anzahl und Anordnung gleich der Anzahl und Anordnung der Durchgangslöcher im Wafer ist, worauf der Wafer auf die Haltevorrichtung derart aufgesetzt wird, dass die Stifte in die Durchgangslöcher eingeführt werden;

Erzeugung von Elektroden durch mustergemässes Aufbringen eines Elektrodenfilms auf äussere Oberflächen aller piezoelektrischen Platten; und

Trennen der einzelnen erzeugten piezoelektrischen Platten vom Wafer;

wobei das Positionieren des Wafers bei der Erzeugung der Elektroden und dem Trennen der piezoelektrischen Platten gegenüber einem Bezugspunkt im Zentrum der Durchgangslöcher erfolgt.

2. Verfahren zur Serienherstellung von piezoelektrischen Schwingungskörpern nach Anspruch 1, bei dem im Verlauf der Erzeugung der äusseren Form das Durchgangsloch derart angebracht wird, dass ein Randbereich davon R-Form aufweist, wenn der Wafer im Grundriss betrachtet wird.
3. Verfahren zur Serienherstellung von piezoelektrischen Schwingungskörpern nach Anspruch 1, bei dem im Verlauf der Erzeugung der äusseren Form das Durchgangsloch kreisförmig ausgebildet wird, wenn der Wafer im Grundriss betrachtet wird.
4. Piezoelektrischer Schwingungskörper, erhalten nach dem Verfahren zur Serienherstellung von piezoelektrischen Schwingungskörpern nach einem der Ansprüche 1 bis 3.
5. Piezoelektrischer Schwingungserzeuger, enthaltend den piezoelektrischen Schwingungskörper nach Anspruch 4.
6. Oszillator, enthaltend den piezoelektrischen Schwingungserzeuger nach Anspruch 5, der mit einer integrierten Schaltung als Schwingkreis elektrisch verbunden ist.
7. Elektronisches Gerät, enthaltend den piezoelektrischen Schwingungserzeuger nach Anspruch 5, der mit einem Zeitähler elektrisch verbunden ist.
8. Funkuhr, enthaltend den piezoelektrischen Schwingungserzeuger nach Anspruch 5, der mit einem Filterglied elektrisch verbunden ist.
9. Wafer zur Verwendung bei der Herstellung eines piezoelektrischen Schwingungskörpers, welcher eine piezoelektrische Platte aus einem piezoelektrischen Material sowie eine an einer Aussenfläche der piezoelektrischen Platte angeformte Elektrode zur Erzeugung einer Schwingung der piezoelektrischen Platte aufweist, wenn eine vorbestimmte Spannung an die Elektrode angelegt wird, wobei der Wafer zwei oder mehrere Durchgangslöcher, welche durch photolithographisches Ätzen erzeugt sind, sowie mehrere piezoelektrische Platten, enthält, deren äussere Form durch Ätzen gleichzeitig mit den Durchgangslöchern erzeugt wurden, wobei die Mittelpunkte der Durchgangslöcher Bezugspunkte darstellen; wobei der Mittelpunkt des Durchgangsloches als Bezugspunkt dient, bis der piezoelektrische Schwingungskörper fertig gestellt ist.
10. Wafer nach Anspruch 9, bei dem das Durchgangsloch derart angebracht ist, dass ein Eckbereich R-förmig ausgebildet ist, wenn der Wafer in Draufsicht betrachtet wird.
11. Wafer nach Anspruch 9, bei dem das Durchgangsloch kreisförmig erscheint, wenn der Wafer in Draufsicht betrachtet wird.
12. Haltevorrichtung zum Aufspannen des Wafers gemäss einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die Haltevorrichtung eine ebene Platte, auf deren Oberseite der Wafer platziert wird; und Einsatzstifte aufweist, welche eine solche Grösse haben, dass sie von der ebenen Platte nach oben stehen, in die Durchgangslöcher des Wafers passen, und dass ihre Anzahl die gleiche wie diejenige der Durchgangslöcher ist.
13. Haltevorrichtung für einen Wafer nach Anspruch 12, bei welcher der Einsatzstift mit verjüngtem Vorderteil versehen ist.
14. Haltevorrichtung für einen Wafer nach Anspruch 12 oder 13, bei welcher der Einsatzstift die Form eines geraden Kreiszylinders aufweist.

