

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-172702

(P2009-172702A)

(43) 公開日 平成21年8月6日(2009.8.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 4 B 37/04 (2006.01)	B 2 4 B 37/04	F 3 C 0 5 8
H 0 3 H 3/02 (2006.01)	H 0 3 H 3/02	C 5 J 1 0 8
H 0 1 L 41/09 (2006.01)	H 0 3 H 3/02	A
H 0 1 L 41/18 (2006.01)	H 0 1 L 41/08	C
H 0 1 L 41/22 (2006.01)	H 0 1 L 41/18	1 O 1 A
審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 33 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-12627 (P2008-12627)
 (22) 出願日 平成20年1月23日 (2008.1.23)

(71) 出願人 000002325
 セイコーインスツル株式会社
 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
 (74) 代理人 100079212
 弁理士 松下 義治
 (72) 発明者 藤平 洋一
 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内
 Fターム(参考) 3C058 AA07 AA13 AB03 AB04 AC04
 CA05 CB02 CB04 CB09 DA06
 DA09
 5J108 MM08 MM11

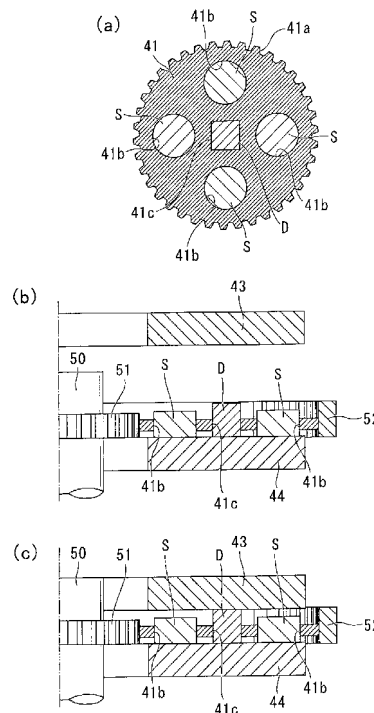
(54) 【発明の名称】 ウエハ研磨装置、ウエハ研磨方法、圧電振動子の製造方法、圧電振動子、発振器、電子機器及び電波時計

(57) 【要約】

【課題】 研磨工程における研磨開始時や研磨初期時において、ウエハにクラックや欠け等の破損が生じてしまうのを防止した、ウエハ研磨装置及びウエハ研磨方法を提供する。

【解決手段】 研磨液を供給しつつウエハSの両面を研磨する研磨装置である。外周縁がギア部41aとされ、ウエハSが収納される保持孔41bが形成された円板状のキャリア41と、ギア部41aを介してキャリア41に嚙み合わせられ、キャリア41を自転させながら公転させる遊星歯車機構と、キャリア41の上下に配置されて、保持孔41bに収納されたウエハSに荷重を加えつつ、ウエハSの両面を挟み込む上定盤43及び下定盤44と、これらの間に研磨液を供給する研磨液供給手段とを備える。キャリア41には、ダミー材Dを保持するダミー材保持部41cが設けられ、ダミー材保持部41cには、保持孔41bに収納されるウエハSの上面より高くなるようにダミー材Dが設けられている。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

研磨液を供給しつつウエハの両面を研磨して、該ウエハの厚みを所定の厚みに調整するウエハ研磨装置であって、

外周縁がギア部とされ、前記ウエハが収納される保持孔が形成された円板状のキャリアと、

前記ギア部を介して前記キャリアに噛合され、該キャリアを自転させながら軸線回りに公転させる遊星歯車機構と、

中心が割り貫かれた円板状に形成され、前記キャリアの上下に配置されて、前記保持孔に収納された前記ウエハに所定の荷重を加えつつ、該ウエハの両面を挟み込む上定盤及び下定盤と、

10

前記上定盤と前記下定盤との間に前記研磨液を供給する研磨液供給手段と、を備え、

前記キャリアは、前記保持孔に収納されるウエハの上面側が該キャリアの上面より突出するように、前記ウエハより薄く形成され、

前記キャリアには、ダミー材を保持するダミー材保持部が設けられ、

前記ダミー材保持部には、前記保持孔に収納されるウエハの上面より高くなるようにダミー材が設けられていることを特徴とするウエハ研磨装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載のウエハ研磨装置において、

前記ダミー材は、前記ウエハより軟質の材料からなっていることを特徴とするウエハ研磨装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のウエハ研磨装置において、

前記ダミー材の重心位置が前記キャリアの重心位置に略一致するように、前記ダミー材保持部が配置されていることを特徴とするウエハ研磨装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載のウエハ研磨装置において、

前記ダミー材保持部が複数設けられ、該ダミー材保持部にそれぞれ前記ダミー材が保持されるよう構成されてなり、

前記複数のダミー材保持部は、保持した複数のダミー材の重心位置が前記キャリアの重心位置に略一致するように、配置されていることを特徴とするウエハ研磨装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のウエハ研磨装置において、

前記下定盤は、前記軸線を中心として、前記キャリアの公転方向とは反対方向に向けて回転することを特徴とするウエハ研磨装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のウエハ研磨装置において、

前記研磨液供給手段は、供給した前記研磨液を回収する研磨液回収手段を有し、回収した研磨液を循環させて再度前記上定盤と前記下定盤との間に供給することを特徴とするウエハ研磨装置。

40

【請求項 7】

請求項 6 に記載のウエハ研磨装置において、

前記研磨液回収手段は、回収した研磨液に含まれる前記ウエハの研磨加工粉を除去するフィルタを有していることを特徴とするウエハ研磨装置。

【請求項 8】

外周縁がギア部とされ、ウエハが収納される保持孔が形成された円板状のキャリアと、前記ギア部を介して前記キャリアに噛合され、該キャリアを自転させながら軸線回りに公転させる遊星歯車機構と、中心が割り貫かれた円板状に形成され、前記キャリアの上下に配置されて、前記保持孔に収納された前記ウエハに所定の荷重を加えつつ、該ウエハの両面を挟み込む上定盤及び下定盤と、前記上定盤と前記下定盤との間に前記研磨液を供給す

50

る研磨液供給手段と、を備えるウエハ研磨装置により、前記研磨液供給手段から研磨液を供給しつつ前記ウエハの両面を研磨し、該ウエハの厚みを所定の厚みに調整する研磨工程を備えたウエハ研磨方法であって、

前記キャリアとしてダミー材を保持するダミー材保持部を設けたものを用意し、

前記研磨工程の前に、前記下定盤上に前記ダミー材保持部を設けたキャリアをセットし、かつ、該キャリアの保持孔にウエハを、その上面が該キャリアの上面より突出するように収納するとともに、前記ダミー材保持部にダミー材を、その上面が前記保持孔に収納されるウエハの上面より高くなるように設けるセット工程を、備えていることを特徴とするウエハ研磨方法。

【請求項 9】

請求項 8 記載のウエハ研磨方法において、

前記ダミー材として、前記ウエハより軟質の材料からなるものを用いることを特徴とするウエハ研磨方法。

【請求項 10】

請求項 8 又は 9 に記載のウエハ研磨方法において、

前記キャリアとして、前記ダミー材の重心位置が前記キャリアの重心位置に略一致するように、前記ダミー材保持部が配置されているものを用意することを特徴とするウエハ研磨方法。

【請求項 11】

請求項 8 又は 9 に記載のウエハ研磨方法において、

前記キャリアとして、前記ダミー材保持部が複数設けられ、該ダミー材保持部にそれぞれ前記ダミー材が保持されるように構成され、かつ、前記複数のダミー材保持部が、保持した複数のダミー材の重心位置が前記キャリアの重心位置に略一致するように、配置されているものを用意することを特徴とするウエハ研磨方法。

【請求項 12】

請求項 8 から 11 のいずれか 1 項に記載のウエハ研磨方法において、

前記研磨工程の際、前記軸線を中心として、前記下定盤を前記キャリアの公転方向とは反対方向に向けて回転させることを特徴とするウエハ研磨方法。

【請求項 13】

請求項 8 から 12 のいずれか 1 項に記載のウエハ研磨方法において、

前記研磨工程の際、供給した前記研磨液を回収すると共に、回収した研磨液を循環させて再度前記上定盤と前記下定盤との間に供給することを特徴とするウエハ研磨方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のウエハ研磨方法において、

前記研磨工程の際、回収した研磨液に含まれる前記ウエハの研磨加工粉を除去することを特徴とするウエハ研磨方法。

【請求項 15】

請求項 8 から 14 のいずれか 1 項に記載のウエハ研磨方法により研磨されたウエハを利用して圧電振動子を一度に複数製造する方法であって、

研磨後の前記ウエハをフォトリソ技術によりエッチングして、該ウエハに複数の圧電振動片の外形形状をパターンニングする外形形成工程と、

複数の前記圧電振動片の外表面上に電極膜をパターンニングして、所定の電圧が印加されたときに圧電振動片を振動させる励振電極と、引き出し電極を介して励振電極に電氣的に接続されるマウント電極と、をそれぞれ形成する電極形成工程と、

複数の前記圧電振動片を前記ウエハから切り離して固片化する切断工程と、

該切断工程後、固片化された前記圧電振動片の前記マウント電極を、一端側が外部に電氣的に接続される外部接続端子の他端側に接合するマウント工程と、

該マウント工程後、前記圧電振動片を封止部材により気密封止する封止工程と、を備えていることを特徴とする圧電振動子の製造方法。

【請求項 16】

10

20

30

40

50

請求項 15 に記載の圧電振動子の製造方法により製造されたことを特徴とする圧電振動子。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の圧電振動子が、発振子として集積回路に電氣的に接続されていることを特徴とする発振器。

【請求項 18】

請求項 16 に記載の圧電振動子が、計時部に電氣的に接続されていることを特徴とする電子機器。

【請求項 19】

請求項 16 に記載の圧電振動子が、フィルタ部に電氣的に接続されていることを特徴とする電波時計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ウエハを研磨加工して所定の厚みに調整するウエハ研磨装置、ウエハ研磨方法、該ウエハ研磨方法を利用して圧電振動子を製造する圧電振動子の製造方法、該製造方法で製造された圧電振動子、これを有する発振器、電子機器及び電波時計に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話や携帯情報端末機器には、時刻源や制御信号等のタイミング源、リフレンス信号源等として水晶等を利用した圧電振動子が用いられている。この種の圧電振動子は、様々なものが知られており、例えば音叉型の圧電振動片を有するものや、厚み滑り振動する圧電振動片を有するもの等が知られている。

ところで、この圧電振動片は、水晶、タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウム等の各種の圧電体から形成されている。具体的には、圧電体の原石を切断してウエハにした後、該ウエハを所定の厚みまで研磨加工する。そして、研磨加工されたウエハを洗浄、乾燥させた後、フォトリソ技術によりエッチング加工して圧電振動片の外形を形成すると共に、所定の金属膜をパターンングして電極を形成する。これにより、1枚のウエハから一度に複数の圧電振動片を作製することができる。

【0003】

このように作製される圧電振動片は、自身の厚みがウエハの厚みに依存するため、前述した研磨加工が品質等を決定付けるために特に重要な工程とされている。通常、研磨加工は、原石から切断されたウエハをある程度の厚みまで粗く研磨するラッピング工程と、該ラッピング工程後、ウエハを鏡面研磨して所定の厚みまで高精度に仕上げるポリッシング工程と、を行っている。

この研磨加工は、一般的に研磨装置を利用して行われている（特許文献1参照）。ここで、従来の研磨装置について図29から図31を参照して簡単に説明する。

【0004】

研磨装置200は、図29及び図30に示すように、サンギア201と、インターナルギア202と、キャリア203とを有している。また、キャリア203の上下には、上定盤204及び下定盤205が配置されている。サンギア201及びインターナルギア202は、共に反時計方向に回転するようになっており、キャリア203を遊星運動させている。すなわち、キャリア203を時計方向に自転させながら、反時計方向に公転させている。

【0005】

キャリア203は、例えば直径数インチの円板からなり、研磨処理前のウエハSに比べて十分に薄く形成されたもので、ウエハSを保持する保持孔203aを複数（本例では5つ）、前記円板の中心に対して放射状に形成したものである。このような構成によってキャリア203は、1つで複数枚（5枚）のウエハSを同時に保持できるようになっており

10

20

30

40

50

、したがって、1回の研磨で複数枚のウエハSを同時に研磨できるようになっている。また、このようなキャリア203は、上定盤204と下定盤205との間において所定角度毎に複数個配置されるようになっており、したがって研磨装置200では、1バッチの研磨で多くの枚数のウエハSを同時に研磨できるようになっている。

【0006】

上定盤204及び下定盤205には、それぞれ対向面に研磨パッドPが着脱可能に固定されている。そして、キャリア203に保持されたウエハSを両定盤204、205で上下から挟み込んでいる。この際、上定盤204は、所定の荷重をウエハSに加えた状態となっている。下定盤205は、キャリア203が公転する方向とは逆方向である反時計方向に回転するようになっている。

また、上定盤204には、図30及び図31に示すように、該上定盤204を貫通して両定盤204、205の間に研磨液Wを供給するための、供給路204aが複数(数十個)形成されている。具体的には、半径R1の内側円、半径R2の中間円、半径R3の外側円に沿って所定間隔毎に形成されている。そして、図示しない供給ホースを介して研磨液Wが供給路204aに供給されるようになっている。これにより、両定盤204、205の間に各供給路204aを介して研磨液Wを供給することができ、研磨液Wを利用してウエハSを研磨することができるようになっている。

【0007】

なお、上定盤204に形成された研磨パッドPには、供給路204aを塞がないように開口が形成されている。また、研磨液Wとしては、微小な粒径の研磨剤が混入されたものが使用される。また、ラッピング工程あるいはポリッシング工程を行う場合には、通常、同一の構成ではあるものの、異なる研磨装置200を使用している。ただし、ラッピングを行う場合には、通常、研磨パッドPは上定盤204、下定盤205からそれぞれ外し、使用しない。これは、研磨材(遊離砥粒)によるウエハ表面の微細な破壊により、ラッピングを進行させるためである。

【0008】

このように構成された研磨装置200によりラッピング工程を行って、ウエハSを研磨する場合について簡単に説明する。

まず、上定盤204と下定盤205とを離間させた状態で、下定盤205上に各キャリア203をセットする。また、このようにしてセットした各キャリア203の保持孔203aにそれぞれウエハSをセットする。このようにしてセット工程を終了した後、上定盤204を下降させてウエハSの上面に該上定盤204を所定の荷重で押し付け、該ウエハSを両定盤204、205で挟み込む。

