

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年4月24日 (24.04.2003)

PCT

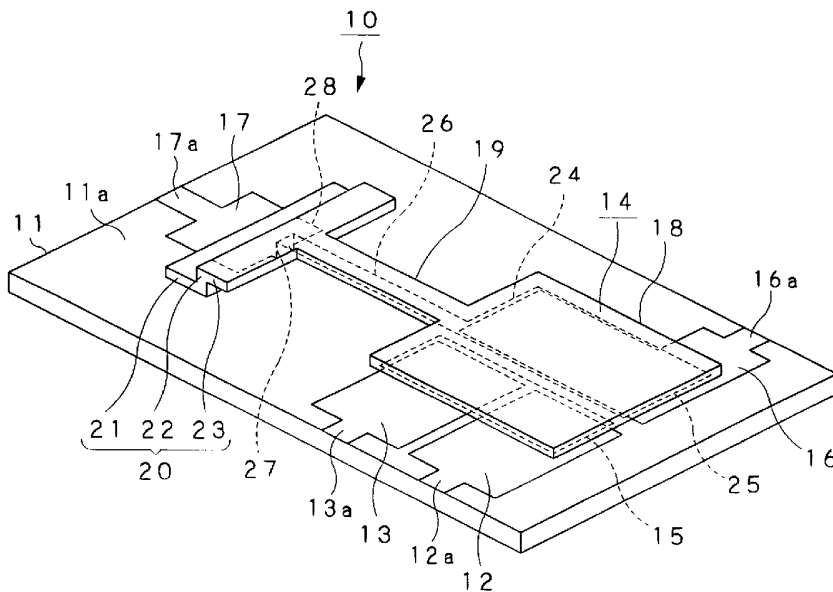
(10) 国際公開番号
WO 03/034452 A1

- (51) 国際特許分類: H01G 5/16
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/10485
- (22) 国際出願日: 2002年10月9日 (09.10.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2001-321026
2001年10月18日 (18.10.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中山 典一 (NAKAYAMA, Norikazu) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小池 晃, 外 (KOIKE, Akira et al.); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門二丁目6番4号 第11森ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。



(54) Title: VARIABLE CAPACITANCE CAPACITOR DEVICE

(54) 発明の名称: 容量可変型キャパシタ装置



(57) Abstract: A variable capacitance capacitor device being fabricated by micro electromechanical system technology, comprising an insulating substrate (2) having one side (2a) on which at least two capacitor electrodes (3, 4) are formed while being insulated from each other, an actuator (5) formed of an insulating material to have an external shape straddling respective capacitor electrodes (3, 4) with a conductor (6) being formed to constitute capacitors between the conductor (6) and the capacitor electrodes (3, 4), and a drive means (7) for touching/separating the actuator (5) to/from one major surface (2a) of the insulating substrate (2).

[続葉有]

WO 03/034452 A1



(57) 要約:

本発明は、容量可変型キャパシタ装置であり、このキャパシタ装置は、微小電気機械システム技術によって作製され、一方の面（2 a）上に少なくとも2個のキャパシタ電極（3）（4）が互いに絶縁されて形成された絶縁基板（2）と、絶縁材によって形成され各キャパシタ電極（3）（4）に跨る外形を有し、これらキャパシタ電極（3）（4）との間にそれぞれキャパシタを構成する導電体（6）が形成されたアクチュエータ（5）と、このアクチュエータ（5）を絶縁基板（2）の一方の主面（2 a）に対して接離動作させる駆動手段（7）とを備える。

明細書

容量可変型キャパシタ装置

技術分野

本発明は、微小電気機械システム（MEMS：Micro Electro-Mechanical System）技術を用いて作製され、静電容量を可変可能とするとともに配線引き回しによる寄生インダクタ成分の低減を図った容量可変型キャパシタ装置に関する。

背景技術

例えば、オーディオ情報や画像情報等の各種情報は、データのデジタル化を図る技術や圧縮技術が普及し、更にはデータの通信システムやサービスシステムの整備及び充実に伴って各種の通信端末機器によって手軽に扱われ、有効利用が図られるようになってきている。通信端末機器は、小型軽量で携帯性に優れ且つ長時間の使用が可能であり、中継装置等を不要として各種の通信システムとの接続が図られる。通信端末機器には、送受信部においてアナログの高周波信号の変復調処理を行うために、例えばスーパーヘテロダイン方式或いはダイレクトコンバージョン方式等の高周波送受信回路が備えられている。

高周波送受信回路には、アンテナや切替スイッチを有し信号を受信或いは送信するアンテナ部、送信と受信との切替を行う送受信切替部、周波数変換回路部や復調回路部及び変調回路部或いは基準周波数を供給する基準周波数生成回路部等が備えられている。高周波送受信回路は、各段間に種々のフィルタ、容量を可変とした局部発振用の電圧制御発振器（VCO：Voltage Controlled Oscillator）、表面弾性波（SAW：Surface Acoustic Wave）フィルタ等の機能部品や、整合回路やバイアス回路、インダクタ、抵抗、キャパシタ等の受動部品が設けられる。高周波送受信回路は、このために全体が大型となって消費電力も大きくなり、通信端末機器の小型軽量化・低電力化の大きな障害となっている。

上述した電圧制御発振器については、例えば特開平9-82569号公報に記載されるように、絶縁基板上に薄膜技術や厚膜技術等によって微小な電極や可動体等を形成するMEMS技術を用いることにより微小化を図った可変容量コンデンサ100も採用される。可変容量コンデンサ100は、図1Aに示すように、絶縁基板101と、この絶縁基板101の一方の面101a上に一端部を片持ち支持された可動部材102とからなる。

絶縁基板101には、図1Bに示すように一方の面101a上に、互いに絶縁を保持されて矩形の駆動電極103と検出電極104とが形成されるとともに、可動部材102の支持部に対応位置して一对の引出電極105、106が形成されている。可動部材102は、絶縁性及び弾性を有しており、一端部に形成された支持部107と、この支持部107に立ち上がり形成された支点部108と、この支点部108の一侧部に沿って一体に形成され絶縁基板101の一方の面101aと所定の間隔を以って対向する可動部109とからなる。

可動部109は、図1Cに示すように駆動電極103と検出電極104とを覆うに足る外形を有しており、絶縁基板101の一方の面101aと対向する内面にこれら駆動電極103と検出電極104とにそれぞれ対応して第1の可動電極110と第2の可動電極111とが形成されている。第1の可動電極110と第2の可動電極111は、可動部109の内面から支点部108及び支持部107に導かれ、支持部107が絶縁基板101の一方の面101a上に固定された状態においてそれぞれ引出電極105、106と接合される。

以上のように構成された可変容量コンデンサ100は、駆動電極103と第1の可動電極110と接続された引出電極105とに外部バイアス電圧が印加されると、駆動電極103と可動電極110との間に静電気力が生成される。可変容量コンデンサ100は、この静電気力によって可動部109が支点部108を弾性変位させながら駆動電極103側へと吸引される。可変容量コンデンサ100は、静電気力と支点部108に蓄勢される弾性力とがバランスした状態で検出電極104と第2の可動電極111との対向間隔が規定され、これら電極間に生成した静電容量の取り出しが行われる。

可変容量コンデンサ100は、上述したように外部バイアス電圧を調整するこ

とによって静電気力の大きさが変化することで検出電極 104 と第 2 の可動電極 111 との対向間隔も変化する。可変容量コンデンサ 100 は、検出電極 104 と第 2 の可動電極 111 との間に生成される静電容量がその対向間隔の逆数に比例することから、可変容量型のコンデンサとして機能する。

ところで、可変容量コンデンサ 100 においては、上述したように絶縁基板 101 に形成した引出電極 105 から可動部材 102 側の第 1 の可動電極 110 に対して外部バイアス電圧が印加される。可変容量コンデンサ 100 においては、引出電極 105 と第 1 の可動電極 110 との間に線路抵抗成分である寄生インダクタンスが発生して検出電極 104 と第 2 の可動電極 111 とによって構成されるキャパシタに直列に接続されて全体として LC 共振器が構成される。したがって、可変容量コンデンサ 100 は、寄生インダクタンス成分が大きくなることにより全体の共振周波数が低下し、キャパシタとして動作する周波数領域が狭くなる。

一方、可変容量コンデンサ 100 においては、機器の低電力化を図るために、可動部材 102 をより低い印加電圧により駆動することによって検出電極 104 と第 2 の可動電極 111 との間に大きな容量変化が生成されるように構成する必要がある。可変容量コンデンサ 100 は、上述したように支点部 108 を弾性変位させるに足る外部バイアス電圧が印加されることによって、検出電極 104 と第 2 の可動電極 111 との間の対向間隔が変化される。可変容量コンデンサ 100 は、例えば支点部 108 を幅狭の梁状部位とすることによって弾性変位特性を低減して低電圧駆動化を図ることも考慮される。しかしながら、可変容量コンデンサ 100 は、かかる対応によって支点部 108 における引出電極 105 と第 1 の可動電極 110 との間の配線が狭くなり、線路抵抗成分が大きくなってしまふといった問題が生じる。

発明の開示

本発明の目的は、従来の変容量コンデンサが有する問題点を解消し得る新規な容量可変型キャパシタ装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、寄生インダクタを低減して高周波数帯域での動作を可能とする微小構成の容量可変型キャパシタ装置を提供することにある。

上述した目的を達成するために提案される本発明に係る容量可変型キャパシタ装置は、微小電気機械システム技術によって作製された、一の面上に少なくとも2個のキャパシタ電極が互いに絶縁を保持されて形成された絶縁基板と、各キャパシタ電極に跨る外形を有しこれらキャパシタ電極との間にそれぞれキャパシタを構成する導電体が形成された絶縁性のアクチュエータと、このアクチュエータを絶縁基板の主面に対して接離動作させる駆動手段とを備える。

本発明に係る容量可変型キャパシタ装置は、アクチュエータが駆動手段により絶縁基板に接近されることによって、各キャパシタ電極と導電体との間にそれぞれキャパシタを構成する。この容量可変型キャパシタ装置は、駆動手段により絶縁基板に対して接近動作されるアクチュエータが絶縁基板との対向間隔を適宜調整することによって、所望の電気容量を有する各キャパシタが構成される。容量可変型キャパシタ装置は、アクチュエータに形成した導電体に対する配線を不要とすることで、各キャパシタに対する寄生インダクタンスの影響が低減される。したがって、容量可変型キャパシタ装置は、全体の共振周波数の低下が抑制されて高周波数帯域での動作が可能とされるキャパシタを構成する。

本発明に係る他の容量可変型キャパシタ装置は、絶縁基板の一の面上に各キャパシタ電極と絶縁を保持されて形成された駆動用固定電極と、アクチュエータに導電体と絶縁を保持されて駆動用電極に対応して形成された駆動用可動電極とによってアクチュエータの駆動手段を構成している。