FIG. 1

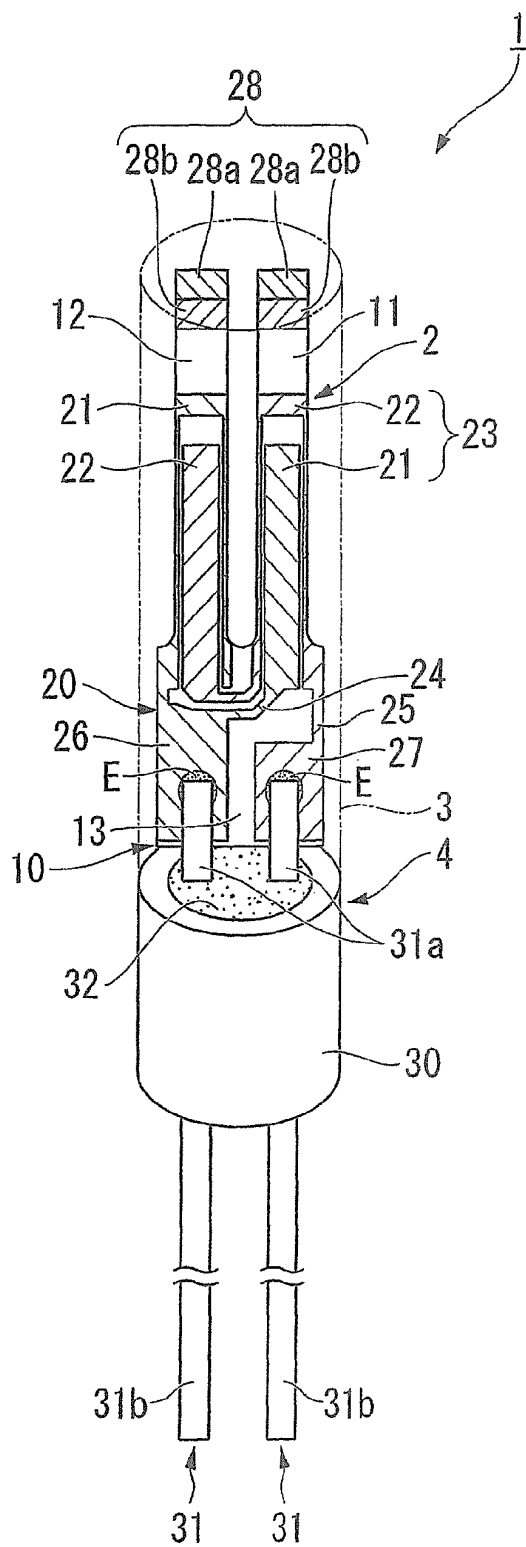


FIG. 2

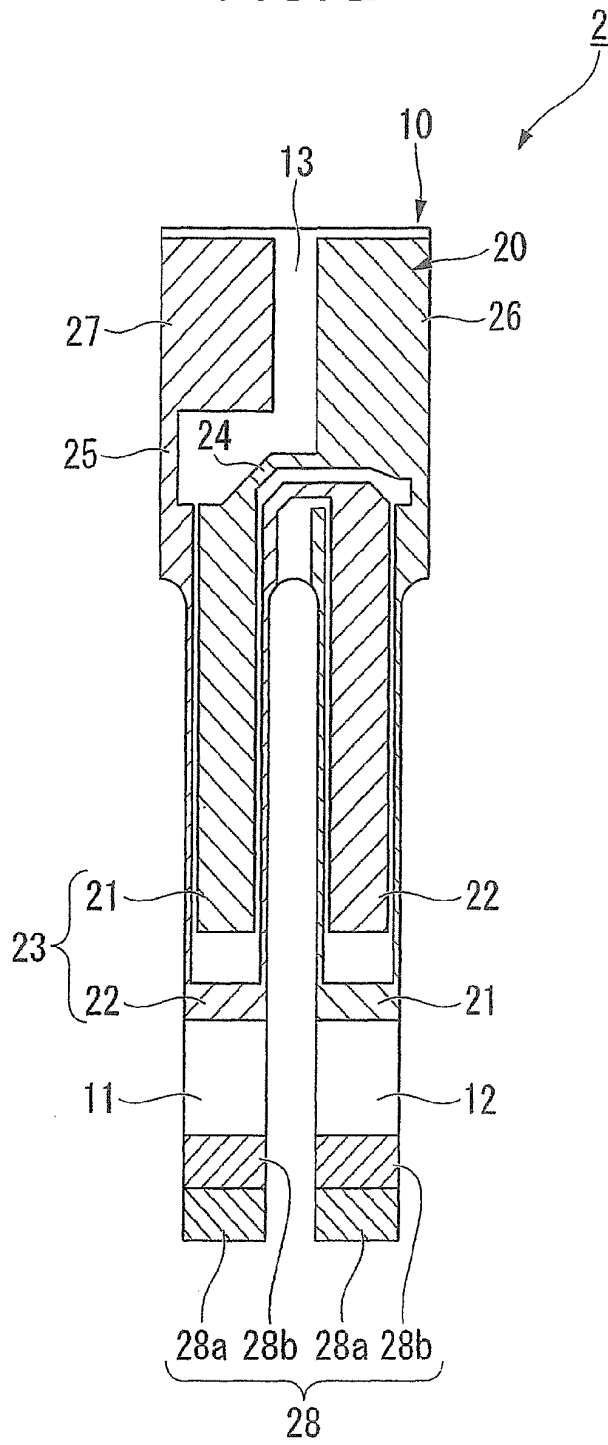


FIG. 3