【0009】

そして、供給路204aを介して両定盤204、205の間に研磨液Wを供給しながら、サンギア201、インターナルギア202を駆動させてキャリア203を自転及び公転させる。また、これと同時に下定盤205を回転させる。これにより、キャリア203に保持されたウエハSの両面を鏡面研磨することができ、ウエハSの厚みを所定の厚みに仕上げる事ができる。

【特許文献1】特開平4-331068号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、前記研磨装置には以下の改善すべき課題がある。

前記キャリア203は、研磨処理前のウエハSに比べて十分に薄く形成されているため、セット工程時には、保持孔203aに保持されるウエハSは当然ながらその上面がキャリア203の上面より突出するようになっている。このようにセットされたウエハSに対し、研磨工程(ラッピング工程)を開始するべく、上定盤204を下降させてウエハSの上面に該上定盤204を所定の荷重で押し付けると、この上定盤204による初期荷重がウエハSの上面に瞬間的にかかることから、ウエハSは過大な荷重を瞬間的に受け、クラ

10

20

30

40

50

ックや割れ、欠けといった破損を生じてしまうことがある。これは、特にラッピング工程では前述したように研磨パッドPを用いないため、前記の上定盤204による初期荷重が研磨パッドPによって部分的に吸収されることなく、全てウエハSにかかってしまうことにより、前記の破損が生じ易くなっているからである。

【0011】

また、前記研磨装置200では、キャリア203に複数枚のウエハSを保持させ、さらに、このようなキャリア203を複数同時に用いることで、多数枚のウエハSを同時に研磨処理するようにしている。ところが、研磨工程前のウエハSには、ある程度の厚さバラツキがあることから、特に研磨工程の初期においては、厚さが最も厚いウエハSに上定盤204の荷重が集中し、これによってクラックや割れ、欠けといった破損を生じてしまうことがある。

10

なお、このような研磨初期におけるウエハSの破損を防止するため、特にこの研磨初期においては研磨速度を十分に遅くし、破損の発生を抑えることも考えられる。しかし、その場合には生産性が低下してしまい、また、破損発生の抑制効果も十分には得られなかった。

【0012】

本発明は前記課題を解決するためになされたもので、その主目的は、特に研磨工程における研磨開始時や研磨初期時において、ウエハにクラックや割れ、欠けといった破損が生じてしまうのを防止した、ウエハ研磨装置及びウエハ研磨方法を提供することである。

また、別の目的としては、ウエハ研磨方法を利用して圧電振動子を製造する圧電振動子の製造方法、該製造方法で製造された圧電振動子、該圧電振動子を有する発振器、電子機器及び電波時計を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明は、前記課題を解決するために以下の手段を提供する。

本発明に係るウエハ研磨装置は、研磨液を供給しつつウエハの両面を研磨して、該ウエハの厚みを所定の厚みに調整するウエハ研磨装置であって、

外周縁がギア部とされ、前記ウエハが収納される保持孔が形成された円板状のキャリアと、前記ギア部を介して前記キャリアに噛合され、該キャリアを自転させながら軸線回りに公転させる遊星歯車機構と、中心が割り貫かれた円板状に形成され、前記キャリアの上下に配置されて、前記保持孔に収納された前記ウエハに所定の荷重を加えつつ、該ウエハの両面を挟み込む上定盤及び下定盤と、前記上定盤と前記下定盤との間に前記研磨液を供給する研磨液供給手段と、を備え、

30

前記キャリアは、前記保持孔に収納されるウエハの上面側が該キャリアの上面より突出するように、前記ウエハより薄く形成され、

前記キャリアには、ダミー材を保持するダミー材保持部が設けられ、

前記ダミー材保持部には、前記保持孔に収納されるウエハの上面より高くなるようにダミー材が設けられていることを特徴としている。

【0014】

また、本発明に係るウエハ研磨方法は、外周縁がギア部とされ、ウエハが収納される保持孔が形成された円板状のキャリアと、前記ギア部を介して前記キャリアに噛合され、該キャリアを自転させながら軸線回りに公転させる遊星歯車機構と、中心が割り貫かれた円板状に形成され、前記キャリアの上下に配置されて、前記保持孔に収納された前記ウエハに所定の荷重を加えつつ、該ウエハの両面を挟み込む上定盤及び下定盤と、前記上定盤と前記下定盤との間に前記研磨液を供給する研磨液供給手段と、を備えるウエハ研磨装置により、前記研磨液供給手段から研磨液を供給しつつ前記ウエハの両面を研磨し、該ウエハの厚みを所定の厚みに調整する研磨工程を備えたウエハ研磨方法であって、

40

前記キャリアとしてダミー材を保持するダミー材保持部を設けたものを用意し、

前記研磨工程の前に、前記下定盤上に前記ダミー材保持部を設けたキャリアをセットし、かつ、該キャリアの保持孔にウエハを、その上面が該キャリアの上面より突出するよう

50

に収納するとともに、前記ダミー材保持部にダミー材を、その上面が前記保持孔に収納されるウエハの上面より高くなるように設けるセット工程を、備えていることを特徴とする。

【0015】

この発明に係るウエハ研磨装置及びウエハ研磨方法においては、まず、キャリアとしてダミー材を保持するダミー材保持部を設けたものを用意する。そして、研磨工程の前に、セット工程として、下定盤上にダミー材保持部を設けた前記キャリアをセットするとともに、該キャリアの保持孔に研磨加工対象物であるウエハを収納し、ダミー材保持部にダミー材を保持させておく。その際、ダミー材については、その上面が保持孔に収納されるウエハの上面より高くなるように設けておく。

10

このようにしてセット工程を終了したら、研磨工程を行うべく、まず、研磨開始のための処理として、上定盤を下降させる。すると、従来ではキャリア上面に対してウエハが突出しているため、上定盤がウエハの上面に直接当接し、したがって上定盤による初期荷重がウエハの上面に瞬間的にかかっていたが、本発明ではキャリアにダミー材を保持させているため、下降してきた上定盤は、ウエハに直接当接することなく、まず、ダミー材の上面に当接するようになる。

【0016】

これにより、下降してきた上定盤がダミー材の上面に所定の荷重で押し付けられ、この上定盤による初期荷重がダミー材の上面に瞬間的にかかるようになる。したがって、研磨加工対象物であるウエハは、上定盤の瞬間的な初期荷重を受けることがなく、これによって前記初期荷重に起因するウエハの破損が防止される。

20

また、研磨工程の開始直後では、ダミー材のみが研磨されるようになり、その後研磨初期においては、ダミー材がウエハと同じ高さにまで研磨されることで、ダミー材とウエハとが同時に研磨されるようになる。その際、研磨工程前のウエハに厚さバラツキがある場合でも、厚さが最も厚いウエハが単独で上定盤の荷重を集中的に受けることなく、この荷重をダミー材が共に受けるようになる。したがって、従来のように厚さが最も厚いウエハが荷重を集中的に受け、破損を生じてしまうといった不都合が防止される。

さらに、従来のように研磨初期における研磨速度を十分に遅くし、前記破損の発生を抑えるようにする必要がなく、したがって生産性の低下を招くことなく、前記破損の発生を防止することができる。

30

【0017】

また、本発明に係るウエハ研磨装置は、前記本発明のウエハ研磨装置において、前記ダミー材が、前記ウエハより軟質の材料からなっているのが好ましい。

また、本発明に係るウエハ研磨方法は、前記本発明のウエハ研磨方法において、前記ダミー材として、前記ウエハより軟質の材料からなるものを用いるのが好ましい。

【0018】

このように構成すれば、特に研磨初期においてダミー材のみを研磨する際、この研磨時間を短くすることができる。また、ダミー材とウエハとを同時に研磨する研磨中期以降においても、研磨速度はウエハのダミー材の研磨速度に影響されることなく、ウエハの研磨速度に依存するため、従来に比べて研磨時間が長くなってしまふことはない。したがって、生産性をほとんど低下させることなく、前記破損の発生を防止することができる。

40

【0019】

また、本発明に係るウエハ研磨装置は、前記本発明のウエハ研磨装置において、前記ダミー材の重心位置が前記キャリアの重心位置に略一致するように、前記ダミー材保持部が配置されているのが好ましい。

また、本発明に係るウエハ研磨方法は、前記本発明のウエハ研磨方法において、前記キャリアとして、前記ダミー材の重心位置が前記キャリアの重心位置に略一致するように、前記ダミー材保持部が配置されているものを用意するのが好ましい。

【0020】

このように構成すれば、ダミー材の重心位置がキャリアの重心位置に略一致するので、

50

特にダミー材とウエハとを同時に研磨する研磨中期以降において、上定盤がダミー材に当接することでキャリアの上面に対して傾いてしまうことなく、略水平な状態に保持される。したがって、ウエハの上面を十分な水平度で研磨することが可能になる。

【0021】

また、本発明に係るウエハ研磨装置は、前記本発明のウエハ研磨装置において、前記ダミー材保持部が複数設けられ、該ダミー材保持部にそれぞれ前記ダミー材が保持されるよう構成されてなり、前記複数のダミー材保持部は、保持した複数のダミー材の重心位置が前記キャリアの重心位置に略一致するように、配置されているのが好ましい。

また、本発明に係るウエハ研磨方法は、前記本発明のウエハ研磨方法において、前記キャリアとして、前記ダミー材保持部が複数設けられ、該ダミー材保持部にそれぞれ前記ダミー材が保持されるように構成され、かつ、前記複数のダミー材保持部が、保持した複数のダミー材の重心位置が前記キャリアの重心位置に略一致するように、配置されているものを用意するのが好ましい。

10

【0022】

このように構成すれば、複数のダミー材の重心位置がキャリアの重心位置に略一致するので、特にダミー材とウエハとを同時に研磨する研磨中期以降において、上定盤がダミー材に当接することでキャリアの上面に対して傾いてしまうことなく、略水平な状態に保持される。したがって、ウエハの上面を十分な水平度で研磨することが可能になる。

【0023】

また、本発明に係るウエハ研磨装置は、前記本発明のウエハ研磨装置において、前記下定盤が、前記軸線を中心として、前記キャリアの公転方向とは反対方向に向けて回転するのが好ましい。

20

また、本発明に係るウエハ研磨方法は、前記本発明のウエハ研磨方法において、前記研磨工程の際、前記軸線を中心として、前記下定盤を前記キャリアの公転方向とは反対方向に向けて回転させるのが好ましい。

【0024】

このように構成すれば、キャリアを自転及び公転させてウエハの両面を研磨する際に、下定盤をウエハの公転方向とは反対方向に向けて回転させることができる。したがって、下定盤とウエハとの抵抗を増大することができ、より効率良くウエハを研磨することができる。

30

【0025】

また、本発明に係るウエハ研磨装置は、前記本発明のウエハ研磨装置において、前記研磨液供給手段が、供給した前記研磨液を回収する研磨液回収手段を有し、回収した研磨液を循環させて再度前記上定盤と前記下定盤との間に供給するよう構成されているのが好ましい。

また、本発明に係るウエハ研磨方法は、前記本発明のウエハ研磨方法において、前記研磨工程の際、供給した前記研磨液を回収すると共に、回収した研磨液を循環させて再度前記上定盤と前記下定盤との間に供給するのが好ましい。

【0026】

このように構成すれば、研磨液回収手段が研磨に使用された研磨液を回収すると共に、回収した研磨液を循環させて再度上定盤と下定盤との間に供給することができる。そのため、一度供給した研磨液を廃棄して無駄にするのではなく、再度有効利用することができる。よって、研磨液に費やすコストの低減化を図ることができる。

40

【0027】

また、本発明に係るウエハ研磨装置は、前記本発明のウエハ研磨装置において、前記研磨液回収手段が、回収した研磨液に含まれる前記ウエハの研磨加工粉を除去するフィルタを有しているのが好ましい。

また、本発明に係るウエハ研磨方法は、前記本発明のウエハ研磨方法において、前記研磨工程の際、回収した研磨液に含まれる前記ウエハの研磨加工粉を除去するのが好ましい。

50

【0028】

このように構成すれば、研磨液を回収した際、例えばフィルタによって研磨液に含まれるウエハの研磨加工粉を取り除くことができる。そのため、常に清浄な研磨液を安定して供給し続けることができ、高精度なウエハの研磨を行うことができる。

【0029】

また、本発明に係る圧電振動子の製造方法は、前記本発明のウエハ研磨方法により研磨されたウエハを利用して圧電振動子を一度に複数製造する方法であって、研磨後の前記ウエハをフォトリソ技術によりエッチングして、該ウエハに複数の外形形状をパターンニングする外形形成工程と、複数の前記圧電振動片の外表面上に電極膜をパターンニングして、所定の電圧が印加されたときに圧電振動片を振動させる励振電極と、引き出し電極を介して励振電極に電氣的に接続されるマウント電極と、をそれぞれ形成する電極形成工程と、複数の前記圧電振動片を前記ウエハから切り離して固片化する切断工程と、該切断工程後、固片化された前記圧電振動片の前記マウント電極を、一端側が外部に電氣的に接続される外部接続端子の他端側に接合するマウント工程と、該マウント工程後、前記圧電振動片を封止部材により気密封止する封止工程と、を備えていることを特徴としている。

10

【0030】

この発明に係る圧電振動子の製造方法においては、ウエハ研磨方法により両面が研磨加工され、所定の厚みに高精度に調整されたウエハをフォトリソ技術によりエッチングして、ウエハに複数の圧電振動片の外形形状をパターンニングする外形形成工程を行う。

次いで、複数の圧電振動片の外表面上に電極膜をパターンニングして、励振電極、引き出し電極及びマウント電極の各電極をそれぞれ形成する電極形成工程を行う。そして、複数の圧電振動片をウエハから切り離して固片化する切断工程を行う。これにより、所定の厚みに調整されたウエハから、励振電極、引き出し電極及びマウント電極が外表面上に形成された圧電振動片を一度に複数製造することができる。

20

【0031】

次いで、固片化された圧電振動片のマウント電極を、一端側が外部に電氣的に接続される外部接続端子の他端側に接続するマウント工程を行う。これにより圧電振動片は、外部接続端子に機械的に支持されると共に電氣的に接続された状態となる。そして最後に、マウントされた圧電振動片を封止部材により内部に気密封止する封止工程を行う。その結果、圧電振動片が気密封止された圧電振動子を得ることができる。

30

【0032】

このように製造された圧電振動子を作動させる場合には、外部接続端子の一端側に対して所定の電圧を印加する。これにより、外部接続端子、マウント電極及び引き出し電極を介して励振電極に電流を流すことができ、圧電振動片を所定の周波数で振動させることができる。