本発明に係る他の容量可変型キャパシタ装置は、駆動用固定電極と駆動用可動電極とに所定の駆動電圧が印加されることによってこれら駆動用固定電極と駆動用可動電極との間に静電気力が発生し、この静電気力によりアクチュエータが駆動される。この容量可変型キャパシタ装置は、駆動電圧の印加によって微小形状のアクチュエータを高精度に位置決めして駆動することから、低消費電力化が図られるとともに精度の高いキャパシタを構成することができる。容量可変型キャパシタ装置は、キャパシタ用の電気信号系とアクチュエータ駆動用の電気信号系とが互いに電氣的に絶縁されることから、微小な間隔で形成される可変キャパシ

タを利用する電気信号系とアクチュエータの駆動信号系との相互干渉が低減されて精度の向上が図られる。

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下において図面を参照して説明される実施の形態の説明から一層明らかにされるであろう。

図面の簡単な説明

図 1 A は従来の容量可変型キャパシタ装置を示す斜視図であり、図 1 B はその幅方向の縦断面図であり、図 1 C は長さ方向の要部縦断面図である。

図 2 A は本発明の第 1 の実施の形態として示す容量可変型キャパシタ装置の要部斜視図であり、図 2 B はその要部側面図である。

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態として示す容量可変型キャパシタ装置の要部斜視図である。

図 4 は、本発明に係る容量可変型キャパシタ装置の要部分解斜視図である。

図 5 は、本発明に係る第 3 の実施の形態として示す容量可変型キャパシタ装置の要部斜視図である。

図 6 A は本発明に係る第 4 の実施の形態として示す容量可変型キャパシタ装置を、アクチュエータを取り外した状態で示す要部斜視図であり、図 6 B はその要部縦断面図である。

図 7 は、本発明の第 5 の実施の形態として示す容量可変型キャパシタ装置の要部分解斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る容量可変型キャパシタ装置（以下、キャパシタ装置と略称する。）を図面を参照して説明する。

まず、本発明の第 1 の実施の形態に係るキャパシタ装置を説明する。

本発明に係るキャパシタ装置 1 は、MEMS 技術によって微小形状に作製され、図 2 A 及び図 2 B に示すように、一方の面 2 a 上に互いに絶縁を保持して第 1 の

キャパシタ電極 3 と第 2 のキャパシタ電極 4 とが成膜形成された絶縁基板 2 と、一方の面 2 a と対向する一の面 5 a に導電体 6 が形成されたアクチュエータ 5 と、このアクチュエータ 5 を駆動する駆動部 7 とから構成される。なお、キャパシタ装置 1 は、MEMS 技術により作製されるものに限定されるものではなく、一般的な基板形成技術等によって作製されるものであってもよい。

絶縁基板 2 は、絶縁性を有するとともに良好な面精度を以って形成することが可能な例えばガラス基板やセラミック基板或いはシリコン基板からなる。絶縁基板 2 は、高周波特性を有する有機基材、例えばポリフェニールエチレン、ビスマレイドトリアジン、ポリイミド、液晶ポリマ、フェノール樹脂、ポリオレフィン等によって形成され、好ましくは研磨処理等を施すことによって主面を平坦化された基板が用いられる。

絶縁基板 2 には、一方の面 2 a 上に所定の抜きパターンを有する電極形成用マスクを配置し、例えばアルミニウムや金等の電気抵抗率の小さな金属材の蒸着処理或いはスパッタリング処理等を施すことにより第 1 のキャパシタ電極 3 と第 2 のキャパシタ電極 4 を成膜形成してなる。第 1 のキャパシタ電極 3 と第 2 のキャパシタ電極 4 は、図 2 A に示すようにそれぞれ略同一の矩形状に形成され、外部回路と接続される引き出し部 3 a 、 4 a が一体に形成されている。第 1 のキャパシタ電極 3 と第 2 のキャパシタ電極 4 は、後述するように生成した静電容量をそれぞれ引き出し部 3 a 、 4 a を介して外部回路に供給する。なお、電極形成用マスクは、第 1 のキャパシタ電極 3 と第 2 のキャパシタ電極 4 とを形成した後に絶縁基板 2 から取り外される。

絶縁基板 2 には、一方の面 2 a に対して所定の対向間隔を隔てアクチュエータ 5 が組み合わされている。アクチュエータ 5 は、例えば第 1 のキャパシタ電極 3 及び第 2 のキャパシタ電極 4 を成膜形成した絶縁基板 2 の一方の面 2 a 上に例えば二酸化珪素や適宜の有機物を素材として犠牲層 8 (図 2 B 参照。)を形成し、この犠牲層 8 を用いて形成される。犠牲層 8 は、絶縁基板 2 の一方の面 2 a 上に所定の抜きパターンを有する犠牲層形成用マスクを配置し、例えばプラズマ CVD (CVD : Chemical Vapor Deposition) 処理或いはスパッタリング処理等を施すことによって所定の厚さで成膜形成される。なお、犠牲層形成用マスクは、犠

性層 8 を形成した後に絶縁基板 2 から取り外される。

犠牲層 8 には、第 1 のキャパシタ電極 3 と第 2 のキャパシタ電極 4 とに対応する領域に抜きパターンを形成したマスクが配置され、例えばアルミニウムや金等の電気抵抗率の小さな金属材の蒸着処理或いはスパッタリング処理等を施すことにより導電体 6 が成膜形成される。導電体 6 は、犠牲層 8 の厚み分絶縁基板 2 の一方の面 2 a と対向離間するとともに、第 1 のキャパシタ電極 3 と第 2 のキャパシタ電極 4 とを被覆するに足る大きさを有する矩形形状を有している。なお、導電体形成用マスクは、導電体 6 を形成した後に絶縁基板 2 から取り外される。

導電体 6 には、その外形よりもやや大きな外形を有して全体を被覆する薄板状のアクチュエータ 5 が形成される。アクチュエータ 5 は、犠牲層 8 上に導電体 6 を介してアクチュエータ形成用マスクを配置し、例えばプラズマ CVD 処理やスパッタリング処理等を施すことにより所定の厚みを有する二酸化珪素、窒化珪素或いは多結晶珪素等の層を形成する。アクチュエータ 5 は、アクチュエータ形成用マスクを取り外すことにより、絶縁基板 2 との対向面に上述した導電体 6 を一体化してなる。

アクチュエータ 5 には、例えば一側部に弾性を有するアーム部 9 が形成されている。アーム部 9 は、適宜の連結手段を介して駆動部 7 に連結されている。アクチュエータ 5 は、詳細を省略するがアーム部 9 と駆動部 7 とが支持部を構成し、この支持部を介して絶縁基板 2 に対して一定の間隔を保持して支持されている。なお、アクチュエータ 5 は、複数のアーム部 9 により一側部を片持ち支持するようにしたが、両側部或いは外周側部に適宜に位置したアーム部 9 により両持ち支持或いは多点支持するようにしてもよい。

駆動部 7 は、詳細を省略するがアーム部 9 を昇降動作させる、例えば静電量駆動機構或いは電磁駆動機構や熱電駆動機構等によって構成されてなる。駆動部 7 は、図示しない制御部から出力される制御信号に応じてアーム部 9 を所定の位置まで下降させる。駆動部 7 は、図 2 A 及び図 2 B に示すように、第 1 のキャパシタ電極 3 と第 2 のキャパシタ電極 4 とが接続されるキャパシタの電気信号系と独立した駆動信号系を構成することで、相互の干渉が低減される。

絶縁基板 2 には、上述したように一方の面 2 a 上に、第 1 のキャパシタ電極 3

と第2のキャパシタ電極4、これらを被覆する犠牲層8及び導電体6を一体化したアクチュエータ5を積層形成した後に、化学エッチング処理や反応性イオンエッチング処理（RIE：Reactive Ion Etching）或いは酸素プラズマエッチング処理等が施されることによって犠牲層8が除去されてキャパシタ装置1を形成する。キャパシタ装置1は、アクチュエータ5がアーム部9を介して絶縁基板2の一方の面2aに対して所定の間隔を保持されて対向する。キャパシタ装置1は、第1のキャパシタ電極3と第2のキャパシタ電極4とが導電体6を共通の電極板として直列に接続された第1のキャパシタと第2のキャパシタとを構成する。

キャパシタ装置1においては、第1のキャパシタと第2のキャパシタとの静電容量が、第1のキャパシタ電極3及び第2のキャパシタ電極4と導電体6との対向間隔に反比例して変化する。キャパシタ装置1は、図示しない制御部から駆動部7に対して制御信号が供給されることによって、アーム部9を介してアクチュエータ5が絶縁基板2側へと移動動作される。キャパシタ装置1は、制御信号に応じてアクチュエータ5と絶縁基板2との対向間隔、換言すれば第1のキャパシタ電極3及び第2のキャパシタ電極4と導電体6との対向間隔が規定され、第1のキャパシタと第2のキャパシタとの静電容量が変化する。

キャパシタ装置1は、上述したように静電容量を変化させるための可動部側の導電体6がキャパシタの電気信号系と独立しており、第1のキャパシタと第2のキャパシタに対して引回し配線による寄生インダクタンスを有しない構造となっている。したがって、キャパシタ装置1は、第1のキャパシタと第2のキャパシタとがそれぞれ寄生インダクタンスの影響を低減され、静電容量を可変とするとともに全体の共振周波数の低下が抑制されて高周波数帯域での動作が可能とされるようになる。

次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。この実施の形態のキャパシタ装置10は、図3及び図4に示すように、MEMS技術によって微小形状に作製され、一方の面11a上に互いに絶縁を保持して第1のキャパシタ電極12と第2のキャパシタ電極13とが成膜形成された絶縁基板11と、一方の面11aと対向する主面に導電体15が形成されたアクチュエータ14とを備える基本的な構成は、上述したキャパシタ装置1と同様である。このキャパシタ装置10は、ア

クチュエータ 1 4 が、絶縁基板 1 1 との間に生成される静電気力によって駆動される構成に特徴を有している。

絶縁基板 1 1 も、ガラス基板やセラミック基板或いはシリコン基板からなり、図 4 に示すように、長さ方向に第 1 の領域 1 1 b と第 2 の領域 1 1 c とに区分された一方の面 1 1 a 上の第 1 の領域 1 1 b 側に、一方側縁に沿って第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 とが互いに絶縁を保持されて並列に配置されて形成されている。第 1 のキャパシタ電極 1 2 及び第 2 のキャパシタ電極 1 3 とは、それぞれ略同一の矩形状に形成され、外周縁に静電容量の引き出し部 1 2 a、1 3 a がそれぞれ引き出し形成され、例えば図示しないインダクタンス素子と組み合わせ接続されることにより、可変周波数フィルタや可変周波数発信器を構成する。