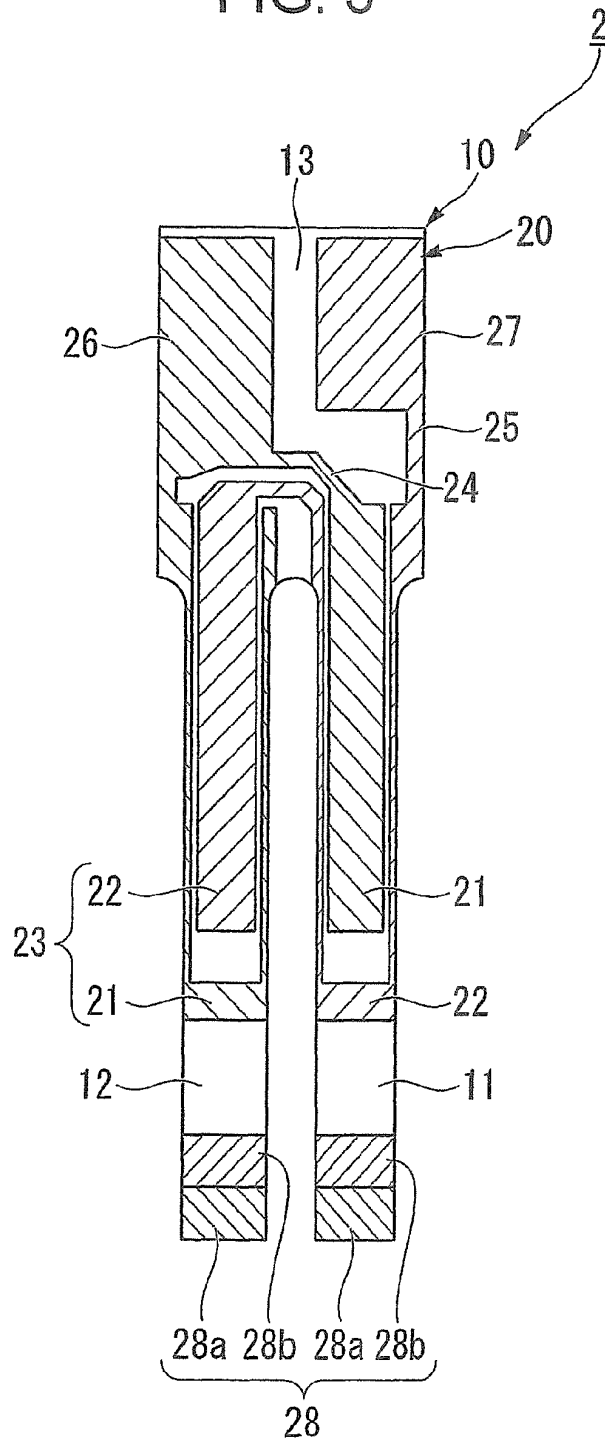


FIG. 4

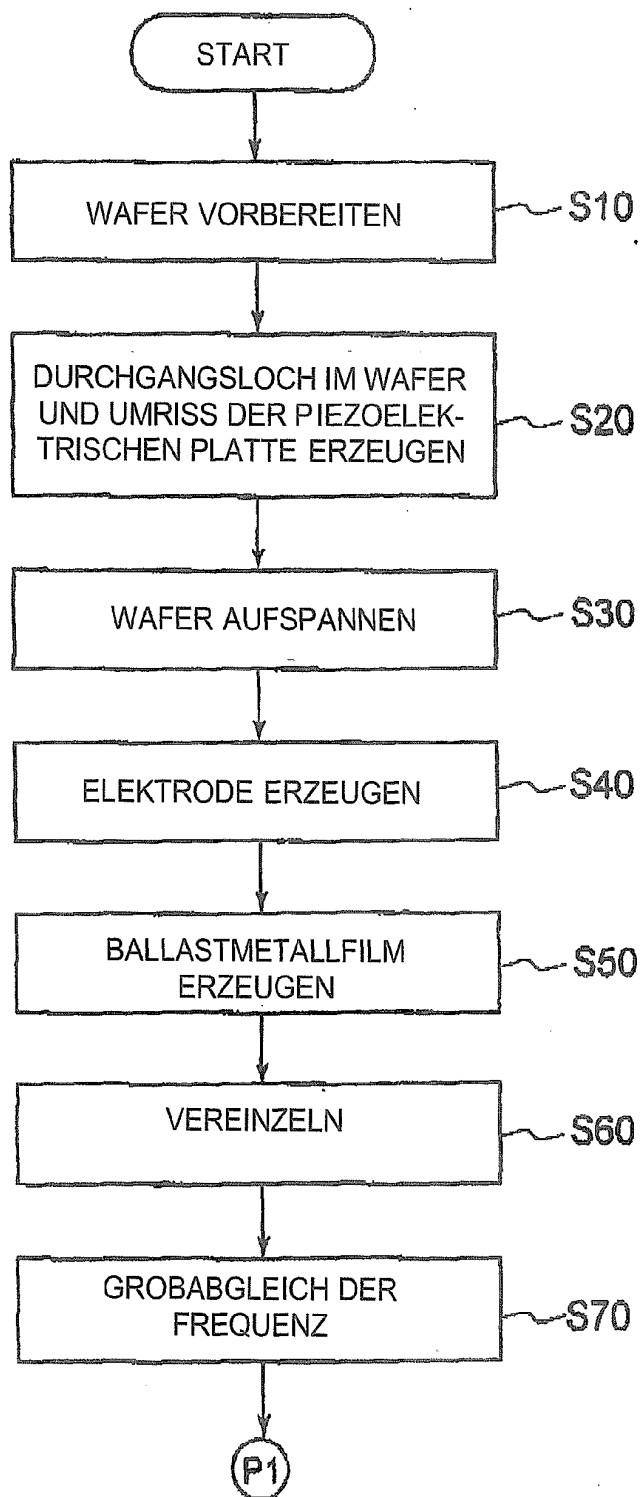


FIG. 5