このような圧電振動子の製造方法によれば、前記のウエハ研磨方法により、破損が防止された状態で良好に研磨されたウエハを利用しているので、製造工程全体で見ると、生産性を改善して歩留まりを向上することができ、したがって生産コストの低減化を図ることができる。

【0033】

また、本発明に係る圧電振動子は、前記本発明の圧電振動子の製造方法により製造されたことを特徴としている。

40

この発明に係る圧電振動子によれば、前述した製造方法により製造されているので、従来のものに比べて、生産コストが低減化されたものとなる。

【0034】

また、本発明に係る発振器は、前記本発明の圧電振動子が、発振子として集積回路に電氣的に接続されていることを特徴とするものである。

また、本発明に係る電子機器は、前記本発明の圧電振動子が、計時部に電氣的に接続されていることを特徴とするものである。

また、本発明に係る電波時計は、前記本発明の圧電振動子が、フィルタ部に電氣的に接

50

続されていることを特徴とするものである。

この発明に係る発振器、電子機器及び電波時計においては、前述した圧電振動子を備えているので、従来のものに比べて生産コストが低減化されたものとなる。

【発明の効果】

【0035】

本発明に係るウエハ研磨装置及びウエハ研磨方法によれば、研磨工程開始直後での初期荷重に起因するウエハの破損を防止するとともに、研磨初期において荷重を集中的に受けることによるウエハの破損をも防止することができ、したがって生産性を改善して歩留まりを向上し、生産コストの低減化を図ることができる。

また、本発明に係る圧電振動子の製造方法によれば、前述したウエハ研磨方法で研磨されたウエハを利用するので、製造工程全体で見ると、生産コストの低減化を図ることができる。

また、本発明に係る圧電振動子によれば、前述した製造方法により製造されているので、従来のものに比べて生産コストが低減化されたものとなる。

また、本発明に係る発振器、電子機器及び電波時計によれば、前記圧電振動子を備えているので、従来のものに比べて生産コストが低減化されたものとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

以下、本発明の圧電振動子に係る一実施形態を、図1から図20を参照して説明する。なお、本実施形態では、圧電振動子1として、シリンダパッケージタイプの圧電振動子を例に挙げて説明する。

本実施形態の圧電振動子1は、図1から図4に示すように、圧電振動片2と、該圧電振動片2を内部に収納するケース3と、圧電振動片2をケース3内に密閉させる気密端子であるプラグ4と、を備えている。

【0037】

圧電振動片2は、図2及び図3に示すように、水晶、タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウム等の圧電材料から形成された音叉型の振動片であり、所定の電圧が印加されたときに振動するものである。なお、この圧電振動片2は、後述するウエハSから作製されたものである。

この圧電振動片2は、平行に配置された一对の振動腕部10、11と、該一对の振動腕部10、11の基端側を一体的に固定する基部12と、一对の振動腕部10、11の外表面上に形成されて一对の振動腕部10、11を振動させる第1の励振電極13と第2の励振電極14とからなる励振電極15と、第1の励振電極13及び第2の励振電極14に電気的に接続されたマウント電極16、17とを有している。

また、本実施形態の圧電振動片2は、一对の振動腕部10、11の両主面上に、該振動腕部10、11の長手方向Xに沿ってそれぞれ形成された溝部18を備えている。この溝部18は、振動腕部10、11の基端側から略中間付近まで形成されている。

【0038】

第1の励振電極13と第2の励振電極14とからなる励振電極15は、一对の振動腕部10、11を互いに接近又は離間する方向に所定の共振周波数で振動させる電極であり、一对の振動腕部10、11の外表面上に、それぞれ電気的に切り離された状態でパターンニングされて形成されている。具体的には、図4に示すように、第1の励振電極13が、一方の振動腕部10の溝部18上と、他方の振動腕部11の両側面上とに主に形成され、第2の励振電極14が、一方の振動腕部10の両側面上と他方の振動腕部11の溝部18上とに主に形成されている。

【0039】

また、第1の励振電極13及び第2の励振電極14は、図2及び図3に示すように、基部12の両主面上において、それぞれ引き出し電極19、20を介してマウント電極16、17に電気的に接続されている。そして圧電振動片2は、このマウント電極16、17を介して電圧が印加されるようになっている。

なお、前述した励振電極 15、マウント電極 16、17 及び引き出し電極 19、20 は、例えば、クロム (Cr)、ニッケル (Ni)、アルミニウム (Al) やチタン (Ti) 等の導電性膜 (電極膜) の被膜により形成されたものである。

【0040】

また、一对の振動腕部 10、11 の先端には、自身の振動状態を所定の周波数の範囲内で振動するように調整 (周波数調整) を行うための重り金属膜 21 が被膜されている。なお、この重り金属膜 21 は、周波数を粗く調整する際に使用される粗調膜 21a と、微小に調整する際に使用される微調膜 21b とに分かれている。これら粗調膜 21a 及び微調膜 21b を利用して周波数調整を行うことで、一对の振動腕部 10、11 の周波数をデバイスの公称周波数の範囲内に収めることができる。

10

【0041】

ケース 3 は、図 1 に示すように有底円筒状に形成されたもので、圧電振動片 2 を内部に収納した状態で、プラグ 4 の後述するステム 30 の外周に対して圧入され、嵌合固定されたものである。なお、このケース 3 の圧入は真空雰囲気下で行われており、これによってケース 3 内の圧電振動片 2 を囲む空間は、真空に保たれた状態となっている。

【0042】

プラグ 4 は、ケース 3 を密閉させるステム 30 と、該ステム 30 を貫通するように平行配置され、ステム 30 を間に挟んで一端側が圧電振動片 2 をマウント (機械的に接合及び電氣的に接続) するインナーリード 31a とされ、他端側が外部に電氣的に接続されるアウターリード 31b とされた 2 本のリード端子 31 と、ステム 30 の内側に充填されてス

20

テム 30 とリード端子 31 とを固定させる絶縁性の充填材 32 とを有している。
ステム 30 は、金属材料で環状に形成されたものである。また、充填材 32 の材料としては、例えばホウ珪酸ガラスが用いられている。また、リード端子 31 の表面及びステム 30 の外周には、それぞれ同材料の図示しないメッキが施されている。

【0043】

2 本のリード端子 31 は、ケース 3 内に突出している部分がインナーリード 31a となり、ケース 3 外に突出している部分がアウターリード 31b となっている。そして、インナーリード 31a とマウント電極 16、17 とが、導電性のパンプ E を介してマウントされている。すなわち、パンプ E を介してインナーリード 31a とマウント電極 16、17 とが機械的に接合されていると同時に、電氣的に接続されている。その結果、圧電振動片 2 は、2 本のリード端子 31 にマウントされた状態となっている。

30

【0044】

なお、前述した 2 本のリード端子 31 は、一端側 (アウターリード 31b 側) が外部に電氣的に接続され、他端側 (インナーリード 31a 側) が圧電振動片 2 に対してマウントされる外部接続端子として機能する。また、ケース 3 及びプラグ 4 は、マウントされた圧電振動片 2 を内部に気密封止する封止部材 5 として機能する。

【0045】

ここで、プラグ 4 を構成する主要部品の寸法及び材質の一例について述べる。

リード端子 31 の直径は例えば約 0.12 mm であり、リード端子 31 の母材の材質としては、コパル (FeNiCo 合金) が慣用されている。また、リード端子 31 の外表面及びステム 30 の外周に被膜させるメッキの材質としては、下地金属膜としては Cu が用いられ、仕上金属膜としては、耐熱ハンダメッキ (錫と鉛の合金で、その重量比が 1:9) や、銀 (Ag) や錫銅合金 (SnCu) や金錫合金 (AuSn) 等が用いられる。

40

また、ステム 30 の外周に被膜された金属膜 (メッキ層) を介在させながらケース 3 の内周に真空中で冷間圧接させることにより、ケース 3 の内部を真空状態で気密封止できるようになっている。

【0046】

このように構成された圧電振動子 1 を作動させる場合には、2 本のリード端子 31 のアウターリード 31b に対して、所定の駆動電圧を印加する。これにより、インナーリード 31a、パンプ E、マウント電極 16、17 及び引き出し電極 19、20 を介して、第 1

50

の励振電極 13 及び第 2 の励振電極 14 からなる励振電極 15 に電流を流すことができ、
一对の振動腕部 10、11 を接近・離間させる方向に所定の周波数で振動させることができ
る。そして、この一对の振動腕部 10、11 の振動を利用して、時刻源、制御信号のタ
イミング源やリファレンス信号源等として利用することができる。

【0047】

次に、前述した圧電振動子 1 の製造方法について以下に説明する。始めに、その前段階
として、圧電振動片 2 の元となるウエハ S を作製するウエハ作製工程について説明する。

このウエハ作製工程は、原石を切断してウエハ S にすると共に、該ウエハ S を複数回研
磨しながら最終的に所定の厚み、例えば 130 μm の厚みに調整する工程である。この工
程について、図 5 に示すフローチャートを参照しながら説明する。

10

【0048】

まず、原石を用意すると共に、X 線回析法等により原石の切断角度（カット角）の測定
を行う（S1）。詳細には、原石の Z 面の X 軸回りの角度が指定の角度になるように X 線
を用いて測定する。測定後、ベースとなるガラス上に接着剤を用いて原石を固定する。

次いで、ガラス上に固定された原石を、ワイヤーソーのワークテーブルにセットする。
そして、測定した前記切断角度に沿って、原石をワイヤーソー（例えば、線径が約 160
 μm の高張力線）を用いて約 220 μm の厚みに切断する（S2）。

【0049】

なお、本実施形態では原石として水晶を用い、ウエハ S のサイズを 3 インチとして、以
下説明する。また、前記切断の際、ワイヤーソーの送り速度は、毎分 40 mm から 50 m
m に制御されている。また、切削液としては、砥粒にラッピングオイルを適量配合した液
を使用する。この砥粒としては、平均粒径が約 12 μm 程度の炭化珪素（SiC）が慣用
される。なお、切削液は、常温を保つように温度管理されている。

20

【0050】

次に、ウエハ S の側面研磨を行う（S3）。すなわち、切断したウエハ S の 1 枚毎に外
周面を研磨するか、あるいは、複数のウエハ S を重ね合わせて接着剤で張り合わせてブロ
ックにした後に、図示しない研磨機で外周の研磨を行う。これにより、外周を滑らかに仕
上げて、ウエハ S の割れや欠け等の発生を抑制することができる。また、角形のウエハ S
の場合には、ウエハ S の外形の寸法精度を出すことができる。研磨後に、加熱等により接
着剤を溶解させ、1 枚毎のウエハ S に分離する。そして、分離したウエハ S を洗浄液中で
超音波洗浄して、接着剤を完全に除去する。

30

【0051】

次いで、図 6 に示すウエハ研磨装置 40 を用い、側面研磨されたウエハ S の両面をラッ
ピング（粗加工）し、研磨する（S4）。このラッピングにより、厚みを約 220 μm か
ら約 160 μm にまで薄くする。すなわち、片面を約 30 μm 程度研磨する。ここで、前
記ウエハ研磨装置 40 について詳しく説明する。なお、このウエハ研磨装置 40 は、図 2
9 ~ 図 31 に示した従来の研磨装置と基本構成は同じであり、主に異なるところは、用い
るキャリアの構成にある。

【0052】

このウエハ研磨装置 40 は、図 6、図 7 に示すように、研磨液 W を供給しながらウエハ
S の両面を研磨し、該ウエハ S の厚みを所定の厚み（約 160 μm ）に調整する装置であ
って、キャリア 41 と、遊星歯車機構 42 と、上定盤 43 と、下定盤 44 と、研磨液供給
手段 45 と、を備えて構成されている。

40

【0053】

キャリア 41 は、図 8 (a) に示すように外縁をギア部 41a とし、内部に直径 3 イン
チのウエハ S を収納する保持孔 41b と、ダミー材 D を収納保持するダミー材保持部 41
c とを形成した円板状のものである。キャリア 41 の厚みとしては、例えば約 120 μm
~ 約 130 μm である。本実施形態では、保持孔 41b は放射状に所定角度間隔（90 度
間隔）で 4 つ形成されており、ダミー材保持部 41c は、これら保持孔 41b の中心位置
、すなわち、円板状のキャリア 41 の中心部（中心位置を含む部分）に形成配置されてい

50

る。ここで、キャリア 4 1 は円板状であることから、その中心は重心に一致し、したがってダミー材保持部 4 1 c は、キャリア 4 1 において重心位置に形成配置されたものとなっている。よって、このダミー材保持部 4 1 c に収納保持されるダミー材 D は、その重心位置がキャリア 1 の重心位置に略一致するようになっている。

【 0 0 5 4 】

ダミー材保持部 4 1 c は、本実施形態では保持孔 4 1 b と同様に、キャリア 4 1 の一方の面から他方の面にかけて貫通する貫通孔からなっており、その中心軸が、キャリア 4 1 の中心軸（すなわち、キャリア 4 1 の重心軸）に一致するように形成されている。また、本実施形態では、ダミー材保持部 4 1 c は開口形状を正方形とする四角柱状の孔からなっている。

ダミー材 D は、前記ダミー材保持部 4 1 c に嵌合してこれに保持されるよう、四角柱状に形成されたものである。このダミー材 D の材質としては、ガラスエポキシやガラス、各種の樹脂などが用いられ、さらにはウエハ S と同じ材質（例えば水晶）も使用可能である。中でも、ウエハ S に比べて十分に軟質であり、したがってウエハ研磨装置 4 0 で研磨した際に研磨速度がウエハ S に比べて速くなる材質のものが、好適とされる。このような条件を満たすものとして、本実施形態ではガラスエポキシが用いられる。

【 0 0 5 5 】

また、このダミー材 D としては、本実施形態では前記ウエハ S の研磨前の厚さより十分に高い（厚い）ものが用いられる。例えば、ウエハ S の厚さに比べて 1 2 0 % ~ 1 5 0 % 程度の厚さ（高さ）のものが用いられる。このような厚さ（高さ）範囲にしておけば、後述するように上定盤の初期荷重をダミー材 D のみで担うことができ、また、研磨開始時においてダミー材 D のみを研磨する時間を短く抑えることができる。