絶縁基板 1 1 には、一方の面 1 1 a 上に第 1 の駆動用固定電極 1 6 が成膜形成されている。第 1 の駆動用固定電極 1 6 は、一側部に図示しない制御部から供給される駆動電圧が印加される電圧供給用端子部 1 6 a が形成されている。第 1 の駆動用固定電極 1 6 は、図 3 に示すように第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 と絶縁を保持されて第 1 の領域 1 1 b の一方側に位置して並列状態で形成されている。

絶縁基板 1 1 には、一方の面 1 1 a 上に第 2 の駆動用固定電極 1 7 が成膜形成されている。第 2 の駆動用固定電極 1 7 は、第 2 の領域 1 1 c の一端側の近傍で幅方向の略中央部に位置して形成されている。第 2 の駆動用固定電極 1 7 は、後述するようにアクチュエータ 1 4 の固定位置に対応して形成されている。第 2 の駆動用固定電極 1 7 には、一端部に図示しない制御部から供給される駆動電圧が印加される電圧供給リード 1 7 a が形成されている。勿論、第 2 の駆動用固定電極 1 7 は、第 1 の駆動用固定電極 1 6 や第 1 のキャパシタ電極 1 2 及び第 2 のキャパシタ電極 1 3 と絶縁が保持されている。

絶縁基板 1 1 には、アクチュエータ 1 4 が第 2 の領域 1 1 c 側に一端部を固定されて片持ち支持されている。アクチュエータ 1 4 は、可撓性を有するとともに少なくとも絶縁基板 1 1 との対向表面が絶縁性を有する基材によって形成されている。アクチュエータ 1 4 は、図 3 及び図 4 に示すように一体に形成された可動

部 1 8 と、アーム部 1 9 及び支持部 2 0 とからなる。アクチュエータ 1 4 は、支持部 2 0 が、絶縁基板 1 1 の一方の面 1 1 a 上に直接積層形成されて一体化される矩形板状の固定部 2 1 と、この固定部 2 1 の一側縁に一体に立ち上がり形成された立上部 2 2 と、この立上部 2 2 の上端縁から水平に折曲された支点部 2 3 とから構成されてなる。アクチュエータ 1 4 には、絶縁基板 1 1 と対向する内面に、導電体 1 5 とともに駆動電極パターン 2 4 が形成されている。駆動電極パターン 2 4 は、駆動用可動電極部 2 5 と、リード部 2 6 と、立上リード部 2 7 と、駆動用接続電極部 2 8 とからなる。

可動部 1 8 は、絶縁基板 1 1 の第 1 の領域 1 1 b をほぼ全域に亘って覆うに足る大きさの外形を有する薄厚の矩形板状部からなる。可動部 1 8 は、図 4 に示すように絶縁基板 1 1 との対向面が幅方向に 2 つの領域 1 8 a 、 1 8 b に区割りされている。可動部 1 8 には、第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 とに対応する第 1 の領域 1 8 a に導電体 1 5 が成膜形成されている。可動部 1 8 には、第 1 の駆動用固定電極 1 6 に対応する第 2 の領域 1 8 b に駆動用可動電極部 2 5 が成膜形成されている。

導電体 1 5 は、第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 に対向してその全体を覆うに足る大きさの外形を有する矩形状に形成されている。導電体 1 5 は、後述するように第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 との共通電極板として作用して、直列に接続された第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタとを構成する。駆動用可動電極部 2 5 も、第 1 の駆動用固定電極 1 6 に対向してその全体を覆うに足る大きさの矩形状に形成されている。駆動用可動電極部 2 5 は、後述するように駆動電極パターン 2 4 を介して図示しない制御部から駆動電圧が印加されて第 1 の駆動用固定電極 1 6 との間に静電気力を生成する。導電体 1 5 と駆動用可動電極部 2 5 とは、互いに絶縁を保持されている。

可動部 1 8 には、図 4 に示すように、一側縁部の幅方向の略中央部に位置してアーム部 1 9 が一体に突出形成されている。アーム部 1 9 は、絶縁基板 1 1 側の第 1 の駆動用固定電極 1 6 と第 2 の駆動用固定電極 1 7 との対向間隔よりもやや短い長さを有しており、幅狭とされることによって厚み方向に対して可撓性を有している。アーム部 1 9 には、絶縁基板 1 1 との対向面に可動部 1 8 に形成され

た駆動用可動電極部 25 から引き出されたリード部 26 が長さ方向の全域に亘って成膜形成されている。アーム部 19 は、後述するように可動部 18 が絶縁基板 11 側に接近するようにアクチュエータ 14 が駆動される際に、蓄勢される弾性力を低減して小さな動作電圧で大きな変位が得られるようにする。アーム部 19 には、その先端部に支持部 20 の支点部 23 が一体に連設されている。

支持部 20 は、上述した固定部 21 と立上部 22 と支点部 23 との断面形状を略クランク状にして一体に形成されてなる。固定部 21 は、底面が絶縁基板 11 の一方の面 11 a 上に一体化されることによって、アクチュエータ 14 を片持ち支持する。立上部 22 は、固定部 21 と支点部 23、換言すれば支持部 20 と絶縁基板 11 の一方の面 11 a とを所定の対向間隔に保持する。支点部 23 は、長さ方向の一側縁の略中央部にアーム部 19 の先端部が一体化されることによってこれを支持する。支持部 20 には、アーム部 19 に形成された駆動電極パターン 24 のリード部 26 が支点部 23 まで延長され、この延長端に立上部 22 の内面に形成した立上リード部 27 が連続されて成膜形成されている。支持部 20 には、固定部 21 の底面に立上リード部 27 と連続する駆動用接続電極部 28 が成膜形成されている。

以上のように構成されたアクチュエータ 14 は、図 3 に示すように固定部 21 を一方の面 11 a 上に固定されて絶縁基板 11 に片持ち支持される。アクチュエータ 14 は、立上部 22 によって一定の間隔を隔て保持されて、可動部 18 が絶縁基板 11 の第 1 の領域 11 b と対向する。アクチュエータ 14 は、可動部 18 の内面に形成された導電体 15 が第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 とに跨ってこれらを覆うようにして対向して第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタを構成する。アクチュエータ 14 は、駆動用可動電極部 25 が第 1 の駆動用固定電極 16 を覆うようにして対向するが、駆動用可動電極部 25 及び駆動電極パターン 24 のリード部 26 が第 1 のキャパシタ電極 12 及び第 2 のキャパシタ電極 13 と対向されない位置にあり、第 1 のキャパシタや第 2 のキャパシタに影響を及ぼさない構成となっている。

キャパシタ装置 10 には、第 1 の駆動用固定電極 16 と第 2 の駆動用固定電極 17 に対して図示しない制御部から供給される駆動電圧が印加される。キャパシ

タ装置 10 は、第 2 の駆動用固定電極 17 に供給された直流の駆動電圧が、アクチュエータ 14 に対してその支持部 20 側の駆動用接続電極部 28 を入力部として絶縁基板 11 との対向面に引き回し形成された駆動電極パターン 24 を介して可動部 18 に形成した駆動用可動電極部 25 に印加される。

キャパシタ装置 10 においては、第 1 の駆動用固定電極 16 と駆動用可動電極部 25 との間に静電気力が生成され、アクチュエータ 14 の可動部 18 を絶縁基板 11 側へと吸引する。アクチュエータ 14 は、これによってアーム部 19 が弾性変位して可動部 18 が絶縁基板 11 側へと接近動作する。アクチュエータ 14 は、この可動部 18 の動作に伴ってアーム部 19 に次第に弾性力が蓄勢される。アクチュエータ 14 は、第 1 の駆動用固定電極 16 と駆動用可動電極部 25 との間の静電気力とアーム部 19 に蓄勢された弾性力とがバランスした位置において可動部 18 の動作が停止するとともにこの状態を保持される。

キャパシタ装置 10 は、上述したアクチュエータ 14 の動作に伴って可動部 18 に形成された導電体 15 と絶縁基板 11 に形成された第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 との対向間隔が規定され、これらによって構成される第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタとの静電容量が変化する。

キャパシタ装置 10 においては、第 1 の駆動用固定電極 16 と駆動用可動電極部 25 との間に生成される静電気力が印加される駆動電圧の大きさによって変化することから、アクチュエータ 14 の動作量を制御することが可能である。したがって、キャパシタ装置 10 は、駆動電圧を制御することにより任意の静電容量の取り出しが可能となる。

図 3 及び図 4 に示すキャパシタ装置 10 は、第 1 のキャパシタ電極 12 及び第 2 のキャパシタ電極 13 と導電体 15 とによるキャパシタの電気信号系と、第 1 の駆動用固定電極 16 と駆動用可動電極部 25 とによるアクチュエータ 14 の駆動電気系とが互いに独立した構造を備える。したがって、キャパシタ装置 10 は、キャパシタの電気信号系に駆動電気系の引回し配線を有しない構造となっており、第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタに対する引回し配線による寄生インダクタンスが低減される。キャパシタ装置 10 は、これによって第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタとに寄生インダクタンスの影響が低減され、静電容量を可変とす

るとともに全体の共振周波数の低下が抑制されて高周波数帯域での動作が可能とされるようになる。

第2の実施の形態のキャパシタ装置10は、絶縁基板11の一方の面11a上に薄膜形成技術や厚膜形成技術を利用してアクチュエータ14或いは導電体15や各電極を形成する基本的な方法について上述したキャパシタ装置1と同様とする。

第2の実施の形態のキャパシタ装置10は、アクチュエータ14及び駆動電極パターン24の具体的な形成方法において特徴を有する。すなわち、キャパシタ装置10の製造工程においては、絶縁基板11の一方の面11a上に第1のキャパシタ電極12と第2のキャパシタ電極13及び第1の駆動用固定電極16と第2の駆動用固定電極17とを成膜形成した後に犠牲層が形成されるが、この犠牲層が第2の駆動用固定電極17を露出させた状態で絶縁基板11の一方の面11a上に所定の厚みを以って成膜形成される。犠牲層は、アクチュエータ14の固定部21と対応する領域を露出させた状態で絶縁基板11に形成されている。

キャパシタ装置10の製造工程においては、犠牲層の主面上に、第1のキャパシタ電極12と第2のキャパシタ電極13及び第1の駆動用固定電極16と第2の駆動用固定電極17とに対応する領域にそれぞれ抜きパターンを形成した電極形成マスクが配置される。キャパシタ装置10の製造工程においては、例えばアルミニウムや金等の電気抵抗率の小さな金属材の蒸着処理或いはスパッタリング処理等を施すことによって、犠牲層の一の面上に、第1のキャパシタ電極12と第2のキャパシタ電極13とに対向する導電体15と、第1の駆動用固定電極16に対向する駆動電極パターン24とが成膜形成される。キャパシタ装置10は、上述したように第2の駆動用固定電極17が犠牲層から露出されていることから、この第2の駆動用固定電極17に対して駆動電極パターン24の駆動用接続電極部28が一体化されて形成される。