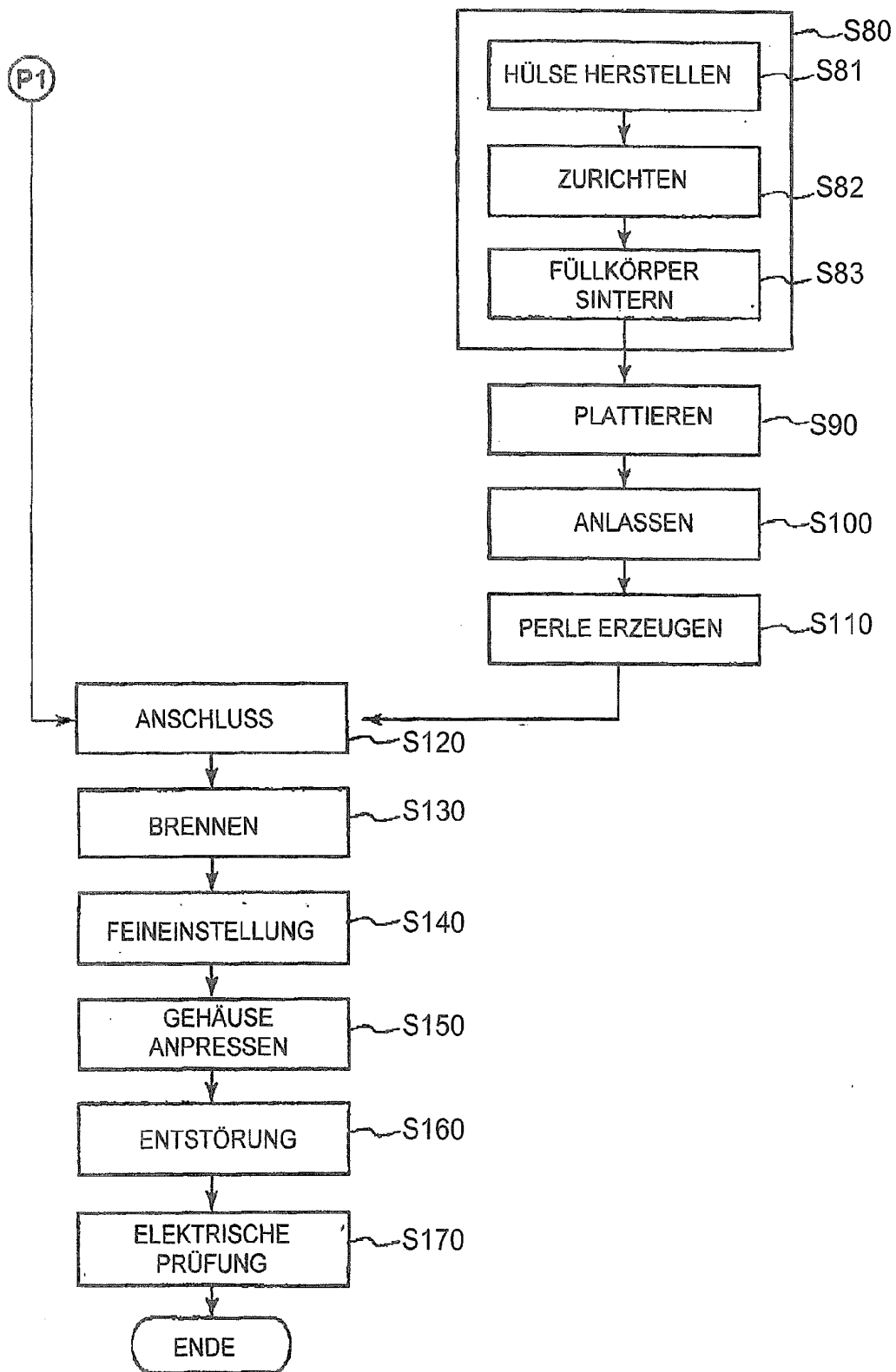


FIG. 6

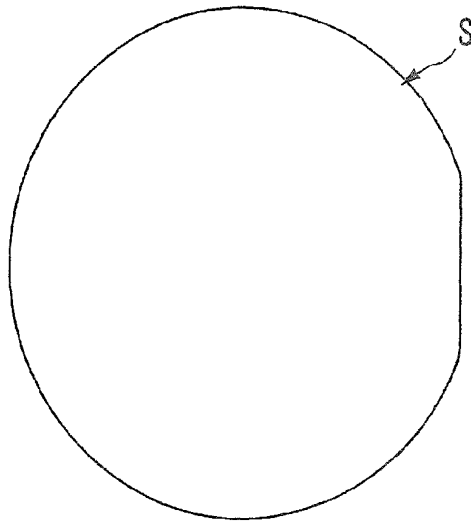


FIG. 7

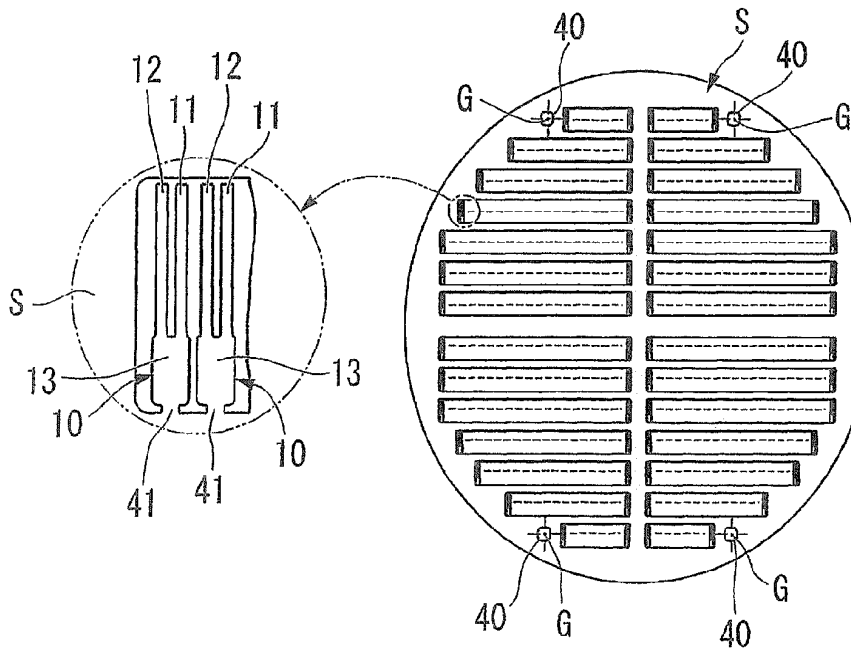