【 0 0 5 6 】

そして、このような高さ（厚さ）のダミー材 D を用いることにより、本実施形態では、図 8（b）に示すように下定盤 4 4 上にキャリア 4 1 を載置（セット）するとともに、キャリア 4 1 にダミー材 D とウエハ S とをそれぞれセットした際、ダミー材 D の上面がウエハ S の上面より高くなるようになっている。すなわち、ダミー材保持部 4 1 c は、保持孔 4 1 b に収納されたウエハ S の上面より高くなるように、ダミー材 D を収納するように構成されているのである。

【 0 0 5 7 】

なお、本実施形態では、図 9 に示すように、ウエハ研磨装置 4 0 が前記構成のキャリア 4 1 を 5 枚備えているものとして説明する。ただし、保持孔 4 1 b の数やキャリア 4 1 の枚数については、それぞれウエハ S の寸法、上定盤 4 3 及び下定盤 4 4 の寸法によって制約を受けるものの、その制約の範囲内で自由に設定することができる。また、ダミー材保持部 4 1 c の数やその位置についても、図 8（a）、（b）に示した例に限定されることなく、後述するように種々の態様が採用可能である。

【 0 0 5 8 】

前記ウエハ研磨装置 4 0 においては、図 9 に示すように、前記 5 枚のキャリア 4 1 が軸線 L を中心として放射状に所定角度間隔で配置されている。また、前記軸線 L に沿ってシャフト 5 0 が配置されており、該シャフト 5 0 にはサンギア 5 1 が固定されている。また、5 枚のキャリア 4 1 の周囲を取り囲むように、リング状に形成されたインターナルギア 5 2 が配置されている。そして、5 枚のキャリア 4 1 は、サンギア 5 1 及びインターナルギア 5 2 に対してギア部 4 1 a が噛合した状態で配置されている。

【 0 0 5 9 】

これらサンギア 5 1 及びインターナルギア 5 2 は、図示しない駆動源により共に反時計方向に回転するようになっている。この際、サンギア 5 1 及びインターナルギア 5 2 の回転速度は、それぞれ別個の速度で回転するように調整されている。これにより、各キャリア 4 1 は、時計方向に自転しながら、軸線 L を中心に反時計方向に公転するようになっている。つまり、サンギア 5 1 及びインターナルギア 5 2 は、ギア部 4 1 a を介してキャリア 4 1 に噛合され、該キャリア 4 1 を自転させながら軸線 L 回りに公転させる前記遊星歯

10

20

30

40

50

車機構 4 2 として機能する。

【 0 0 6 0 】

上定盤 4 3 及び下定盤 4 4 は、図 6、図 7、図 9 に示すように、共に中心が割り貫かれた円板状（リング状）に形成されており、キャリア 4 1 の上下に配置されている。下定盤 4 4 は、回転テーブル 5 3 上に固定されており、回転テーブル 5 3 と共に軸線 L を中心としてキャリア 4 1 の公転方向とは反対方向（時計方向）に回転するようになっている。また、上定盤 4 3 は、図 6 に示すようにボール 5 4 に沿って上下に移動可能とされており、下定盤 4 4 との距離を自在に調整できるようになっている。これにより、キャリア 4 1 に形成された保持孔 4 1 b やダミー材保持部 4 1 c にウエハ S やダミー材 D を収納し、あるいはこれらから取り出したり、キャリア 4 1 に収納保持したウエハ S やダミー材 D に所定の荷重を加えながら、該ウエハ S やダミー材 D を両定盤で挟み込んだりすることができるようになっている。

10

【 0 0 6 1 】

両定盤 4 3、4 4 は、キャリア 4 1 の一部を両定盤 4 3、4 4 の内周面及び外周面から外側に飛び出させ、露出させるサイズに形成されている。そのため、自転及び公転するキャリア 4 1 は、図 9 に示すように、サンギア 5 1 側の一部及びインターナルギア 5 2 側の一部が常に露出するようになっている。なお、図 9 では、下定盤 4 4 だけ図示しているが、上定盤 4 3 も下定盤 4 4 と同じサイズである。

【 0 0 6 2 】

また、上定盤 4 3 の上方には、図 6 に示すように、パウダーリング 5 5 が固定されたリングプレート 5 6 が配置されており、該リングプレート 5 6 の下面に前記ボール 5 4 が固定されている。パウダーリング 5 5 には、環状の溝部 5 5 a が形成されており、パウダーリング 5 5 の上方に配置された供給バルブ 5 7 から吐出された研磨液 W を内部に貯留できるようになっている。

20

また、リングプレート 5 6 には、複数のパウダーホース（供給ホース）5 8 の基端側が固定されている。この際、各パウダーホース 5 8 は、溝部 5 5 a 内に連通した状態で固定されている。これにより、溝部 5 5 a 内に一旦貯留された研磨液 W は、溝部 5 5 a からパウダーホース 5 8 内に流れ、パウダーホース 5 8 の先端に向かって流れるようになっている。

【 0 0 6 3 】

これらパウダーホース 5 8 は、その先端が、上定盤 4 3 を貫通して形成された供給路（図示せず）に接続固定されている。供給路は、図 3 1 に示したように、半径 R 1 の内側円、半径 R 2 の中間円、半径 R 3 の外側円に沿って所定間隔毎に形成された貫通孔からなっている。これにより、パウダーホース 5 8 から供給された研磨液 W は、各供給路を介して両定盤 4 3、4 4 の間に供給されるようになっている。

30

【 0 0 6 4 】

また、図 6 に示すように下定盤 4 4 の下方には、研磨後に流れてきた研磨液 W を受け取る回収パン 6 1 と、回収パン 6 1 で受け取られて集められた研磨液 W を貯める研磨液槽 6 2 とが配置されている。研磨液槽 6 2 には、内部に溜まった研磨液 W を攪拌すると共に、研磨液 W を汲み上げて循環ホース 6 3 に循環させるポンプ 6 4 が設けられている。そして、循環ホース 6 3 は、供給バルブ 5 7 に接続された分配器 6 5 に接続されている。これにより、回収した研磨液 W を再度供給バルブ 5 7 に戻し、パウダーリング 5 5 の溝部 5 5 a 内に供給できるようになっている。

40

【 0 0 6 5 】

なお、前述したパウダーリング 5 5、リングプレート 5 6、供給バルブ 5 7、パウダーホース 5 8、回収パン 6 1、研磨液槽 6 2、循環ホース 6 3、ポンプ 6 4 及び分配器 6 5 は、上定盤 4 3 の供給路を介してこの上定盤 4 3 と下定盤 4 4 との間に研磨液 W を供給する、前記研磨液供給手段 4 5 として機能する。また、このうち、回収パン 6 1、研磨液槽 6 2、循環ホース 6 3、ポンプ 6 4 及び分配器 6 5 は、供給した研磨液 W を回収すると共に、回収した研磨液 W を循環させて再度両定盤 4 3、4 4 の間に供給する研磨液回収手段

50

66として機能する。

【0066】

また、回収パン61には、フィルタ67が設けられており、回収した研磨液Wに含まれるウエハSの研磨加工粉を除去している。これにより、常に清浄な研磨液Wを両定盤43、44の間に供給し続けることができるようになっている。

なお、前述した研磨液Wは、研磨材（砥粒）が含有された液である。研磨材（砥粒）としては、このラッピングの際には炭化珪素（SiC）が慣用され、平均砥粒が6μmから9μm程度のより粒径の細かいものが使用される。

また、前記の両定盤43、44には、後述するポリッシング工程を行うときとは異なり、研磨パッドPを取り付けることなく外しておき、これを使用せずにラッピング（研磨）を行う。

10

【0067】

このように構成されたウエハ研磨装置40を利用してウエハ研磨を行い、前記ラッピングを行う（S4）。本実施形態のウエハ研磨方法は、図8（a）に示したキャリア41を用いてこれを下定盤44上にセットするセット工程と、遊星歯車機構42によりキャリア41を自転及び公転させて、ウエハSの両面を上定盤43及び下定盤44で研磨する研磨工程とを備えた方法である。これら各工程について、以下に詳細に説明する。

【0068】

まず、上定盤43を下定盤44から離間するようにポール54に沿って上方に移動させる。そして、図8（b）に示したように下定盤44上にキャリア41をセットし、そのギア部41aをサンギア51及びインターナルギア52に対してそれぞれ噛み合わせる。また、このキャリア41に対し、保持孔41bにウエハSを、ダミー材保持部41cにダミー材Dをそれぞれ収納し、保持させる。その際、前述したように、ダミー材保持部41cに保持させるダミー材Dの上面を、ウエハSの上面より高くなるようにセットする。これにより、セット工程が終了する。

20

【0069】

次いで、研磨工程を行うべく、まず、研磨開始のための処理として、図8（c）に示すようにポール54（図示せず）に沿って上定盤43を下降させる。すると、従来ではキャリア41にウエハSしか保持されていないため、上定盤43がウエハSの上面に直接当接していたのに対し、本実施形態ではキャリア41にダミー材Dを保持させているため、下降してきた上定盤43は、ウエハSに直接当接することなく、まず、ダミー材Dの上面に当接する。

30

【0070】

すると、上定盤43はダミー材Dの上面に当接してこの上面を所定の荷重で押圧する。これにより、ダミー材Dの上面には上定盤43による初期荷重が瞬間的にかかるようになる。一方、ウエハSはその上面がダミー材Dの上面より低くなっていることから、この研磨開始時の上定盤43の下降の際には、上定盤43に当接することがなく、したがって上定盤43による初期荷重を受けることがない。よって、ウエハSは、従来では上定盤43による初期荷重を瞬間的に受けて破損することがあったが、本実施形態では、上定盤43の瞬間的な初期荷重を受けることがなく、これによって前記初期荷重に起因するクラックや割れ、欠けといった破損が防止されたものとなる。

40

【0071】

次いで、ウエハ研磨工程を行う。すなわち、研磨液供給手段45によって研磨液Wを供給しつつ、これら両定盤43、44によってウエハSの両面を研磨加工し、ウエハSを所定の厚みに調整する。具体的には、研磨液供給手段45によって上定盤43と下定盤44との間に研磨液Wを供給すると同時に、遊星歯車機構42を駆動させてキャリア41を自転させながら、両定盤43、44の中心を貫く軸線L回りに公転させる。ただし、研磨液Wの供給と遊星歯車機構42の作動とを同時にすることなく、研磨液Wの供給を行った後に遊星歯車機構42を駆動させても構わない。また、遊星歯車機構42の駆動と同時に、下定盤44をキャリア41の公転方向と反対方向に回転させる。

50

【 0 0 7 2 】

研磨液供給手段 4 5 によって研磨液 W を供給するには、ポンプ 6 4 を作動させる。ポンプ 6 4 を作動させると、研磨液 W は、図 6 に示すように研磨液槽 6 2 の中で十分に攪拌された後に汲み上げられ、循環ホース 6 3 内に送られる。そして、循環ホース 6 3 内を通過した後、研磨液 W は分配器 6 5 に送られ、該分配器 6 5 で分流されてパウダーリング 5 5 内の溝部 5 5 a 内に送られる。溝部 5 5 a 内に送られた研磨液 W は、該溝部 5 5 a 内に貯留されると共に、各パウダーホース 5 8 に流れ込む。パウダーホース 5 8 を流れた研磨液 W は、上定盤 4 3 の供給路を介してこの上定盤 4 3 と下定盤 4 4 との間に流れ込む。これにより、研磨液 W はその一部がキャリア 4 1 の上面に流れ落ち、残部が下定盤 4 4 上に流れ落ちる。したがって、ウエハ S と両定盤 4 3、4 4 との間に研磨に必要な量の研磨液 W が安定して供給される。

10

【 0 0 7 3 】

このようにして研磨を行うと、この研磨工程の開始直後では、上定盤 4 3 にダミー材 D しか当接していないため、このダミー材 D のみが選択的に研磨されるようになる。このとき、本実施形態ではダミー材 D として、ウエハ S より軟質のガラスエポキシ製のものを using しているので、この開始直後における、ダミー材 D のみを研磨する時間を短くすることができる。

【 0 0 7 4 】

その後、ダミー材 D がウエハ S と同じ高さにまで研磨されると、研磨初期として、ダミー材 D とウエハ S とが同時に研磨されるようになる。その際、キャリア 4 1 に保持された複数のウエハ S 間には、このラッピング工程（研磨工程）の前段階で、僅かながらも厚さバラツキが生じている。したがって、厚さが最も厚いウエハ S が、他のウエハ S より先に上定盤 4 3 に当接し、研磨されるようになる。しかしながら、本実施形態では、この厚さが最も厚いウエハ S が単独で上定盤 4 3 の荷重を集中的に受けることなく、この荷重をダミー材 D が共に受けるようになっている。したがって、従来のように厚さが最も厚いウエハ S が荷重を集中的に受け、破損を生じてしまうといった不都合が防止されている。

20

【 0 0 7 5 】

このようにして、厚さが最も厚いウエハ S がダミー材 D と共に研磨されると、次に厚いウエハ S が上定盤 4 3 に当接してこれの研磨が開始され、以下、厚さ順に全てのウエハ S の研磨が開始される。その際にも、各ウエハ S が初めて上定盤 4 3 に当接するときには、すでにダミー材 D と他のウエハ S とが上定盤 4 3 に当接してその荷重を受けているため、各ウエハ S は上定盤 4 3 の荷重を集中的に受けることなく、したがって破損が防止されたものとなる。その後、全てのウエハ S について、研磨中期から研磨終期に至る通常の研磨がなされ、それぞれ所望の厚さに調整される。

30

【 0 0 7 6 】

ここで、このような研磨工程について、図 1 0 (a)、(b) を参照して具体的に説明する。図 1 0 (a) は、研磨開始から加工終了までの時間を横軸とし、上定盤 4 3 によって加えられる荷重を縦軸にした、加工荷重推移のグラフである。図 1 0 (b) は、研磨開始から加工終了までの時間を横軸とし、下定盤 4 4 の回転数を縦軸にした、回転数推移のグラフである。

40

【 0 0 7 7 】

図 1 0 (a)、(b) において Q で示す範囲は、前記した、研磨工程の開始直後から研磨初期のかけたの、加工荷重の推移、回転数の推移をそれぞれ示している。本実施形態では、この Q に示す範囲において、加工荷重を徐々に増やしていき、また、下定盤 4 4 の回転数も徐々に増やしていく。そして、この Q で示す範囲、すなわち低荷重・低回転数加工領域において、ダミー材 D と全てのウエハ S との厚さを均一に揃え、その後、前記した研磨中期から研磨終期に至る研磨工程（図 1 0 (a)、(b) における本加工領域）において、それぞれを所望の厚さに調整するようにしている。