キャパシタ装置10の製造工程においては、電極形成マスクを取り外した状態で、絶縁基板11上に犠牲層を被覆してアクチュエータ14の外形形状を抜きパターンとしたアクチュエータ形成マスクが配置され、例えばスパッタリング処理やプラズマCVD処理等を施すことにより所定の厚みを有する二酸化珪素、窒化

珪素或いは多結晶珪素等からなる層を成膜形成する。キャパシタ装置 10 においては、上述したように固定部 21 の対応領域が犠牲層の非形成領域とされることから、この固定部 21 を絶縁基板 11 の一方の面 11a 上に一体化されてアクチュエータ 14 が犠牲層上に成膜形成される。

キャパシタ装置 10 の製造工程においては、アクチュエータ形成マスクを取り外した後に化学エッチング処理等を施すことによって犠牲層を除去し、キャパシタ装置 10 を形成する。キャパシタ装置 10 は、上述したように固定部 21 が一方の面 11a 上に固定されるとともにこの一方の面 11a に対してアーム部 19 を介して可動部 18 が所定の対向間隔を以って対向するアクチュエータ 14 が、絶縁基板 11 に片持ち支持されて形成される。なお、キャパシタ装置 10 においては、適宜の形状の抜きパターンを有するアクチュエータ形成マスクを用いることによって、例えば可動部 18 の適宜の外周縁に複数のアーム部 19 や支持部 20 を一体に形成した両持ち支持或いは多点支持のアクチュエータ 14 が形成される。

次に、本発明に係る第 3 の実施の形態を説明する。この実施の形態のキャパシタ装置 30 も、図 5 に示すように、MEMS 技術によって微小形状に作製され、一方の面 11a 上に互いに絶縁を保持して第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 とが成膜形成された絶縁基板 11 を備える基本的な構成は、上述したキャパシタ装置 10 と同様である。したがって、キャパシタ装置 30 については、絶縁基板 11 側の各部に共通の符号を付して詳細な説明は省略する。

第 3 の実施の形態のキャパシタ装置 30 は、絶縁基板 11 の一方の面 11a に対してアクチュエータ 31 が所定の対向間隔を保持されて片持ち支持された構成はキャパシタ装置 10 と同様とするが、このアクチュエータ 31 の絶縁基板 11 と対向する一方の面 11a とは反対側の他方の面に導電体 32 が成膜形成されるとともに駆動電極パターン 33 が引き回し形成された構成を有している。すなわち、アクチュエータ 31 は、一体に形成された可動部 34 と、この可動部 34 の一側縁の略中央部に一体に突設されたアーム部 35 及びこのアーム部 35 の他端に一体に形成された支持部 36 とからなる基本的な構成を上述したアクチュエータ 14 と同様とする。

可動部 3 4 は、絶縁基板 1 1 の第 1 の領域 1 1 b をほぼ全域に亘って覆うに足る大きさの外形を有する薄厚の矩形板状部からなり、アクチュエータ 3 1 の一方の面が幅方向に 2 つの領域 3 4 a、3 4 b に区割りされている。可動部 3 4 には、絶縁基板 1 1 側の第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 とに対応する第 1 の領域 3 4 a に、導電体 3 2 が成膜形成されている。導電体 3 2 は、第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 に対向してその全体を覆うに足る大きさの外形を有する矩形形状を呈している。導電体 3 2 は、可動部 3 4 を介して第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 との共通電極板として作用して、直列に接続された第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタとを構成する。

可動部 3 4 には、第 1 の駆動用固定電極 1 6 に対応する第 2 の領域 3 4 b に、導電体 3 2 と絶縁を保持されて駆動電極パターン 3 3 の駆動用可動電極部 3 7 が成膜形成されている。駆動電極パターン 3 3 は、駆動用可動電極部 3 7 と、アーム部 3 5 及び支持部 3 6 に引き回し形成されたリード部 3 8 とから構成されてなる。駆動用可動電極部 3 7 は、第 1 の駆動用固定電極 1 6 に対向してその全体を覆うに足る大きさの矩形形状を呈している。駆動用可動電極部 3 7 は、駆動電極パターン 3 3 を介して図示しない制御部から駆動電圧が印加されて静電気力を生成する。

アーム部 3 5 は、幅狭とされることにより厚み方向に対して可撓性を有しており、アクチュエータ 3 1 が駆動される際に蓄勢される弾性力を低減して小さな動作電圧で大きな変位が得られるようにする。アーム部 3 5 には、その先端部に支持部 3 6 の支点部 3 9 が一体に連設されている。支持部 3 6 は、上述したアクチュエータ 1 4 と同様に、絶縁基板 1 1 の一方の面 1 1 a 上に直接積層形成されて一体化される矩形板状の固定部 3 9 と、この固定部 3 9 の一側縁に沿って一体に立ち上がり形成された立上部 4 0 と、この立上部 4 0 の上端縁から水平に折曲された支点部 4 1 とからなり、断面形状が略クランク状をなすように一体に形成されて可動部 3 4 を絶縁基板 1 1 に対して所定の対向間隔に保持する。

アーム部 3 5 には、可動部 3 4 に形成された駆動用可動電極部 3 7 から引き出されたリード部 3 8 が長さ方向の全域に亘って成膜形成されている。支持部 3 6

には、固定部 39 と立上部 40 及び支点部 41 の外側面に連続してリード部 38 が成膜形成されている。リード部 38 は、固定部 39 の外側面の下端部において絶縁基板 11 側の第 2 の駆動用固定電極 17 と一体化されている。

キャパシタ装置 30 は、第 1 の駆動用固定電極 16 と駆動用可動電極部 37 との間に静電気力が生成されて、アクチュエータ 31 の可動部 34 を絶縁基板 11 側へと吸引する。キャパシタ装置 30 は、これによってアクチュエータ 31 が、アーム部 35 が弾性変位して可動部 34 が絶縁基板 11 側へと接近動作する。キャパシタ装置 30 は、第 1 の駆動用固定電極 16 と駆動用可動電極部 37 との間の静電気力と、アーム部 35 に蓄勢された弾性力とがバランスした位置においてアクチュエータ 31 が安定した状態に保持される。

キャパシタ装置 30 は、上述したアクチュエータ 31 の動作に伴って可動部 34 に形成された導電体 32 と絶縁基板 11 に形成された第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 との対向間隔が規定され、これらによって構成される第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタとの静電容量が変化する。

第 3 の実施の形態のキャパシタ装置 30 においても、第 1 の駆動用固定電極 16 と駆動用可動電極部 37 との間に生成される静電気力が印加される駆動電圧の大きさによって変化することから、アクチュエータ 31 の動作量を制御することが可能である。したがって、キャパシタ装置 30 は、駆動電圧を制御することにより任意の静電容量の取り出しが可能となる。

図 5 に示すキャパシタ装置 30 においても、第 1 のキャパシタ電極 12 及び第 2 のキャパシタ電極 13 と導電体 32 とによるキャパシタの電気信号系と、第 1 の駆動用固定電極 16 と駆動用可動電極部 37 とによるアクチュエータ 31 の駆動電気系とが互いに独立した構造を有する。したがって、キャパシタ装置 30 は、キャパシタの電気信号系に駆動電気系の引回し配線を有しない構造となっており、第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタに対する引回し配線による寄生インダクタンスが低減される。キャパシタ装置 30 は、これによって第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタとに寄生インダクタンスの影響が低減され、静電容量を可変とするとともに全体の共振周波数の低下が抑制されて高周波数帯域での動作が可能とされる。

キャパシタ装置 30 においては、第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタとを構成する第 1 のキャパシタ電極 12 及び第 2 のキャパシタ電極 13 と導電体 32 とがアクチュエータ 31 の可動部 34 によって電氣的に隔離された状態となっている。したがって、キャパシタ装置 30 は、衝撃等が加えられた場合でも第 1 のキャパシタ電極 12 或いは第 2 のキャパシタ電極 13 と導電体 32 とが直接接触することは無く、過大電流の発生が確実に防止される。また、キャパシタ装置 30 は、絶縁基板 11 の一方の面 11a に可動部 34 の内面が当接するまでアクチュエータ 31 を駆動することで、第 1 のキャパシタ及び第 2 のキャパシタの静電容量の最大値を可動部 34 の厚みによって規定することが可能となる。

キャパシタ装置 30 は、絶縁基板 11 の一方の面 11a 上に薄膜形成技術や厚膜形成技術を利用してアクチュエータ 31 或いは導電体 32 や各電極を形成する基本的な方法について上述したキャパシタ装置 10 と同様とするが、アクチュエータ 31 及び導電体 32、駆動電極パターン 33 の具体的な形成方法について異にしている。すなわち、キャパシタ装置 30 の製造工程においては、絶縁基板 11 の一方の面 11a 上に第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 及び第 1 の駆動用固定電極 16 と第 2 の駆動用固定電極 17 とを成膜形成した後、犠牲層が形成されるが、この犠牲層が第 2 の駆動用固定電極 17 を露出させた状態で絶縁基板 11 の一方の面 11a 上に所定の厚みを以って成膜形成される。また、犠牲層は、アクチュエータ 31 の固定部 39 と対応する領域を露出させた状態で絶縁基板 11 に形成されている。

第 3 の実施の形態のキャパシタ装置 30 の製造工程においては、絶縁基板 11 上に犠牲層を被覆してアクチュエータ 31 の外形形状を抜きパターンとしたアクチュエータ形成マスクが配置され、例えばスパッタリング処理やプラズマ CVD 処理等を施すことにより所定の厚みを有する二酸化珪素、窒化珪素或いは多結晶珪素等からなる層を成膜形成する。キャパシタ装置 30 の製造工程においては、上述したように固定部 39 の対応領域が犠牲層の非形成領域とされることから、この固定部 39 を絶縁基板 11 の一方の面 11a 上に一体化されてアクチュエータ 31 に対応した二酸化珪素層が犠牲層上に成膜形成される。

キャパシタ装置 30 の製造工程においては、アクチュエータ形成マスクを取り

外した状態で、アクチュエータ 3 1 の一方の面上に導電体 3 2 及び駆動電極パターン 3 3 に対応する領域にそれぞれ抜きパターンを形成した電極形成マスクが配置される。キャパシタ装置 3 0 の製造工程においては、例えばアルミニウムや金等の電気抵抗率の小さな金属材の蒸着処理或いはスパッタリング処理等を施すことによって、アクチュエータ 3 1 の一方の面上に第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 とに対向する導電体 3 2 と、第 1 の駆動用固定電極 1 6 に対向する駆動電極パターン 3 3 とが成膜形成される。

キャパシタ装置 3 0 の製造工程においては、電極形成マスクを取り外した後に化学エッチング処理等を施すことによって犠牲層を除去し、キャパシタ装置 3 0 を形成する。キャパシタ装置 3 0 は、上述したように固定部 3 9 が一方の面 1 1 a 上に固定されるとともにこの一方の面 1 1 a に対してアーム部 3 5 を介して可動部 3 4 が所定の対向間隔を以って対向するアクチュエータ 3 1 が、絶縁基板 1 1 に片持ち支持されて形成される。