FIG. 8

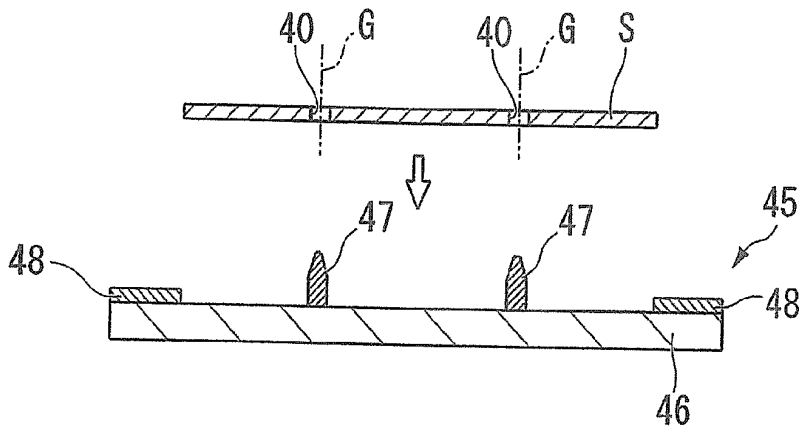
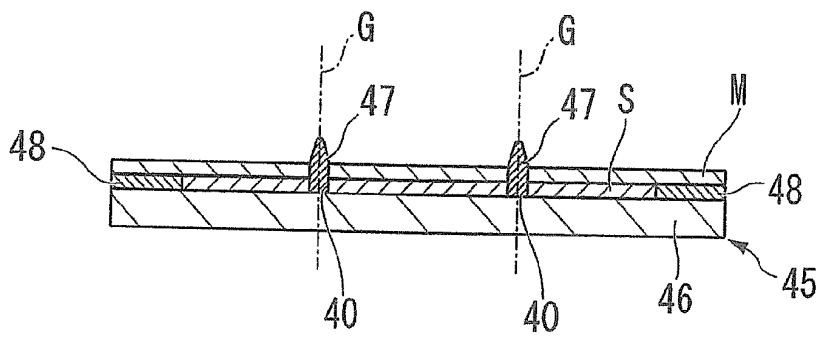