【 0 0 7 8 】

その際、ダミー材 D を用いない従来では、前記破損の発生を抑えるべく、特に研磨初期

50

における研磨速度を十分に遅くするため、加工荷重を本加工領域での荷重に対し十分に小さくし、また、下定盤44の回転数も本加工領域での回転数に対し十分に小さくし、これによって前記Qに示す範囲の時間を十分長くとっていた。これに対して本実施形態では、ダミー材Dを用いることでウエハSの破損を防止しているため、前記Qに示す範囲の時間を例えば5～10分程度と、比較的短時間にすることができる。したがって、従来に比べて生産性を損なうことなく、むしろ生産性を向上しつつ、前記破損の発生を防止することができる。

【0079】

また、本実施形態では、ウエハSを研磨する際に、下定盤44をキャリア41の公転方向とは反対方向に向けて回転させているので、下定盤44とウエハSとの抵抗を増大でき、より効率良くウエハSを研磨することができる。

なお、両定盤43、44の間に供給された研磨液Wは、最終的には図6に示すように、回収パン61によって回収される。そして、回収パン61によって回収された研磨液W及び研磨加工粉は、フィルタ67を通過した後、研磨液槽62に溜まる。フィルタ67を通過する際に、研磨加工粉は除去されるため、研磨液槽62には清浄な研磨液Wだけが溜まるようになる。そして、回収された研磨液Wは、再度ポンプ64によって送り出され、再使用される。

【0080】

このように、一度供給した研磨液Wを廃棄して無駄にするのではなく、再度有効利用できるため、研磨液Wに費やすコストの低減化を図ることができる。しかも、フィルタ67を利用して研磨加工粉を除去できるので、常に清浄な研磨液Wだけを安定して供給し続けることができ、高精度な研磨を行うことができる。

【0081】

このようにしてラッピングが終了したら、ウエハSを洗浄する(S5)。すなわち、ウエハSを図示しないバスケットに収納すると共に、バスケットごと洗浄液に漬浸する。そして、超音波洗浄と純水洗浄とを繰り返し行う。また、同時に酸洗浄とアルカリ洗浄とを組み合わせる。そして、ウエハSに付着している砥粒を除去した後、純水によるすすぎ洗浄を行う。その後、スピン乾燥機により脱水及び乾燥を行う。

【0082】

次いで、ラッピングによってウエハSの表面に生じた加工変質層を除去する第1のエッチングを行う(S6)。この工程は、ラッピングを行った際に用いた砥粒が加工変質層に食い込んでいるので、ウエハSの両面を約10 μ m程度フッ酸系の溶液によりエッチングして加工変質層を除去する工程である。詳細には、ウエハSをバスケットに収納した後、所定の時間の間、バスケットごとフッ酸系の溶液であるエッチング液に漬浸する。なおこの間、バスケットをゆっくり上下に揺動させて、ウエハSの厚みにムラが生じてしまうことを防止することが好ましい。そして、所定の時間が経過した後、バスケットをエッチング液から取り出すと共に、純水に漬浸させて十分にエッチング液を取り去る。この第1のエッチングにより、ウエハSの厚みは約160 μ mから約140 μ mまで薄くなる。

【0083】

次いで、ウエハSを乾燥させた後、ウエハSの両面を鏡面研磨して、最終的に厚みを所定の厚みに仕上げ調整するポリッシングを行う(S7)。具体的には、ウエハSの厚みを約140 μ mから130 μ mまで薄くして仕上げる。すなわち、ウエハSの片面を約5 μ m程度研磨する。このポリッシングは、図6に示すウエハ研磨装置40を利用して行うが、先のラッピング時とは異なり、下定盤44の上面、および上定盤43の下面にそれぞれ研磨パッド(図示せず)を接着しておき、その状態で研磨を行う。ウエハSを直接両定盤43、44で挟み込むことなく、研磨パッドを介してウエハSの両面を挟み込み、研磨するのである。

【0084】

なお、ウエハSを保持するキャリアに関しては、前記ラッピング時と同様に、ダミー材保持部41cを形成したものをを用いてもよく、このようなダミー材保持部41cを形成し

10

20

30

40

50

ない従来のキャリアを用いてもよい。さらに、ダミー材保持部 41c を形成したキャリア 41 を用いた場合には、ダミー材 D をセットして前記ラッピング時と同様に研磨を行ってもよく、また、ダミー材 D をセットすることなく、従来と同様にして研磨を行ってもよい。

また、研磨液 W については、研磨材が含有された液が用いられ、研磨材としては、一般的に酸化セリウム (CeO_2) が慣用される。したがって、研磨液 W としては、例えば酸化セリウムと防錆材と水とからなるスラリーが用いられる。

さらに、ウエハ研磨装置 40 の動作については、前記ラッピング時とほぼ同様にして、従来と同じに行う。

【0085】

以上により、ポリッシングが終了し、厚みが約 $130\ \mu\text{m}$ に高精度に仕上げされたウエハ S を得ることができる。

ポリッシングの終了後、再び洗浄を行う (S8)。すなわち、ウエハ S をバスケットに収納した後、超音波洗浄と純水洗浄とを繰り返し行って洗浄を行う。なお、ポリッシングが終了したウエハ S は、次工程に移行するまでの間、純水等に漬浸した状態で保管することが好ましい。

【0086】

次いで、ポリッシングによってウエハ S の表面に生じたダメージ層や何らかの付着物等を除去する第 2 のエッチングを行う (S9)。詳細には、ウエハ S をバスケットに収納した後、所定の時間の間、バスケットごとフッ酸系の溶液であるエッチング液に漬浸してエッチングを行う。

次いで、ウエハ S をバスケットに収納した後、純水や 60°C 程度の温度に加熱した温純水や超純水にバスケットを漬浸して、ウエハ S の洗浄を行う (S10)。洗浄した後、ウエハ S をスピン乾燥機等で脱水する。脱水後、真空中でウエハ S を加熱して、吸着した水分を脱利させて乾燥させる。なお、乾燥後は、窒素を封入したデシケータ中にウエハ S を保管するのが好ましい。

【0087】

次に、前述したように研磨されたウエハ S を利用して、圧電振動子 1 を一度に複数製造する製造方法について、図 11 及び図 12 に示すフローチャートを参照して説明する。

本実施形態の圧電振動子 1 の製造方法は、外形形成工程と、電極形成工程と、切断工程と、マウント工程と、封止工程とを順次行って、製造する方法である。これら各工程について、以下に詳細に説明する。

【0088】

まず、研磨後のウエハ S をフォトリソ技術によりエッチングして、複数の圧電振動片 2 の外形形状をパターンニングする外形形成工程を行う (S20)。この工程について、具体的に説明する。

始めに、ポリッシングが終了したウエハ S を準備 (S21) した後、図 13 に示すようにウエハ S の両面にエッチング保護膜 70 をそれぞれ成膜する (S22)。このエッチング保護膜 70 としては、例えば、クロム (Cr) を数 μm 成膜する。次いで、エッチング保護膜 70 上に図示しないフォトレジスト膜を、フォトリソグラフィ技術によってパターンニングする。この際、圧電振動片 2 の周囲を囲むようにパターンニングする。そして、このフォトレジスト膜をマスクとしてエッチング加工を行い、マスクされていないエッチング保護膜 70 を選択的に除去する。そして、エッチング加工後にフォトレジスト膜を除去する。これにより、図 14 及び図 15 に示すように、エッチング保護膜 70 を前述した形状にパターンニングすることができる (S23)。つまり、圧電振動片 2 の外形形状、すなわち、一对の振動腕部 10、11 及び基部 12 の外形形状に沿ってパターンニングすることができる。またこの際、複数の圧電振動片 2 の数だけパターンニングを行う。なお、図 15 から図 20 は、図 14 に示す切断線 C-C 線に沿った矢視断面を示す図である。

【0089】

次いで、パターンニングされたエッチング保護膜 70 をマスクとして、ウエハ S の両面を

10

20

30

40

50

それぞれエッチング加工する（S24）。これにより、図16に示すように、エッチング保護膜70でマスクされていない領域を選択的に除去して、圧電振動片2の外形形状を形成することができる。この時点で、外形形成工程が終了する。なお、圧電振動片2は、後に行う切断工程を行うまで、図示しない連結部を介してウエハSに連結された状態となっている。

【0090】

次に、本実施形態では、電極形成工程を行う前に一对の振動腕部10、11に溝部18を形成する溝部形成工程を行う（S30）。この工程について、具体的に説明する。

まず、図17に示すように、エッチング保護膜70上にフォトレジスト膜71をスプレー塗布等により成膜する（S31）。そして、このフォトレジスト膜71を、フォトリソグラフィ技術によってパターンニングする。この際、図18に示すように、溝部18の領域を空けた状態で圧電振動片2の外形形状に沿ってパターンニングする（S32）。そして、パターンニングされたフォトレジスト膜71をマスクとしてエッチング加工を行い、マスクされていないエッチング保護膜70を選択的に除去する（S33）。そして、エッチング加工後にフォトレジスト膜71を除去する。これにより、図19に示すように、既にパターンニングされたエッチング保護膜70を、溝部18の領域を空けた状態でさらにパターンニングすることができる。

【0091】

次いで、この再度パターンニングされたエッチング保護膜70をマスクとして、ウエハSをエッチング加工（S34）した後、マスクとしていたエッチング保護膜70を除去する（S35）。これにより、図20に示すように、一对の振動腕部10、11に溝部18を形成することができる。この時点で、溝部形成工程が終了する。

【0092】

次に、複数の圧電振動片2の外表面上に図示しない電極膜を成膜すると共に、パターンニングを行って、励振電極15、引き出し電極19、20、マウント電極16、17をそれぞれ形成する電極形成工程を行う（S40）。また、これと同時に、同様の方法により重り金属膜21を形成する（S41）。

次いで、ウエハSと圧電振動片2とを連結していた連結部を切断して、複数の圧電振動片2をウエハSから切り離して固片化する切断工程を行う（S42）。これにより、所定の厚みに調整されたウエハSから、励振電極15、引き出し電極19、20及びマウント電極16、17の各電極が形成された圧電振動片2を一度に複数製造することができる。

【0093】

次いで、圧電振動片2をマウントする前に、共振周波数の粗調を行う（S43）。これは、重り金属膜21の粗調膜21aにレーザ光を照射して一部を蒸発させ、重量を変化させることで行う。なお、共振周波数をより高精度に調整する微調に関しては後に行う。これについては、後に説明する。

【0094】

次に、プラグ4を作製する気密端子作製工程を行う（S50）。具体的には、まず、ステム作製工程によりステム30を作製する（S51）。すなわち、鉄ニッケルコバルト合金や鉄ニッケル合金等の導電性を有する板部材をランス加工した後、複数回の深絞り加工を行って有底の筒部材を形成する。そして、筒部材の底面に開口を形成すると共に、外形抜きを行って筒部材を板部材から切り離すことで、ステム30を作製する。

次いで、ステム30内に、リード端子31及び充填材32をそれぞれセットするセット工程を行う（S52）。まず、作製したステム30を、図示しない専用の治具にセットした後、予めリング状に焼結された充填材32をステム30の内部にセットすると共に、充填材32を貫通するようにリード端子31をセットする。

【0095】

前記セット工程により、ステム30とリード端子31と充填材32とを組み合わせした後、治具を加熱炉内に入れて1000前後の温度雰囲気中で充填材32の焼成を行う（S53）。これにより、充填材32とリード端子31との間、充填材32とステム30との間

10

20

30

40

50

が完全に封着されて、気密に耐えられる構造となる。そして、治具から取り出すことで、プラグ4を得ることができる。この時点で、気密端子作製工程が終了する。

【0096】

次に、リード端子31の外表面及びステム30の外周に同一材料の金属膜を湿式メッキ法で被膜させるメッキ工程を行う(S60)。そのための前処理として、リード端子31の外表面及びステム30の外周を洗浄すると共に、アルカリ溶液で脱脂した後、塩酸及び硫酸の溶液にて酸洗浄を行う。この前処理が終了した後、リード端子31の外表面及びステム30の外周面に下地金属膜を形成する。例えば、Cuメッキ或いはNiメッキを略2 μm ~5 μm の膜厚で被膜させる。続いて、下地金属膜上に仕上金属膜を形成する。例えば錫や銀等の単一材料の他、耐熱メッキや、錫銅合金、錫ビス膜合金、錫アンチモン合金等を、略8 μm ~15 μm の膜厚で被膜させる。

10

このように、下地金属膜及び仕上金属膜からなる金属膜を被膜させることで、インナーリード31aと圧電振動片2との接続を可能にすることができる。また、圧電振動片2の接続だけでなく、ステム30の外周に被膜された金属膜が柔らかく弾性変形する特性を有しているので、ステム30とケース3との冷間圧接を可能にすることができ、気密接合を行うことができる。

【0097】

続いて、金属膜の安定化を図るため、真空雰囲気の中でアニーリングを行う(S61)。例えば、170の温度で1時間の加熱を行う。これにより、下地金属膜の材料と仕上金属膜の材料との界面に形成される金属間化合物の組成を調整して、ウイスカの発生を抑制することができる。このアニーリングが終了した時点でマウント工程を行うことができる。なお、金属膜を被膜する際に、湿式メッキ法で行った場合を例にしたが、この場合に限られず、例えば、蒸着法や化学気相法等で行っても構わない。

20

【0098】

なお、本実施形態では、アニーリングが終了した後、次に行うマウント工程のためにインナーリード31aの先端に、金等の導電性のパンプEを形成する(S62)。そして、圧電振動片2のマウント電極16、17をインナーリード31aに接合するマウント工程を行う(S63)。具体的には、パンプEを加熱しながら、該パンプEを間に挟んだ状態でインナーリード31aと圧電振動片2とを所定の圧力で重ね合わせる。これにより、パンプEを介してインナーリード31aとマウント電極16、17とを接続することができる。その結果、圧電振動片2をマウントすることができる。すなわち、圧電振動片2は、リード端子31に機械的に支持されると共に、電気的に接続された状態となる。

30

なお、パンプ接続する際に、加熱・加圧を行ってマウントしたが、超音波を利用してパンプ接続を行っても構わない。

【0099】

次に、封止工程を行う前に、前述したマウントによる歪みをなくすために、所定の温度でベーキングを行う(S64)。続いて、圧電振動片2の周波数調整(微調)を行う(S65)。この周波数調整について、具体的に説明すると、全体を真空チャンバーに入れた状態で、アウターリード31b間に電圧を印加して圧電振動片2を振動させる。そして、周波数を計測しながら、レーザにより重り金属膜21の微調膜21bを蒸発させることで、周波数の調整を行う。なお、周波数計測を行うには、アウターリード31bに図示しないプローブの先端を押し付けることで、計測を正確に行うことができる。この周波数調整を行うことで、予め決められた周波数の範囲内に圧電振動片2の周波数を調整することができる。