キャパシタ装置 3 0 は、一方の面上に導電体 3 2 及び駆動用可動電極部 3 7 を有する駆動電極パターン 3 3 が引き回し形成される。キャパシタ装置 3 0 は、駆動電極パターン 3 3 がアクチュエータ 3 1 の可動部 3 4 に形成された駆動用可動電極部 3 7 から引き出されてアーム部 3 5 及び支持部 3 6 の外側面を引き回され、支点部 4 1 を介して第 2 の駆動用固定電極 1 7 と一体化される。なお、キャパシタ装置 3 0 においては、適宜の抜きパターンを有するアクチュエータ形成マスクを用いることによって、例えば可動部 3 4 の外周縁に複数のアーム部 3 5 や支持部 3 6 を一体に形成した両持ち支持或いは多点支持のアクチュエータ 3 1 を形成するようにしてもよい。

次に、本発明の第 4 の実施の形態を説明する。第 4 の実施の形態に係るキャパシタ装置 5 0 も、図 6 A に示すように、MEMS 技術によって微小形状に作製され、一方の面 1 1 a 上に互いに絶縁を保持して第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 とが成膜形成された絶縁基板 1 1 を備える基本的な構成については上述したキャパシタ装置 1 0 と同様とする。キャパシタ装置 5 0 は、図 6 B に示すように絶縁基板 1 1 の一方の面 1 1 a 上に形成された第 1 のキャパシタ電極 1 2 と第 2 のキャパシタ電極 1 3 及び第 1 の駆動用固定電極 1 6 とを被覆

する絶縁体 51 が形成された構成に特徴を有し、その他の構成は前述した第 1 の実施の形態のキャパシタ装置 10 と同様の構成を備えることから共通する部分については同一符号を付して詳細な説明は省略する。

キャパシタ装置 50 は、図 6 A に示すように、絶縁基板 11 の一方の面 11 a 上に互いに絶縁を保持されて第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 とが成膜形成されるとともに、第 1 の駆動用固定電極 16 と第 2 の駆動用固定電極 17 とが各電極に対して絶縁を保持されて成膜形成されている。キャパシタ装置 50 は、図示を省略するが絶縁基板 11 に対してアクチュエータ 14 が片持ち支持されている。アクチュエータ 14 には、絶縁基板 11 の一方の面 11 a と対向する内面に、第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 とに対応して導電体 15 が成膜形成されるとともに第 1 の駆動用固定電極 16 に対応する駆動用可動電極部 25 を有する駆動電極パターン 24 が成膜形成されている。

第 4 の実施の形態のキャパシタ装置 50 の製造工程は、上述したキャパシタ装置 10 の製造工程と同様に、絶縁基板 11 の一方の面 11 a 上に、第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 及び第 1 の駆動用固定電極 16 と第 2 の駆動用固定電極 17 とに対応する部分を抜きパターンとした電極形成マスクが配置される。キャパシタ装置 50 の製造工程は、この状態で例えばアルミニウムや金等の電気抵抗率の小さな金属材料の蒸着処理或いはスパッタリング処理等を施すことによって絶縁基板 11 の一方の面 11 a 上に第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 及び第 1 の駆動用固定電極 16 と第 2 の駆動用固定電極 17 とを成膜形成する。

キャパシタ装置 50 の製造工程は、電極形成マスクを取り外した状態で、第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 及び第 1 の駆動用固定電極 16 とを被覆する絶縁体 51 を形成する。絶縁体 51 は、例えば樹脂フィルムを絶縁基板 11 の一方の面 11 a 上に接合したり、所定の抜きパターンが形成されたマスクを配置して絶縁ペーストを塗布する等の方法によって形成される。絶縁体 51 は、第 1 のキャパシタ電極 12 と第 2 のキャパシタ電極 13 及び第 1 の駆動用固定電極 16 の全体を完全被覆する必要は無く、少なくともこれら各電極とアクチュエータ 14 側に形成された導体部 15 や駆動用可動電極部 25 との間に介

在する大きさを有するものであればよい。なお、キャパシタ装置 50 は、上述したように絶縁基板 11 側に絶縁体 51 を形成するようにしたが、アクチュエータ 14 側に絶縁体 51 を形成するようにしてもよいことは勿論である。

キャパシタ装置 50 の製造工程は、絶縁体 51 の形成工程を施した後に、上述した犠牲層の形成工程、アクチュエータ 14 側の各電極の形成工程、アクチュエータ 14 の形成工程、犠牲層の除去工程等を経てキャパシタ装置 50 が形成される。なお、絶縁体 51 は、化学エッチング処理を施して犠牲層を除去する場合に同時にエッチングされないような材料が選択されて形成される。

キャパシタ装置 50 は、第 1 のキャパシタと第 2 のキャパシタとを構成する第 1 のキャパシタ電極 12 及び第 2 のキャパシタ電極 13 と導電体 15 及び駆動用可動電極部 25 とが絶縁体 51 によって電氣的に隔離された状態となっている。したがって、キャパシタ装置 50 は、衝撃等が加えられた場合でも第 1 のキャパシタ電極 12 或いは第 2 のキャパシタ電極 13 と導電体 15 或いは駆動用可動電極部 25 とが直接接触することは無く、過大電流の発生が確実に防止される。また、キャパシタ装置 50 は、絶縁基板 11 の一方の面 11a に可動部 18 の内面が当接するまでアクチュエータ 14 を駆動することで、第 1 のキャパシタ及び第 2 のキャパシタの静電容量の最大値を絶縁体 51 の厚みによって規定することが可能となる。

次に、本発明の第 5 の実施の形態を説明する。第 5 の実施の形態に係るキャパシタ装置 60 も、図 7 に示すように、MEMS 技術によって微小形状に作製され、絶縁基板 61 と、この絶縁基板 61 の一方の面 61a に対してアクチュエータ 62 が接離自在に組み付けられた基本的な構成について上述したキャパシタ装置 10 と同様とされる。キャパシタ装置 60 は、絶縁基板 61 の一方の面 61a 上に第 1 の駆動用固定電極 63 と第 2 の駆動用固定電極 64 とが互いに絶縁を保持されて成膜形成されているが、これら各電極と絶縁を保持されるキャパシタ電極が第 1 のキャパシタ電極 65 乃至第 3 のキャパシタ電極 67 とからなる構成に特徴を有する。

すなわち、キャパシタ装置 60 は、ガラス基板やセラミック基板或いはシリコン基板からなる横長矩形の絶縁基板 61 が、長さ方向に第 1 の領域 61b と第 2

の領域 6 1 c とに区分されてなる。絶縁基板 6 1 は、一方の面 6 1 a 上の第 1 の領域 6 1 b 側に、一方側縁に沿って第 1 のキャパシタ電極 6 5 乃至第 3 のキャパシタ電極 6 7 とが互いに絶縁を保持されて並列に配置されて形成されている。第 1 のキャパシタ電極 6 5 乃至第 3 のキャパシタ電極 6 7 とは、それぞれ略同一の矩形形状を呈しており、外周縁に静電容量の引き出し部 6 5 a 乃至 6 7 a がそれぞれ引き出し形成されて、例えば図示しないインダクタンス素子と組み合わせ接続されることにより、可変周波数フィルタや可変周波数発信器を構成する。

絶縁基板 6 1 には、一方の面 6 1 a の第 1 の領域 6 1 b の一方側に位置して第 1 の駆動用固定電極 6 3 が成膜形成されている。第 1 の駆動用固定電極 6 3 は、一側部に図示しない制御部から供給される駆動電圧が印加される電圧供給リード 6 3 a を有している。絶縁基板 6 1 には、一方の面 6 1 a の第 2 の領域 6 1 c の一端側の近傍で幅方向の略中央部に位置して第 2 の駆動用固定電極 6 4 が成膜形成されている。第 2 の駆動用固定電極 6 4 は、アクチュエータ 6 2 の固定位置に対応して形成されている。第 2 の駆動用固定電極 6 4 には、一端部に図示しない制御部から供給される駆動電圧が印加される電圧供給リード 6 4 a が形成されている。

絶縁基板 6 1 には、アクチュエータ 6 2 が第 2 の領域 6 1 c 側に一端部を固定されて片持ち支持されてなる。アクチュエータ 6 2 は、可撓性を有するとともに少なくとも絶縁基板 6 1 との対向表面が絶縁性を有する基材によって形成されてなる。アクチュエータ 6 2 は、可動部 6 8 と、アーム部 6 9 及び支持部 7 0 とからなる。アクチュエータ 6 2 は、支持部 7 0 が、絶縁基板 6 1 の一方の面 6 1 a 上に直接積層形成されて一体化される矩形板状の固定部 7 1 と、この固定部 7 1 の一側縁に一体に立ち上がり形成された立上部 7 2 と、この立上部 7 2 の上端縁から水平に折曲された支点部 7 3 とから構成されてなる。アクチュエータ 6 2 には、絶縁基板 6 1 と対向する内面に、導電体 7 4 と駆動電極パターン 7 5 とが成膜形成されている。駆動電極パターン 7 5 は、駆動用可動電極部 7 6 と、リード部 7 7 と、立上リード部 7 8 と、駆動用接続電極部 7 9 とからなる。

可動部 6 8 は、絶縁基板 6 1 の第 1 の領域 6 1 b をほぼ全域に亘って覆うに足る大きさの外形を有する薄厚の矩形板状部からなる。可動部 6 8 は、絶縁基板 6

1との対向面が幅方向に2つの領域68a、68bに区割りされている。可動部68には、第1のキャパシタ電極65乃至第3のキャパシタ電極67とに対応する第1の領域68aに導電体74が成膜形成されている。可動部68には、第1の駆動用固定電極63に対応する第2の領域68bに駆動電極パターン75の駆動用可動電極部76が成膜形成されている。

導電体74は、第1のキャパシタ電極65乃至第3のキャパシタ電極67に対向してその全体を覆うに足る大きさの外形を有する矩形状に形成されている。導電体74は、後述するように第1のキャパシタ電極65乃至第3のキャパシタ電極67との共通電極板として作用して、直列に接続された第1のキャパシタ乃至第3のキャパシタとを構成する。駆動用可動電極部76も、第1の駆動用固定電極63に対向してその全体を覆うに足る大きさの矩形状に形成されている。駆動用可動電極部76は、駆動電極パターン75を介して図示しない制御部から駆動電圧が印加されて第1の駆動用固定電極63との間に静電気力を生成する。導電体74と駆動用可動電極部76との間は、電氣的に絶縁されている。