FIG. 9



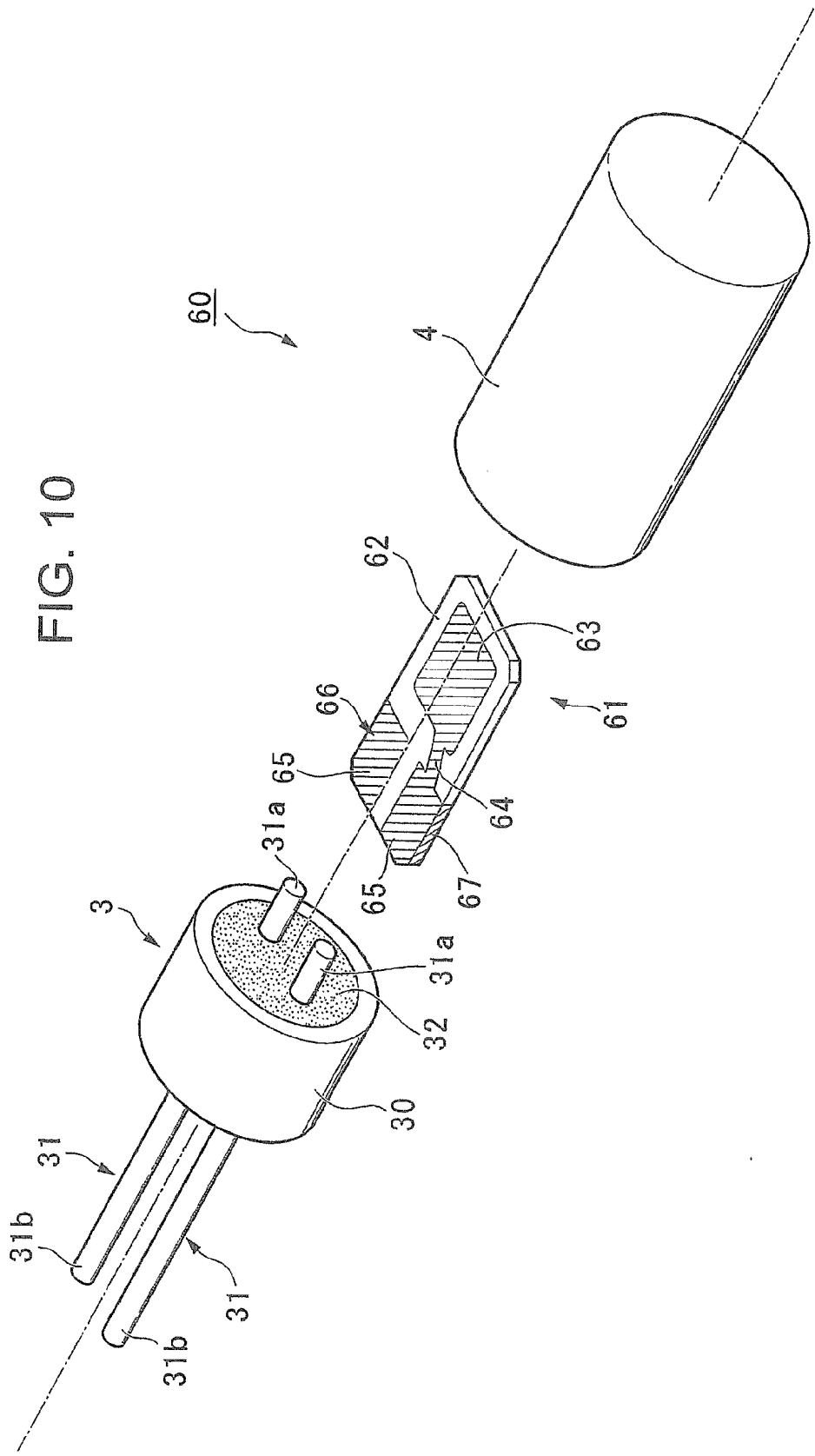


FIG. 10

FIG. 11

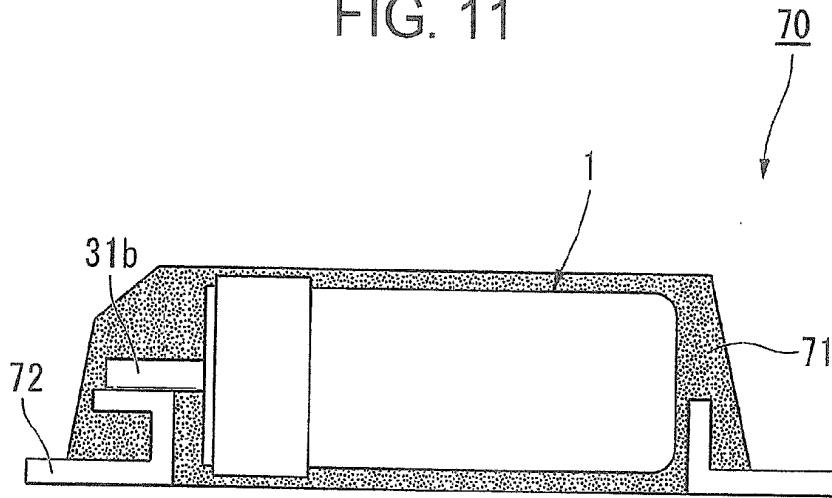