40

【0100】

なお、前記微調及び先に行った粗調の際に、レーザの照射により重り金属膜21を蒸発させることで、周波数調整を行ったが、レーザではなくアルゴンイオンを利用して構わない。この場合には、アルゴンイオンの照射によりスパッタリングを行い、重り金属膜21を除去することで周波数調整を行う。

【0101】

50

最後に、マウントされた圧電振動片 2 を内部に収納するようにケース 3 をステム 3 0 に圧入し、圧電振動片 2 を気密封止する封止工程を行う (S 6 6)。具体的に説明すると、真空中で所定の荷重を加えながらケース 3 をプラグ 4 のステム 3 0 の外周に圧入する。すると、ステム 3 0 の外周に形成された金属膜が弾性変形するので、冷間圧接により気密封止することができる。これにより、ケース 3 内に圧電振動片 2 を密閉して真空封止することができる。

なお、この工程を行う前に、圧電振動片 2、ケース 3 及びプラグ 4 を十分に加熱して、表面吸着水分等を脱離させておくことが好ましい。

【 0 1 0 2 】

そして、ケース 3 の固定が終了した後、スクリーニングを行う (S 6 7)。このスクリーニングは、周波数や共振抵抗値の安定化を図ると共に、ケース 3 を圧入した嵌合部に圧縮応力に起因する金属ウイスカが発生してしまうことを抑制するために行うものである。スクリーニング終了後、内部の電気特性検査を行う (S 6 8)。すなわち、圧電振動片 2 の共振周波数、共振抵抗値、ドライブレベル特性 (共振周波数及び共振抵抗値の励振電力依存性) 等を測定してチェックする。また、絶縁抵抗特性等を併せてチェックする。そして、最後に圧電振動子 1 の外観検査を行って、寸法や品質等を最終的にチェックする。この結果、図 1 に示す圧電振動子 1 を製造することができる。

10

【 0 1 0 3 】

特に、本実施形態の製造方法によれば、前記ウエハ研磨方法によって破損が防止された状態で良好に研磨されたウエハ S を利用しているので、製造工程全体で見ると、生産性を改善して歩留まりを向上することができる。したがって、生産コストの低減化を図ることができる。

20

【 0 1 0 4 】

なお、前記実施形態では、本発明に係るキャリアとして、図 8 (a) に示したようにダミー材保持部 4 1 c を一つのみ形成したものについて例示したが、本発明はこれに限定されることなく、ダミー材保持部 4 1 c を複数設け、これらダミー材保持部 4 1 c にそれぞれダミー材 D を保持させるようにしてもよい。また、その場合に、複数のダミー材保持部 4 1 c については、保持した複数のダミー材 D の重心位置が、前記キャリア 4 1 の重心位置に略一致するように、配置するのが好ましい。

このようにすれば、複数のダミー材 D の重心位置がキャリアの重心位置に略一致するので、特にダミー材 D とウエハ S とを同時に研磨する研磨中期以降において、上定盤 4 3 がダミー材 D に当接することによって上定盤 4 3 がキャリアの上面に対して傾いてしまうことなく、略水平な状態に保持することができる。したがって、ウエハ S の上面を十分な水平度で研磨することができる。

30

【 0 1 0 5 】

また、ダミー材保持部については、図 8 (a) に示したように貫通孔によって形成することなく、キャリアの上面側に開口を有する凹部によって形成してもよい。このようにしても、研磨工程 (ラッピング工程) における研磨開始時や研磨初期時において、上定盤 4 3 の荷重をダミー材 D で受けることができ、したがってウエハ S にクラックや割れ、欠けといった破損が生じてしまうのを防止することができる。

40

【 0 1 0 6 】

また、前記実施形態では、ウエハ S のサイズを 3 インチとして説明したが、このサイズに限定されるものではなく、直径が数十インチ程度の大型化したウエハ S であってもよい。また、形状についても、円板状でなく矩形板状であっても構わない。特に、大型化したウエハ S であっても、前述したウエハ研磨装置 4 0 及びウエハ研磨方法によって、破損を防止しながら研磨を行うことができる。また、大型化したウエハ S を利用して圧電振動子 1 を製造する場合には、取り個数を増やすことができ、1 枚のウエハ S からより多くの圧電振動子 1 を効率良く製造することができる。

【 0 1 0 7 】

なお、前記実施形態では、音叉型の圧電振動片 2 を備えた圧電振動子 1 を例に挙げて説

50

明したが、この圧電振動子 1 に限定されるものではない。

例えば、図 2 1 に示すように、厚み滑り振動片（圧電振動片）8 1 を有する厚み滑り振動子（圧電振動子）8 0 であっても構わない。厚み滑り振動片 8 1 は、ウエハ S から一定の厚みで板状に形成された圧電板 8 2 と、励振電極 8 3、引き出し電極 8 4、マウント電極 8 5 とを備えている。圧電板 8 2 は、例えば、外形が矩形状に形成されており、両面の略中央部分に励振電極 8 3 が対向するように形成されている。圧電板 8 2 の端部には、引き出し電極 8 4 を介して励振電極 8 3 に電氣的に接続されたマウント電極 8 5 が形成されている。なお、マウント電極 8 5 は、一方の励振電極 8 3 に接続されたものと、他方の励振電極 8 3 に接続されたものとが、圧電板 8 2 の両面にそれぞれ形成されている。この際、圧電板 8 2 の一方の面に形成されたマウント電極 8 5 は、他方の面に形成されたマウント電極 8 5 に対して、圧電板 8 2 の側面上に形成された側面電極 8 6 を介して電氣的に接続されている。

10

【0108】

このように構成された厚み滑り振動子 8 0 であっても、前記のウエハ研磨装置 4 0 及びウエハ研磨方法によって研磨されたウエハ S から厚み滑り振動片 8 1 が製造されるので、従来のものに比べて生産コストが低減化されたものとなる。

【0109】

また、前記実施形態では、圧電振動子の一例として、シリンダパッケージタイプの圧電振動子 1 を例に挙げて説明したが、この圧電振動子 1 に限定されるものではない。例えば、図 2 2 及び図 2 3 に示すように、セラミックパッケージタイプの圧電振動子 9 0 でも構わない。

20

この圧電振動子 9 0 は、内部に凹部 9 1 a が形成されたベース 9 1 と、該ベース 9 1 の凹部 9 1 a 内に收容される圧電振動片 2 と、圧電振動片 2 を收容した状態でベース 9 1 に固定されるリッド 9 2 と、を備えている。

【0110】

ベース 9 1 には、ハーメチック封止構造を持つリード 9 3 が配置され、その先端にパンプ（図示せず）が設けられている。そして、パンプと圧電振動片 2 のマウント電極 1 6、1 7 とが機械的及び電氣的に接続されている。また、リード 9 3 はベース 9 1 の底面に露出している。すなわち、このリード 9 3 は、一端側が外部に電氣的に接続されると共に、他端側がマウント電極 1 6、1 7 に電氣的に接続される外部接続端子として機能する。

30

また、ベース 9 1 は、蓋となるリッド 9 2 により、真空中で電子ビーム溶接や真空シーム溶接、或いは、低融点ガラスや共晶金属による接合等の各種手段を用いて真空気密封止されている。これにより、圧電振動片 2 は、内部に気密封止されている。すなわち、ベース 9 1 及びリッド 9 2 は、圧電振動片 2 を気密封止する封止部材 9 4 として機能する。

【0111】

このように構成された圧電振動子 9 0 であっても、前記のウエハ研磨装置 4 0 及びウエハ研磨方法によって研磨されたウエハ S から圧電振動片 2 が製造されるので、従来のものに比べて生産コストが低減化されたものとなる。

【0112】

更には、シリンダパッケージタイプの圧電振動子 1 を、さらにモールド樹脂部 1 0 1 で固めて表面実装型振動子 1 0 0 としても構わない。

40

この表面実装型振動子 1 0 0 は、図 2 4 及び図 2 5 に示すように、圧電振動子 1 と、該圧電振動子 1 を所定の形状で固定するモールド樹脂部 1 0 1 と、一端側がアウターリード 3 1 b に電氣的に接続されると共に、他端側がモールド樹脂部 1 0 1 の底面に露出して外部に電氣的に接続される外部接続端子 1 0 2 と、を備えている。この外部接続端子 1 0 2 は、銅等の金属材料で断面コ形に形成されている。このように圧電振動子 1 をモールド樹脂部 1 0 1 で固めることで、回路基板等に安定して取り付けることができるので、より使用し易く、使い易さが向上する。特に、圧電振動子 1 は従来のものに比べて生産コストが低減化されているので、表面実装型振動子 1 0 0 自体に関しても生産コストが低減化されたものとなる。

50

【0113】

次に、本発明に係る発振器の一実施形態について、図26を参照しながら説明する。

本実施形態の発振器110は、図26に示すように、圧電振動子1を、集積回路111に電氣的に接続された発振子として構成したものである。この発振器110は、コンデンサ等の電子部品112が実装された基板113を備えている。基板113には、発振器用の前記集積回路111が実装されており、この集積回路111の近傍に、圧電振動子1の圧電振動片2が実装されている。これら電子部品112、集積回路111及び圧電振動子1は、図示しない配線パターンによってそれぞれ電氣的に接続されている。なお、各構成部品は、図示しない樹脂によりモールドされている。

【0114】

このように構成された発振器110において、圧電振動子1に電圧を印加すると、該圧電振動子1内の圧電振動片2が振動する。この振動は、圧電振動片2が有する圧電特性により電気信号に変換されて、集積回路111に電気信号として入力される。入力された電気信号は、集積回路111によって各種処理がなされ、周波数信号として出力される。これにより、圧電振動子1が発振子として機能する。

また、集積回路111の構成を、例えば、RTC（リアルタイムクロック）モジュール等を要求に応じて選択的に設定することで、時計用単機能発振器等の他、当該機器や外部機器の動作日や時刻を制御したり、時刻やカレンダー等を提供したりする機能を付加することができる。

【0115】

このような本実施形態の発振器110によれば、従来のものに比べて生産コストが低減化された圧電振動子1を備えているので、発振器110自体に関しても生産コストが低減化されたものとなる。

【0116】

次に、本発明に係る電子機器の一実施形態について、図27を参照して説明する。なお電子機器として、前述した圧電振動子1を有する携帯情報機器120を例にして説明する。始めに本実施形態の携帯情報機器120は、例えば、携帯電話に代表されるものであり、従来技術における腕時計を発展、改良したものである。外観は腕時計に類似し、文字盤に相当する部分に液晶ディスプレイを配し、この画面上に現在の時刻等を表示させることができるものである。また、通信機として利用する場合には、手首から外し、バンドの内側部分に内蔵されたスピーカ及びマイクロフォンによって、従来技術の携帯電話と同様の通信を行うことが可能である。しかしながら、従来の携帯電話と比較して、格段に小型化及び軽量化されている。

【0117】

次に、本実施形態の携帯情報機器120の構成について説明する。この携帯情報機器120は、図27に示すように、圧電振動子1と、電力を供給するための電源部121とを備えている。電源部121は、例えば、リチウム二次電池からなっている。この電源部121には、各種制御を行う制御部122と、時刻等のカウントを行う計時部123と、外部との通信を行う通信部124と、各種情報を表示する表示部125と、それぞれの機能部の電圧を検出する電圧検出部126とが並列に接続されている。そして、電源部121によって、各機能部に電力が供給されるようになっている。

【0118】

制御部122は、各機能部を制御して音声データの送信及び受信、現在時刻の計測や表示等、システム全体の動作制御を行う。また、制御部122は、予めプログラムが書き込まれたROMと、該ROMに書き込まれたプログラムを読み出して実行するCPUと、該CPUのワークエリアとして使用されるRAM等とを備えている。

【0119】

計時部123は、発振回路、レジスタ回路、カウンタ回路及びインターフェース回路等を内蔵する集積回路と、圧電振動子1とを備えている。圧電振動子1に電圧を印加すると圧電振動片2が振動し、該振動が水晶の有する圧電特性により電気信号に変換されて、発

10

20

30

40

50

振回路に電気信号として入力される。発振回路の出力は二値化され、レジスタ回路とカウンタ回路とにより計数される。そして、インターフェース回路を介して、制御部 122 と信号の送受信が行われ、表示部 125 に、現在時刻や現在日付或いはカレンダー情報等が表示される。

【0120】

通信部 124 は、従来の携帯電話と同様の機能を有し、無線部 127、音声処理部 128、切替部 129、増幅部 130、音声入出力部 131、電話番号入力部 132、着信音発生部 133 及び呼制御メモリ部 134 を備えている。

無線部 127 は、音声データ等の各種データを、アンテナ 135 を介して基地局と送受信のやりとりを行う。音声処理部 128 は、無線部 127 又は増幅部 130 から入力された音声信号を符号化及び複号化する。増幅部 130 は、音声処理部 128 又は音声入出力部 131 から入力された信号を、所定のレベルまで増幅する。音声入出力部 131 は、スピーカやマイクロフォン等からなり、着信音や受話音声を拡声したり、音声を集音したりする。

【0121】

また、着信音発生部 133 は、基地局からの呼び出しに応じて着信音を生成する。切替部 129 は、着信時に限って、音声処理部 128 に接続されている増幅部 130 を着信音発生部 133 に切り替えることによって、着信音発生部 133 において生成された着信音が増幅部 130 を介して音声入出力部 131 に出力される。

なお、呼制御メモリ部 134 は、通信の発着呼制御に係るプログラムを格納する。また、電話番号入力部 132 は、例えば、0 から 9 の番号キー及びその他のキーを備えており、これら番号キー等を押下することにより、通話先の電話番号等が入力される。

【0122】

電圧検出部 126 は、電源部 121 によって制御部 122 等の各機能部に対して加えられている電圧が、所定の値を下回った場合に、その電圧降下を検出して制御部 122 に通知する。このときの所定の電圧値は、通信部 124 を安定して動作させるために必要な最低限の電圧として予め設定されている値であり、例えば、3V 程度となる。電圧検出部 126 から電圧降下の通知を受けた制御部 122 は、無線部 127、音声処理部 128、切替部 129 及び着信音発生部 133 の動作を禁止する。特に、消費電力の大きな無線部 127 の動作停止は、必須となる。更に、表示部 125 に、通信部 124 が電池残量の不足により使用不能になった旨が表示される。