アーム部69は、幅狭とされることによって厚み方向に対して可撓性を有している。アーム部69には、絶縁基板61との対向面に可動部68に形成された駆動用可動電極部76から引き出されたリード部77が長さ方向の全域に亘って成膜形成されている。アーム部69は、可動部68が絶縁基板61側に接近するようにアクチュエータ62が駆動される際に、蓄勢される弾性を低減して小さな動作電圧で大きな変位が得られるようにする。

支持部70は、アーム部69の先端部に一体に連設され、固定部71と立上部72と支点部73とが断面形状を略クランク状とするように一体に形成されている。支持部70は、固定部71の底面が絶縁基板61の一方の面61a上に一体化されることにより、アクチュエータ62を片持ち支持する。支持部70は、立上部72によって固定部71と支点部73、換言すれば可動部68を絶縁基板61の一方の面61aに対して所定の対向間隔に保持する。支持部70には、アーム部69に形成された駆動電極パターン75のリード部77が支点部73まで延長され、この延長端に立上部72の内面に形成した立上リード部78が連続されて成膜形成されている。支持部70には、固定部71の底面に立上リード部78

と連続する駆動用接続電極部 7 9 が成膜形成されている。

アクチュエータ 6 2 は、固定部 7 1 を一方の面 6 1 a 上に一体化されて絶縁基板 6 1 に片持ち支持される。アクチュエータ 6 2 は、立上部 7 2 によって対向間隔を保持されて、可動部 6 8 が絶縁基板 6 1 の第 1 の領域 6 1 b と対向する。アクチュエータ 6 2 は、可動部 6 8 の内面に形成された導電体 7 4 が第 1 のキャパシタ電極 6 5 乃至第 3 のキャパシタ電極 6 7 とに跨ってこれらを覆うようにして対向して第 1 のキャパシタ乃至第 3 のキャパシタを構成する。また、アクチュエータ 6 2 は、駆動用可動電極部 7 6 が第 1 の駆動用固定電極 6 3 を覆うようにして対向するが、駆動電極パターン 7 5 が第 1 のキャパシタ電極 6 5 乃至第 3 のキャパシタ電極 6 7 と対向されない位置にあり、第 1 のキャパシタ乃至第 3 のキャパシタに影響を及ぼさない構成となっている。

キャパシタ装置 6 0 には、第 1 の駆動用固定電極 6 5 と第 2 の駆動用固定電極 6 6 に対して図示しない制御部から供給される駆動電圧が印加される。キャパシタ装置 6 0 は、第 2 の駆動用固定電極 6 6 に供給された直流の駆動電圧が、アクチュエータ 6 2 に対してその支持部 7 0 側の駆動用接続電極部 7 9 を入力部として絶縁基板 6 1 との対向面に引き回し形成された駆動電極パターン 7 5 を介して可動部 6 8 に形成した駆動用可動電極部 7 6 に印加される。

図 7 に示すキャパシタ装置 6 0 においては、第 1 の駆動用固定電極 6 5 と駆動用可動電極部 6 6 との間に静電気力が生成されて、アクチュエータ 6 2 の可動部 6 8 を絶縁基板 6 1 側へと吸引する。アクチュエータ 6 2 は、これによりアーム部 6 9 が弾性変位して可動部 6 8 が絶縁基板 6 1 側へと接近動作する。アクチュエータ 6 2 は、この可動部 6 8 の動作に伴ってアーム部 6 9 に次第に弾性力が蓄勢される。アクチュエータ 6 2 は、第 1 の駆動用固定電極 6 4 と駆動用可動電極部 7 6 との間の静電気力とアーム部 6 9 や立上部 7 2 に蓄勢された弾性力とがバランスした位置において可動部 6 8 の動作が停止するとともにこの状態を保持される。

キャパシタ装置 6 0 は、上述したアクチュエータ 6 2 の動作に伴って可動部 6 8 に形成された導電体 7 4 と絶縁基板 6 1 に形成された第 1 のキャパシタ電極 6 5 乃至第 3 のキャパシタ電極 6 7 との間の対向間隔が規定され、これらによって

構成される第1のキャパシタ乃至第3のキャパシタとの静電容量が変化する。

キャパシタ装置60においては、第1の駆動用固定電極63と駆動用可動電極部76との間に生成される静電気力が印加される駆動電圧の大きさによって変化することから、アクチュエータ62の動作量を制御することが可能である。したがって、キャパシタ装置60は、駆動電圧を制御することにより任意の静電容量の取り出しが可能となる。

キャパシタ装置60においては、上述した各キャパシタ装置と同様に、第1のキャパシタ電極65乃至第3のキャパシタ電極67と導電体74とによるキャパシタの電気信号系と、第1の駆動用固定電極63と駆動用可動電極部76を有する駆動電極パターン75とによるアクチュエータ62の駆動電気系とが互いに独立した構造となっている。したがって、キャパシタ装置60は、キャパシタの電気信号系に駆動電気系の引回し配線を有しない構造となっており、第1のキャパシタ乃至第3のキャパシタに対する引回し配線による寄生インダクタンスが低減される。キャパシタ装置60は、これによって第1のキャパシタ乃至第3のキャパシタとに寄生インダクタンスの影響が低減され、静電容量を可変とするとともに全体の共振周波数の低下が抑制されて高周波数帯域での動作が可能とされるようになる。

キャパシタ装置60においては、上述したように第1のキャパシタ電極65乃至第3のキャパシタ電極67と導電体74とによって第1のキャパシタ乃至第3のキャパシタとが構成される。キャパシタ装置60においては、例えば第2のキャパシタ電極66を共通電極として第1のキャパシタ電極65と第3のキャパシタ電極67とをもう一方のキャパシタ電極とすることで、連動動作する2連の可変キャパシタを構成することも可能である。

また、キャパシタ装置60においては、上述したように第1のキャパシタ電極65乃至第3のキャパシタ電極67がそれぞれ同一形状に形成されてなる。キャパシタ装置60においては、例えば第1のキャパシタ電極65乃至第3のキャパシタ電極67の面積をそれぞれ異にして形成することにより、静電容量を可変とするとともにその可変範囲を異にする2連の可変キャパシタを構成することも可能である。

更に、第5の実施の形態のキャパシタ装置60においては、上述したように絶縁基板61の一方の面61a上に第1のキャパシタ電極65乃至第3のキャパシタ電極67を成膜形成したが、更に多数個のキャパシタ電極を形成するようにしてもよい。勿論、かかるキャパシタ装置は、多数個のキャパシタ電極に跨って対向する1個の導電体をアクチュエータに形成するようにしてもよいが、複数個の導電体をアクチュエータに形成して独立した複数の多連キャパシタを構成してもよい。かかるキャパシタ装置は、各キャパシタ電極と導電体とによって多数個の静電容量を可変とするキャパシタを構成する。

本発明に係るキャパシタ装置は、多数個のキャパシタ電極の特定のキャパシタ電極を共通電極として他をキャパシタ電極とすることにより多連の可変キャパシタが構成される。したがって、キャパシタ装置は、各キャパシタ電極に様々なインダクタ素子を組み合わせることによって、例えば多重可変周波数フィルタや多重可変周波数発信器或いはヘテロダイン送受信回路等を構成することが可能となる。

産業上の利用可能性

上述したように、本発明に係る容量可変型キャパシタ装置は、一の面上に少なくとも2個のキャパシタ電極が成膜形成された絶縁基板に対して各キャパシタ電極に跨る大きさを有する導電体を成膜形成したアクチュエータを駆動手段によって接離動作させることにより、各キャパシタ電極と導電体との対向間隔を調整して静電容量を可変としたキャパシタを構成する。したがって、容量可変型キャパシタ装置によれば、可動体側の導電体に対する電気配線が不要となることから寄生インダクタンスの影響が低減され、全体の共振周波数の低下が抑制されて高周波数帯域での動作が可能とされるキャパシタが構成される。

本発明に係る容量可変型キャパシタ装置は、絶縁基板の主面上に各キャパシタ電極とともにこれらと絶縁を保持して駆動用固定電極を成膜形成しかつアクチュエータ側に導電体とともにこれと絶縁を保持して駆動用可動電極を成膜形成してなり、駆動用固定電極と駆動用可動電極との間に生成される静電気力によってア

クチュエータを駆動するように構成される。したがって、容量可変型キャパシタ装置によれば、駆動用固定電極と駆動用可動電極とに印可する駆動電圧によってアークチュエータを高精度に位置決めして駆動することから、低消費電力化が図られるとともに精度の高いキャパシタが構成されるようになる。また、容量可変型キャパシタ装置によれば、キャパシタ用の電気信号系とアークチュエータの駆動用の電気信号系とが互いに電氣的に絶縁されることから、微小な間隔で形成される可変キャパシタを利用する電気信号系と駆動信号系との相互干渉が低減されて高精度のキャパシタが構成される。

請求の範囲

1. 一の面に少なくとも2個のキャパシタ電極が互いに絶縁を保持されて形成された絶縁基板と、

絶縁材によって形成され、一の面に上記各キャパシタ電極に跨る外形を有し上記各キャパシタ電極との間にそれぞれキャパシタを構成する共通の導電体が形成されたアクチュエータと、

上記アクチュエータを上記絶縁基板の主面に対して接離動作させる駆動手段とを備え、

上記アクチュエータが上記駆動手段によって上記絶縁基板との対向間隔を調整して駆動されることにより、上記各キャパシタの容量調整が行われることを特徴とする容量可変型キャパシタ装置。

2. 上記駆動手段が、上記絶縁基板の主面上に上記キャパシタ電極と絶縁を保持されて形成された駆動用固定電極と、上記アクチュエータに上記導電体と絶縁を保持されて上記駆動用電極に対応して形成された駆動用可動電極とから構成され、

駆動電圧の印加により上記駆動用固定電極と上記駆動用可動電極との間に生じる静電気力によって上記アクチュエータが駆動されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の容量可変型キャパシタ装置。

3. 上記駆動手段が、

上記絶縁基板の主面上に上記キャパシタ電極と絶縁を保持されてそれぞれ形成された第1の駆動用固定電極及び第2の駆動用固定電極と、

上記アクチュエータに上記導電体と絶縁を保持されてそれぞれ形成された上記第1の駆動用固定電極と対向する駆動用可動電極部と、上記第2の駆動用固定電極と接続される駆動用接続電極部と、これら駆動用可動電極部と駆動用接続電極部とを接続するリード部とから構成され、

駆動電圧の印加により上記第1の駆動用固定電極と上記駆動用可動電極部との間に生じる静電気力によって上記アクチュエータが駆動されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の容量可変型キャパシタ装置。

4. 上記各キャパシタ電極が絶縁材によって被覆されるとともに、上記導電体が

上記絶縁基板の主面と対向する上記アクチュエータの主面に形成されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の容量可変型キャパシタ装置。

5. 上記導電体が、上記絶縁基板との対向主面と反対側の上記アクチュエータの主面に形成されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の容量可変型キャパシタ装置。