FIG. 12

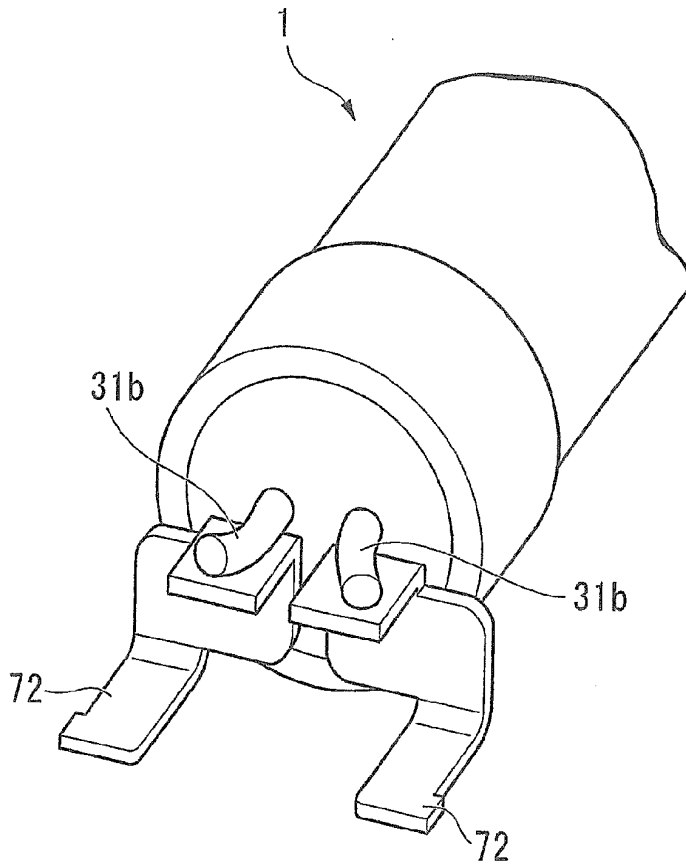


FIG. 13