【0123】

すなわち、電圧検出部 126 と制御部 122 とによって、通信部 124 の動作を禁止し、その旨を表示部 125 に表示することができる。この表示は、文字メッセージであっても良いが、より直感的な表示として、表示部 125 の表示面の上部に表示された電話アイコンに、×(バツ)印を付けるようにしても良い。

なお、通信部 124 の機能に係る部分の電源を、選択的に遮断することができる電源遮断部 136 を備えることで、通信部 124 の機能をより確実に停止することができる。

【0124】

前述したように、本実施形態の携帯情報機器 120 によれば、従来のものに比べて生産コストが低減化された圧電振動子 1 を備えているので、携帯情報機器 120 自体に関しても生産コストが低減化されたものとなる。

【0125】

次に、本発明に係る電波時計の一実施形態について、図 28 を参照して説明する。

本実施形態の電波時計 140 は、図 28 に示すように、フィルタ部 141 に電氣的に接続された圧電振動子 1 を備えたものであり、時計情報を含む標準の電波を受信して、正確な時刻に自動修正して表示する機能を備えた時計である。

日本国内には、福島県(40kHz)と佐賀県(60kHz)とに、標準の電波を送信する送信所(送信局)があり、それぞれ標準電波を送信している。40kHz 若しくは 60kHz のような長波は、地表を伝播する性質と、電離層と地表とを反射しながら伝播す

10

20

30

40

50

る性質とを併せもつため、伝播範囲が広く、前述した2つの送信所で日本国内を全て網羅している。

【0126】

以下、電波時計140の機能的構成について詳細に説明する。

アンテナ142は、40kHz若しくは60kHzの長波の標準電波を受信する。長波の標準電波は、タイムコードと呼ばれる時刻情報を、40kHz若しくは60kHzの搬送波にAM変調をかけたものである。受信された長波の標準電波は、アンプ143によって増幅され、複数の圧電振動子1を有するフィルタ部141によって濾波、同調される。

本実施形態における圧電振動子1は、前記搬送周波数と同一の40kHz及び60kHzの共振周波数を有する水晶振動子部148、149をそれぞれ備えている。

10

【0127】

更に、濾波された所定周波数の信号は、検波、整流回路144により検波復調される。続いて、波形整形回路145を介してタイムコードが取り出され、CPU146でカウントされる。CPU146では、現在の年、積算日、曜日、時刻等の情報を読み取る。読み取られた情報は、RTC148に反映され、正確な時刻情報が表示される。

搬送波は、40kHz若しくは60kHzであるから、水晶振動子部148、149は、前述した音叉型の構造を持つ振動子が好適である。

【0128】

なお、前述の説明は、日本国内の例で示したが、長波の標準電波の周波数は、海外では異なっている。例えば、ドイツでは77.5kHzの標準電波が用いられている。従って、海外でも対応可能な電波時計140を携帯機器に組み込む場合には、さらに日本の場合とは異なる周波数の圧電振動子1を必要とする。

20

【0129】

前述したように、本実施形態の電波時計140によれば、従来のものに比べて生産コストが低減化された圧電振動子1を備えているので、電波時計140自体に関しても生産コストが低減化されたものとなる。

【図面の簡単な説明】

【0130】

【図1】本発明に係る圧電振動子の一実施形態を示す図であって、上面側から見た全体図である。

30

【図2】図1に示す圧電振動子を構成する圧電振動片を上面から見た図である。

【図3】図1に示す圧電振動子を構成する圧電振動片を下面から見た図である。

【図4】図2のA-A線矢視断面図である。

【図5】図2に示す圧電振動片の元となるウエハを作製する際の流れを示すフローチャートである。

【図6】本発明に係るウエハ研磨装置の構成図である。

【図7】図6に示すウエハ研磨装置を構成するキャリア周辺の拡大図である。

【図8】(a)はキャリアの平面図、(b)、(c)は図6に示すウエハ研磨装置のキャリア周辺の拡大側断面図である。

【図9】図7のB-B線矢視図である。

40

【図10】(a)は加工荷重推移のグラフであり、(b)は回転数推移のグラフである。

【図11】研磨加工されたウエハを利用して、図1に示す圧電振動子を製造する際の流れを示すフローチャートである。

【図12】図11に示すフローチャートの続きのフローチャートである。

【図13】図11に示すフローチャートに沿って圧電振動子を製造する際の一工程を示す図であって、ウエハの両面にエッチング保護膜を成膜した状態を示す図である。

【図14】図13に示す状態から、エッチング保護膜をパターニングした後の状態を示す図であって、ウエハを上方から見た図である。

【図15】図14のC-C線矢視断面図である。

【図16】図15に示す状態から、エッチング保護膜をマスクとして、ウエハをエッチン

50

グ加工した状態を示す図である。

【図 17】図 16 に示す状態から、ウエハの両面にフォトリソ膜を成膜した状態を示す図である。

【図 18】図 17 に示す状態から、フォトリソ膜をパターニングした後の状態を示す図である。

【図 19】図 18 に示す状態から、パターニングしたフォトリソ膜をマスクとして、エッチング保護膜をエッチング加工してさらにパターニングした後の状態を示す図である。

【図 20】図 19 に示す状態から、さらにパターニングしたエッチング保護膜をマスクとして、ウエハをエッチング加工した状態を示す図である。

【図 21】本発明に係る圧電振動子の他の例を示す図であって、厚み滑り振動する圧電振動子の斜視図である。

【図 22】本発明に係る圧電振動子の他の例を示す図であって、セラミックパッケージタイプの圧電振動子の上面図である。

【図 23】図 22 の D - D 線矢視断面図である。

【図 24】本発明に係る圧電振動子を有する表面実装型振動子を示す断面図である。

【図 25】図 24 に示す圧電振動子と外部接続端子との取り付け関係を示す斜視図である。

【図 26】本発明に係る発振器の一実施形態を示す構成図である。

【図 27】本発明に係る電子機器の一実施形態を示す構成図である。

【図 28】本発明に係る電波時計の一実施形態を示す構成図である。

【図 29】従来の研磨装置の一例を示す構成図である。

【図 30】図 29 の E - E 線矢視断面図である。

【図 31】図 29 に示す研磨装置を構成する上定盤の上面図である。

【符号の説明】

【0131】

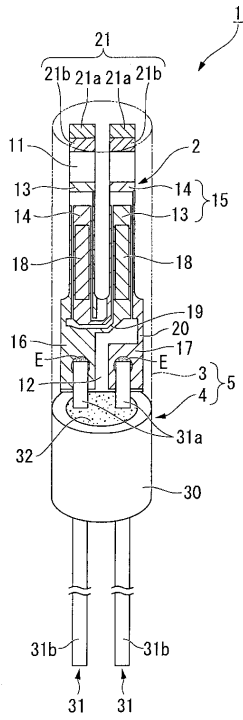
D ... ダミー材、L ... 軸線、S ... ウエハ、W ... 研磨液、1、90 ... 圧電振動子、2 ... 圧電振動片、5、94 ... 封止部材、15、83 ... 励振電極、16、17、85 ... マウント電極、19、20、84 ... 引き出し電極、31 ... リード端子（外部接続端子）、40 ... ウエハ研磨装置、41 ... キャリア、41a ... キャリアのギア部、41b ... キャリアの保持孔、41c ... ダミー材保持部、42 ... 遊星歯車機構、43 ... 上定盤、44 ... 下定盤、45 ... 研磨液供給手段、58 ... パウダーホース、66 ... 研磨液回収手段、67 ... フィルタ、90 ... 厚み滑り振動片、93 ... リード（外部接続端子）、80 ... 厚み滑り振動子（圧電振動子）、81 ... 厚み滑り振動片（圧電振動片）、110 ... 発振器、120 ... 携帯情報機器（電子機器）、140 ... 電波時計