6. 上記アクチュエータが、上記絶縁基板の主面上に固定される支持部と、この支持部を支点として上記絶縁基板に対して接離される可動部と、上記支持部と上記可動部との間を一体に連結する幅狭のアーム部とからなることを特徴とする請求の範囲第1項記載の容量可変型キャパシタ装置。

7. 上記アクチュエータが、上記絶縁基板の主面上に固定される支持部と、この支持部を支点として上記絶縁基板に対して接離される可動部とから構成され、

上記支持部が上記可動部の一側部に形成されて上記絶縁基板に対して片持ち支持されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の容量可変型キャパシタ装置。

8. 上記アクチュエータが、上記絶縁基板の主面上に固定される支持部と、この支持部を支点として上記絶縁基板に対して接離される可動部とから構成され、

上記支持部が上記可動部の両側部に形成されて上記絶縁基板に対して両持ち支持されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の容量可変型キャパシタ装置。

9. 上記各キャパシタ電極が、それぞれ面積を異にして形成されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の容量可変型キャパシタ装置。

10. 上記絶縁基板に少なくとも3個以上のキャパシタ電極が形成され、

いずれか1個のキャパシタ電極を共通電極として他のキャパシタ電極とによりキャパシタを構成することにより、上記可動電極とによって互いに連動動作する多連キャパシタを構成することを特徴とする請求の範囲第1項記載の容量可変型キャパシタ装置。

11. 上記各キャパシタ電極が、それぞれ面積を異にして形成されることを特徴とする請求の範囲第10項記載の容量可変型キャパシタ装置。

12. 上記絶縁基板に少なくとも3個以上のキャパシタ電極が形成されるとともに上記アクチュエータに互いに絶縁を保持されて少なくとも2個以上の可動電極が形成され、

いずれか2個以上の上記キャパシタ電極を共通電極として他のキャパシタ電極とによりキャパシタ電極を構成して上記可動電極とによって互いに連動動作する多連キャパシタを構成することを特徴とする請求の範囲第1項記載の容量可変型キャパシタ装置。