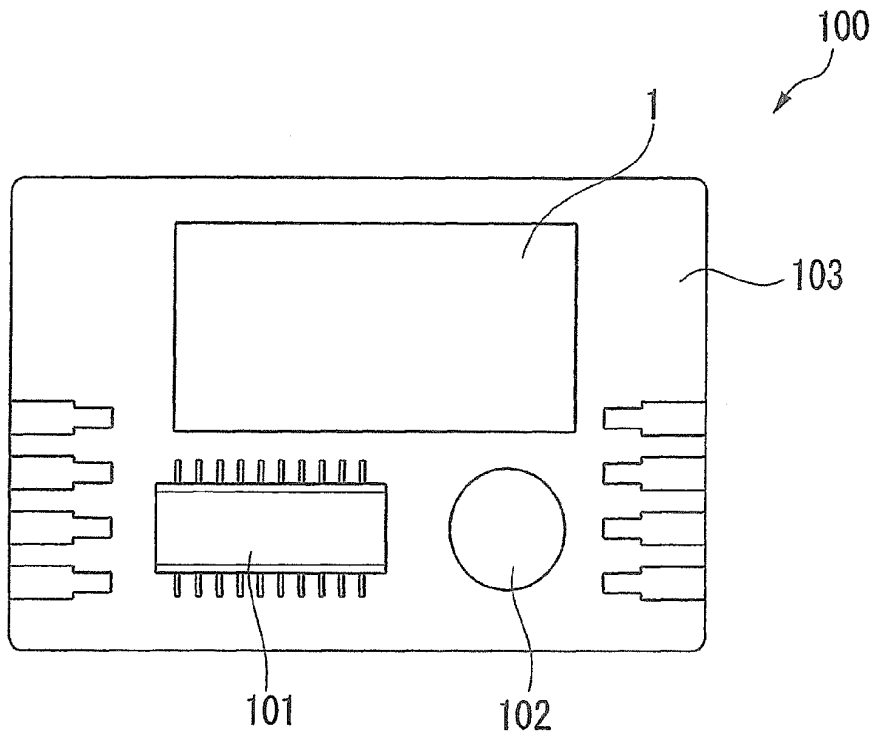


FIG.14

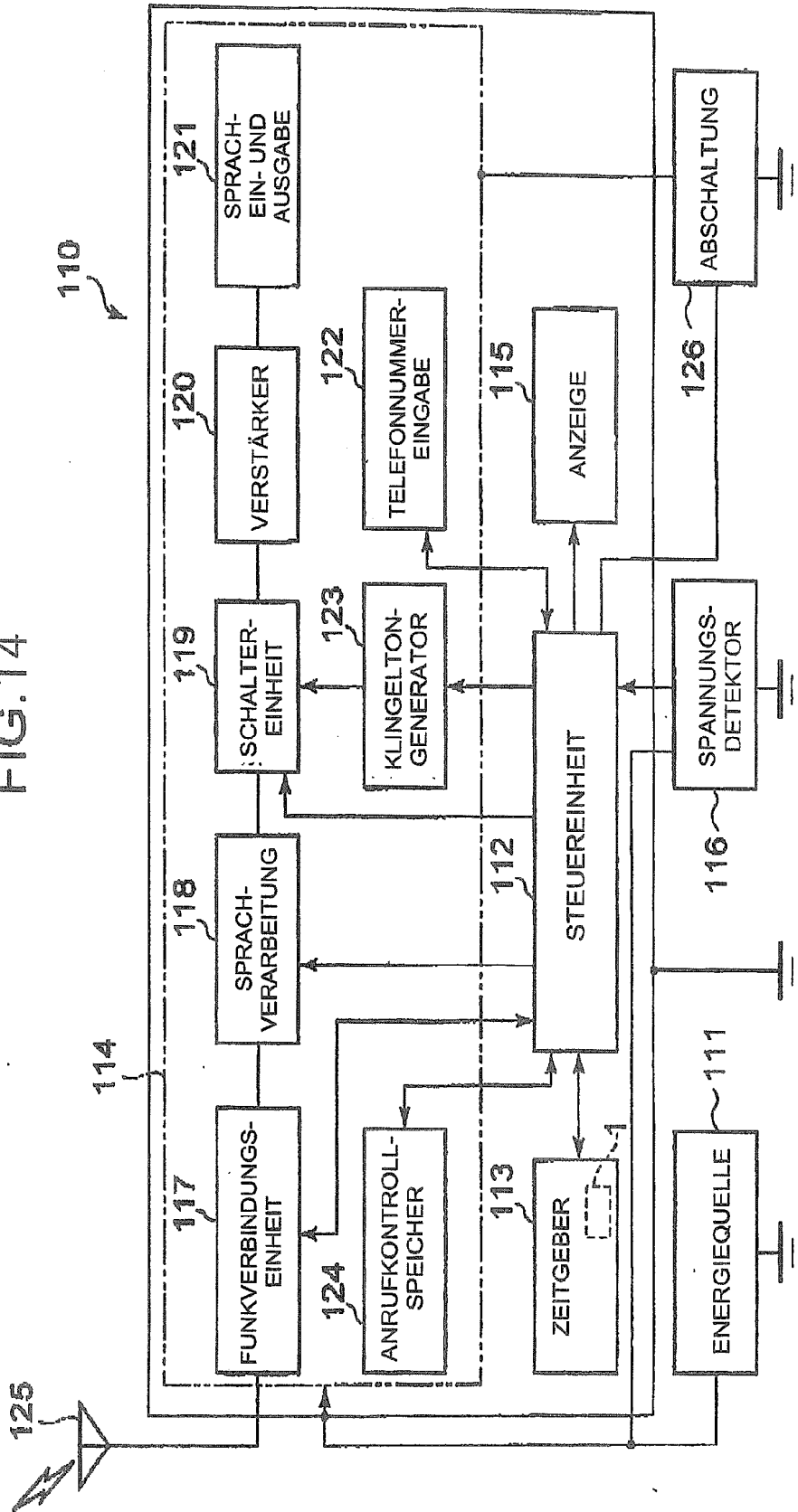


FIG. 15