10

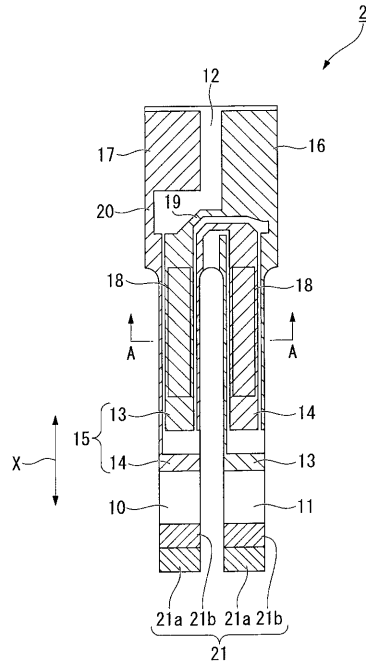
20

30

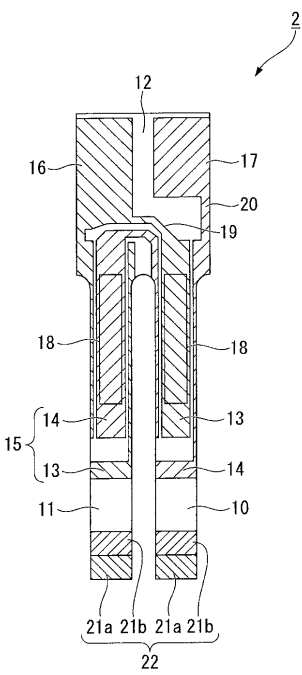
【 図 1 】



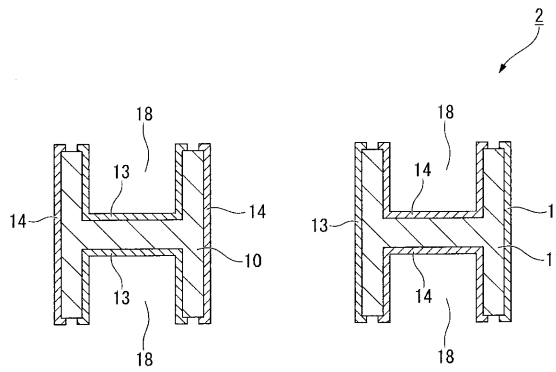
【 図 2 】



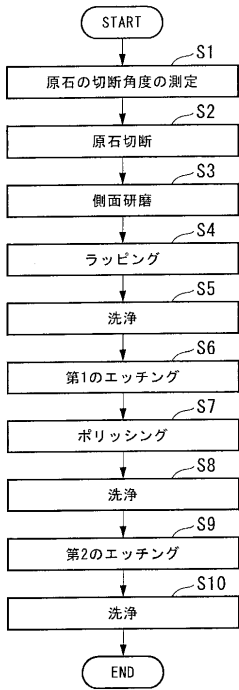
【 図 3 】



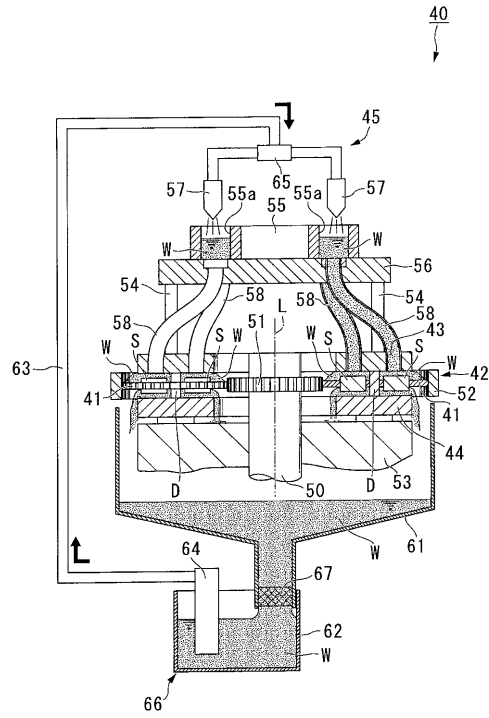
【 図 4 】



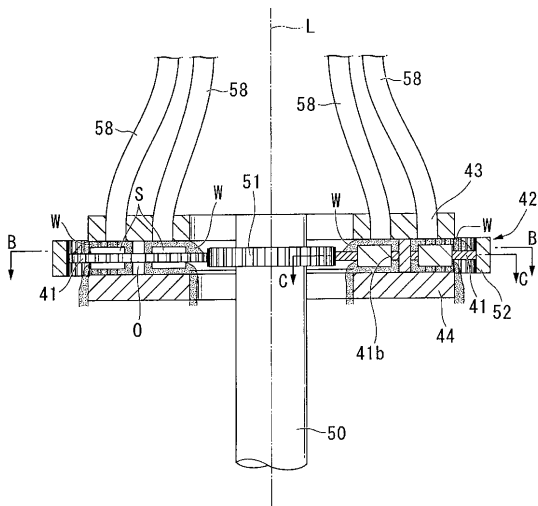
【 図 5 】



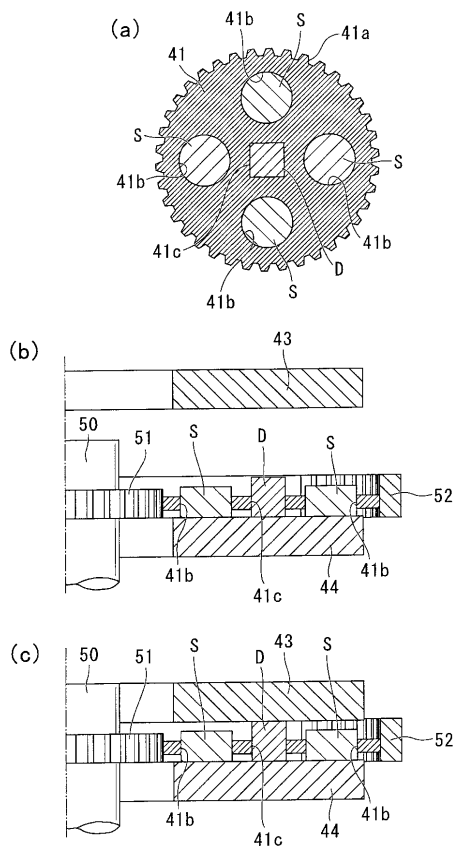
【 図 6 】



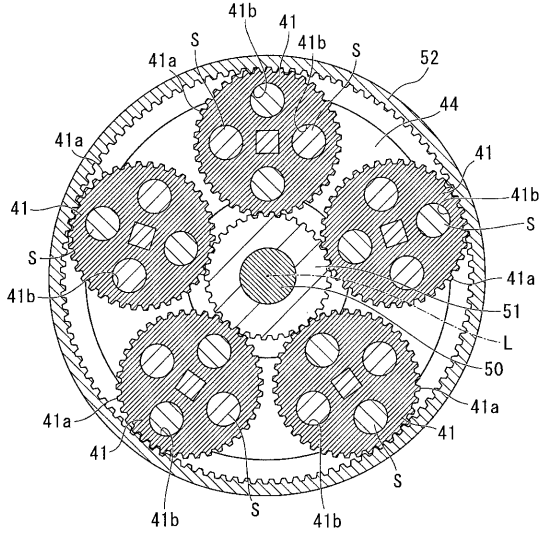
【 図 7 】



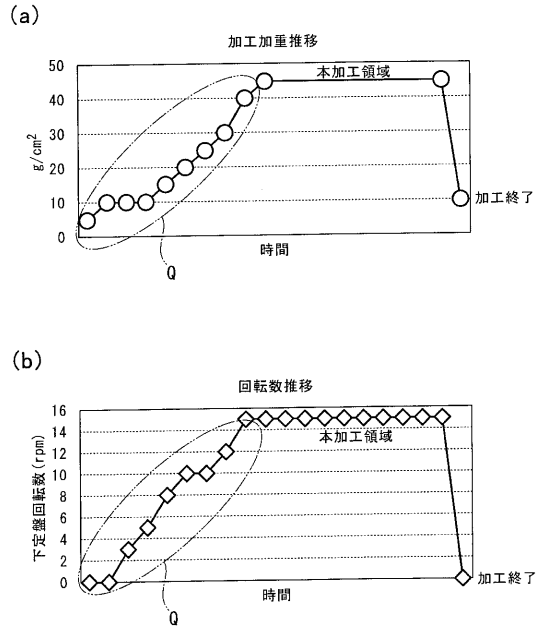
【 図 8 】



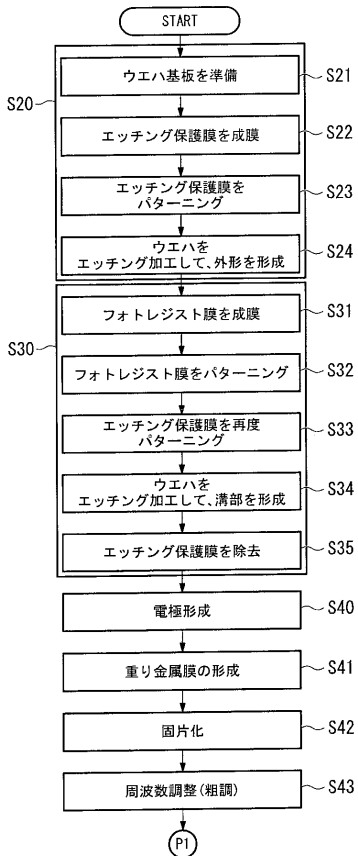
【 図 9 】



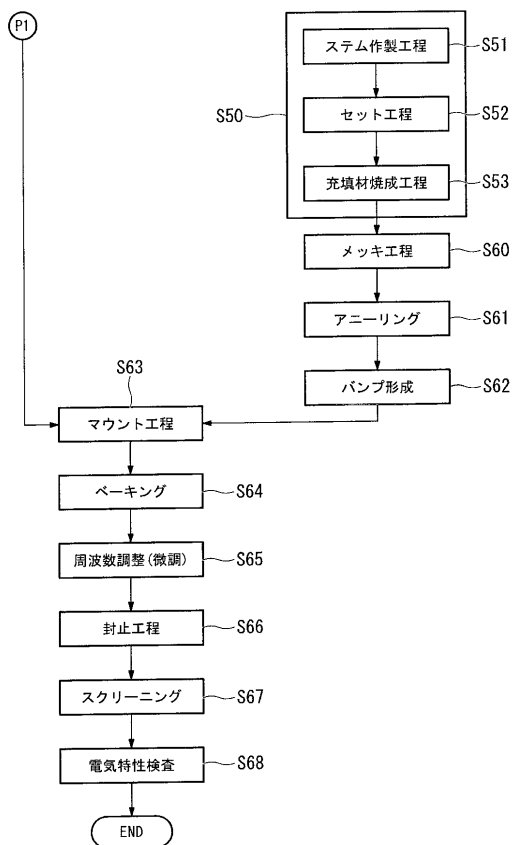
【 図 1 0 】



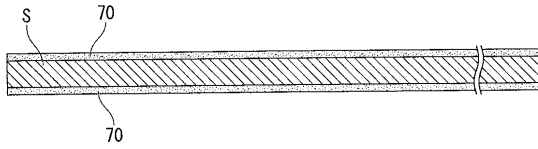
【 図 1 1 】



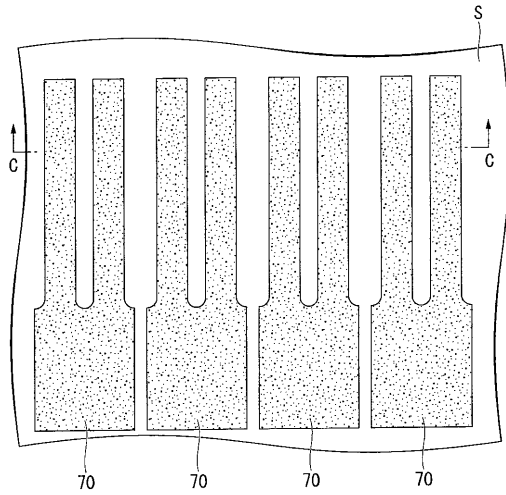
【 図 1 2 】



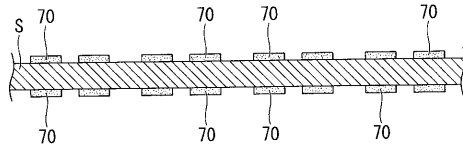
【図 13】



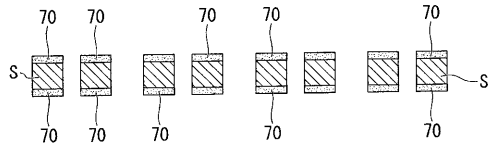
【図 14】



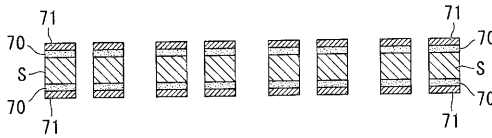
【図 15】



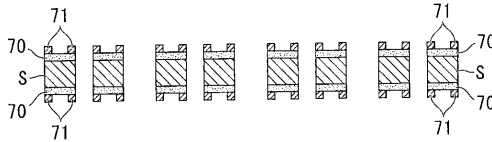
【図 16】



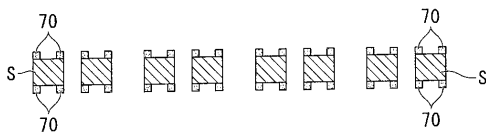
【図 17】



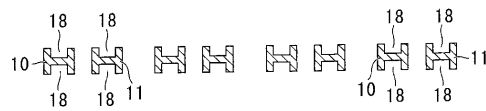
【図 18】



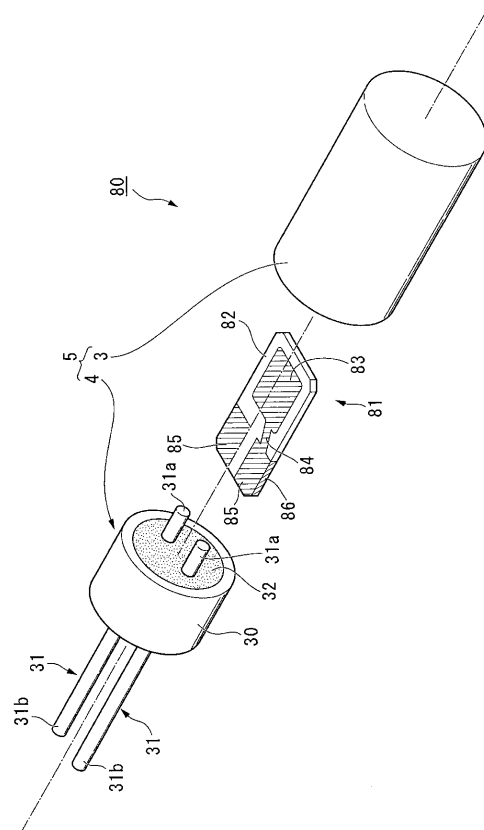
【図 19】



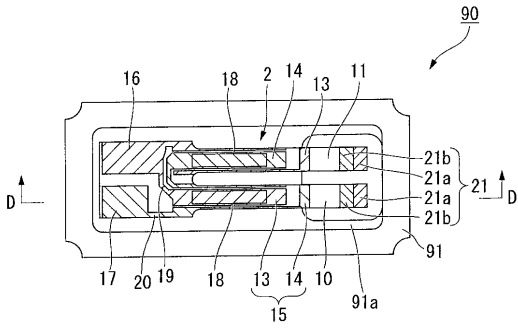
【図 20】



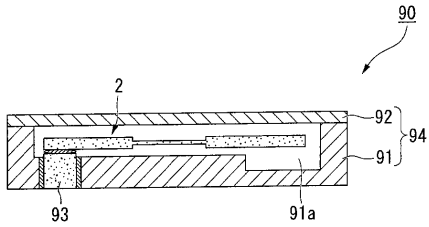
【図 21】



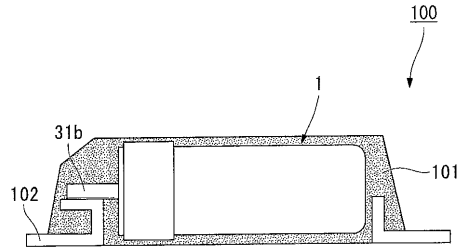
【図 2 2】



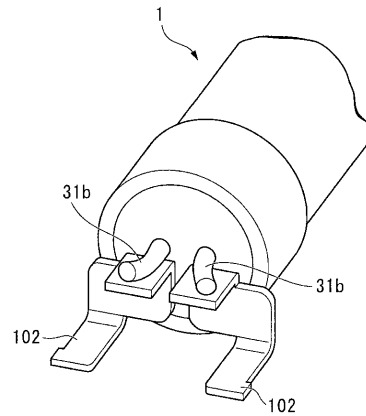
【図 2 3】



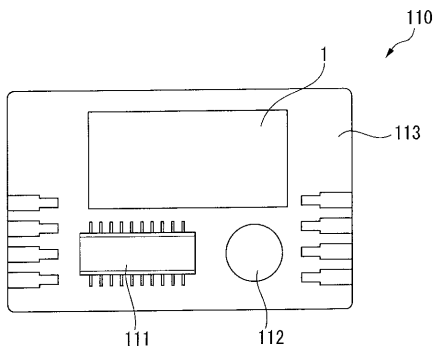
【図 2 4】



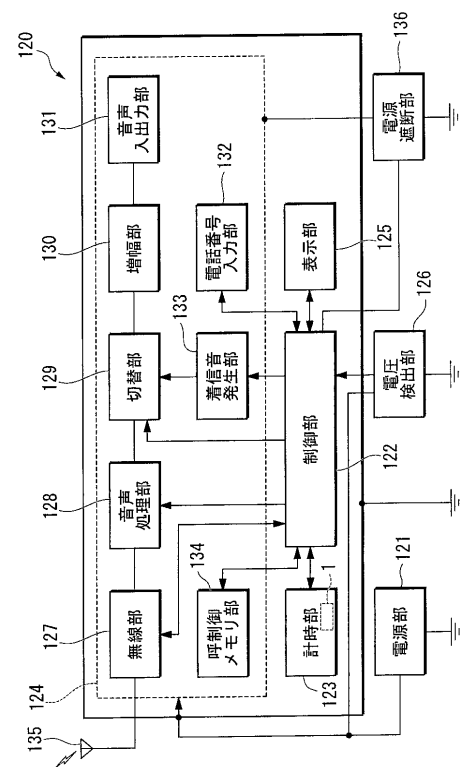
【図 2 5】



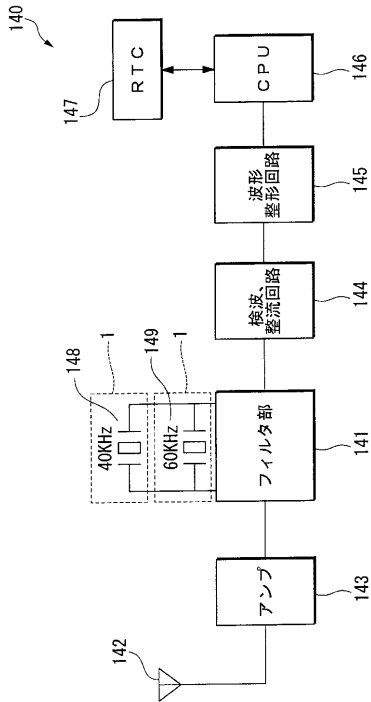
【図 2 6】



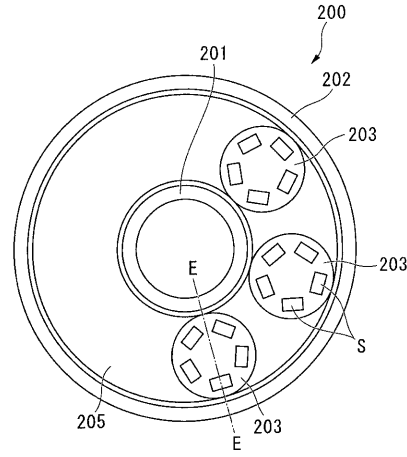
【図 2 7】



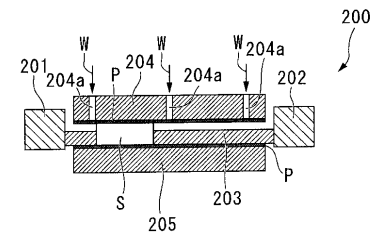
【図 28】



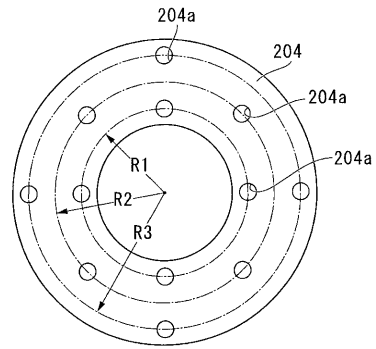
【図 29】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
B 2 4 B 37/00	(2006.01)	H 0 1 L 41/22		Z
		B 2 4 B 37/04		C
		B 2 4 B 37/00		K