13. 上記各キャパシタ電極が、それぞれ面積を異にして形成されることを特徴とする請求の範囲第12項記載の容量可変型キャパシタ装置。

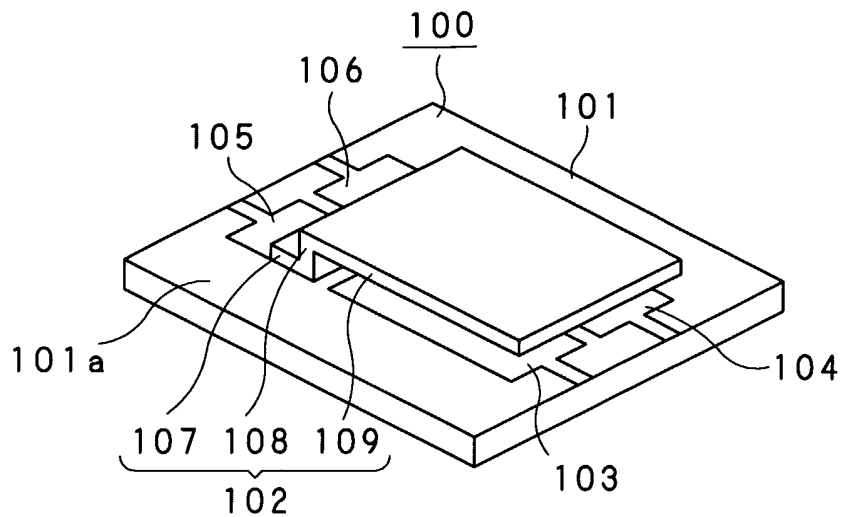


Fig. 1 A

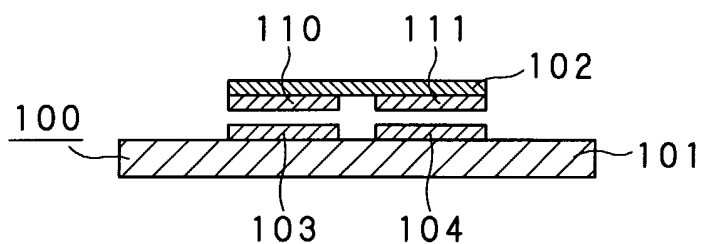


Fig. 1 B

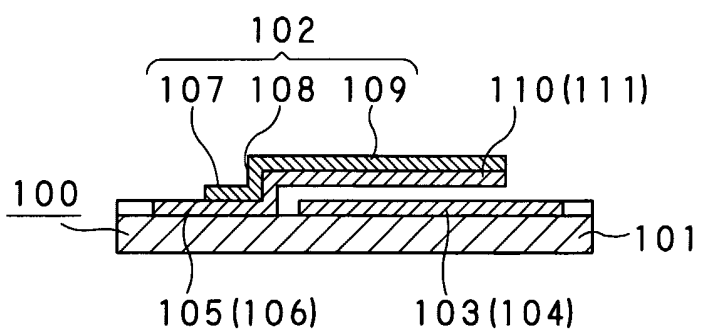


Fig. 1 C

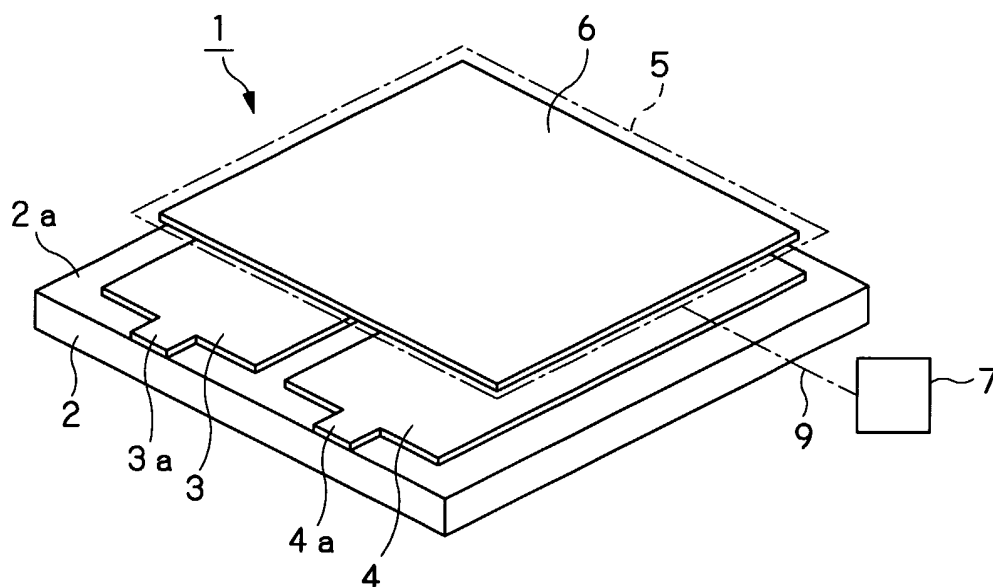


Fig. 2 A

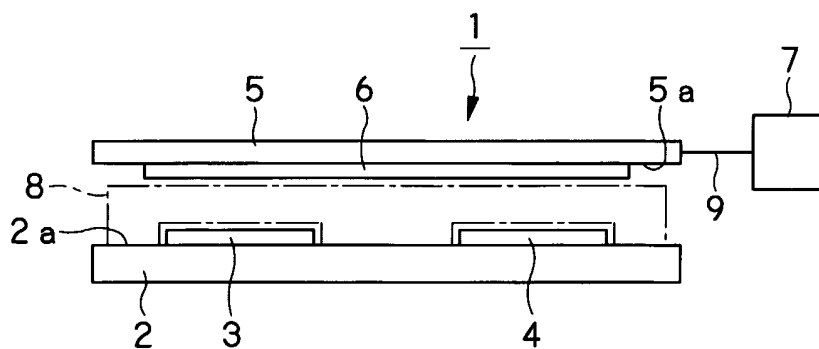


Fig. 2 B

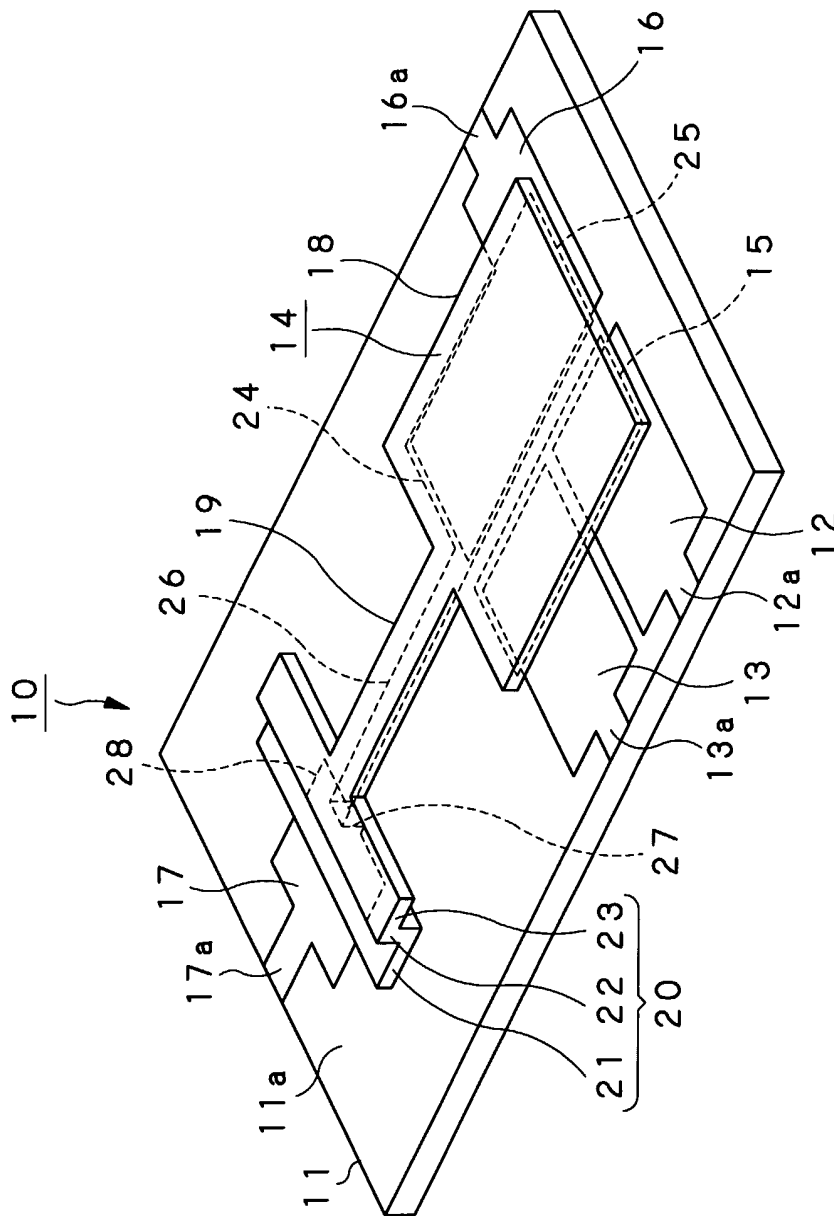


Fig. 3

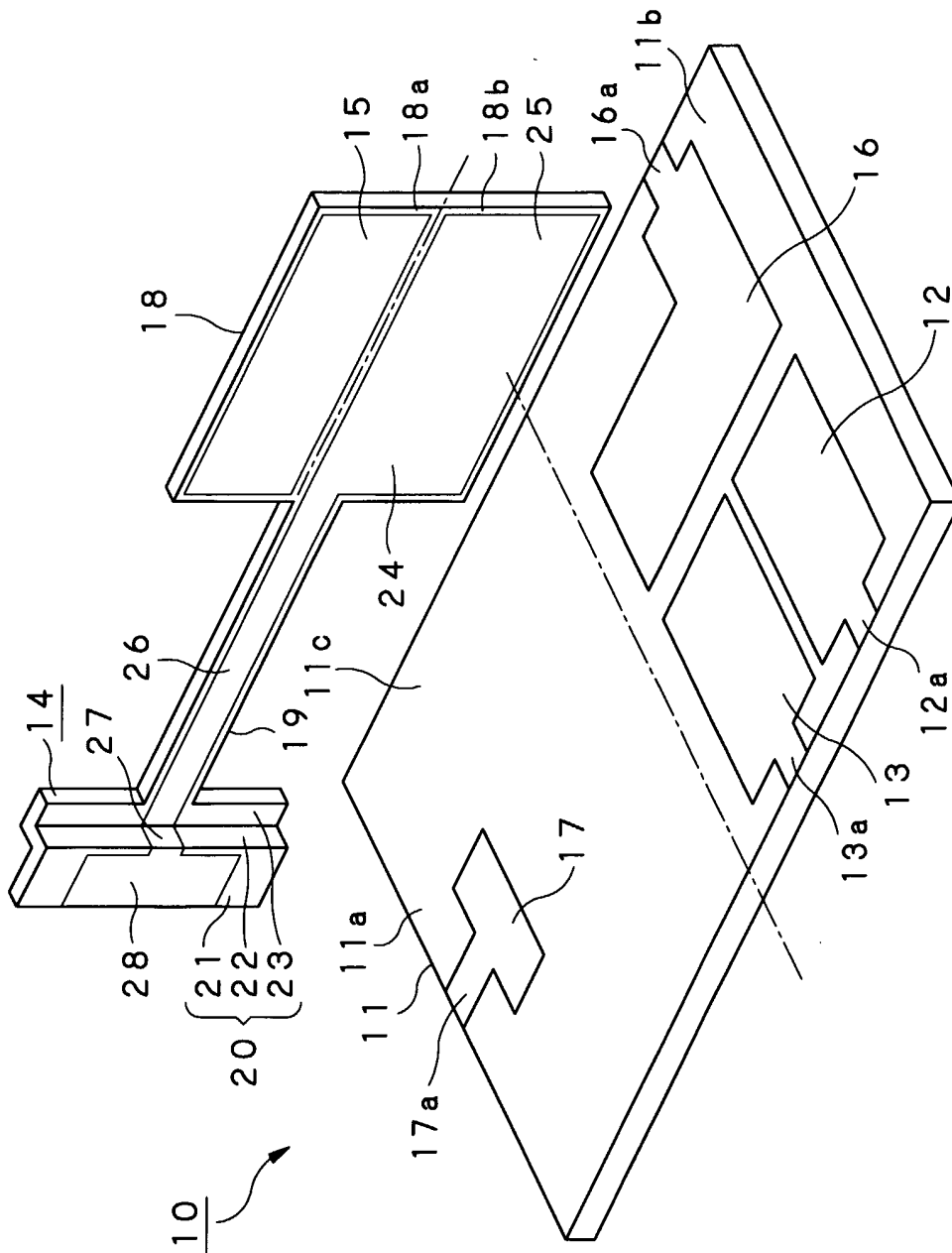


Fig. 4

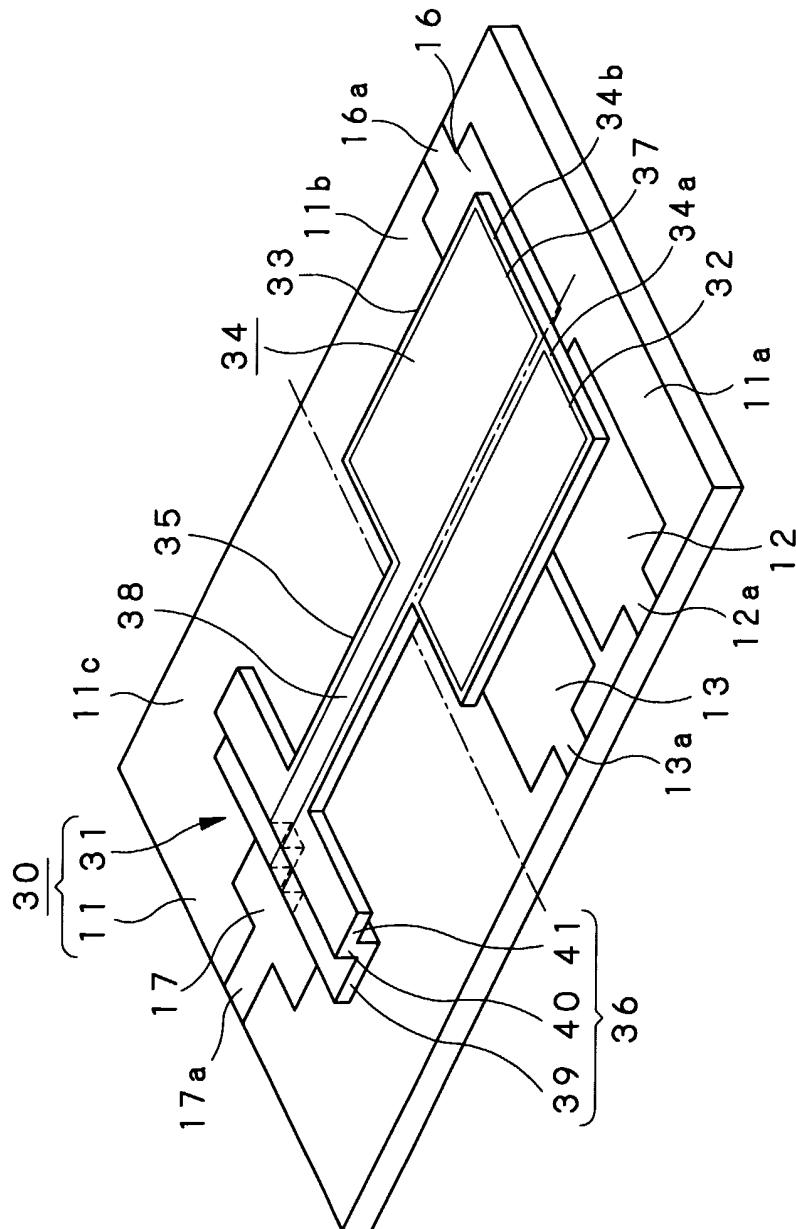


Fig. 5

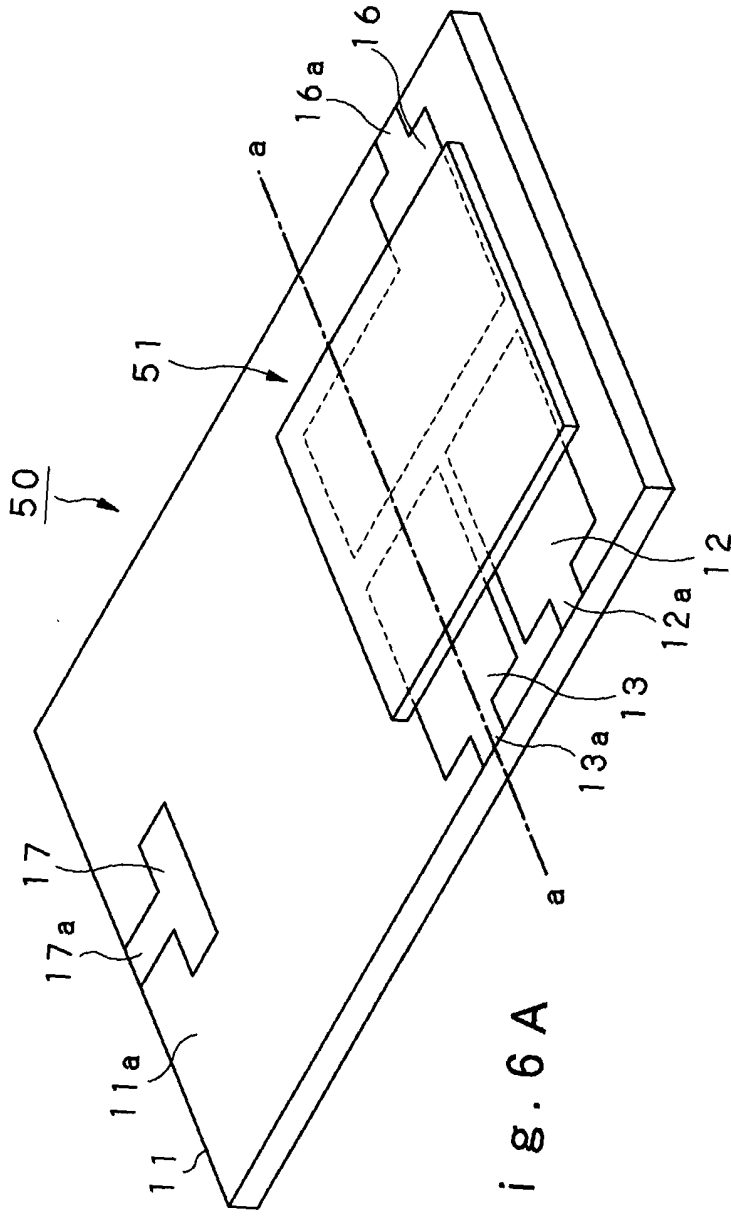


Fig. 6A

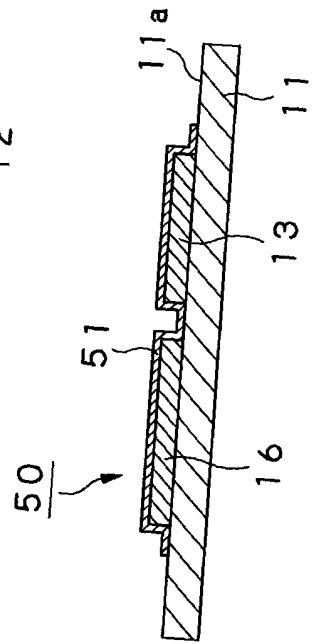


Fig. 6B

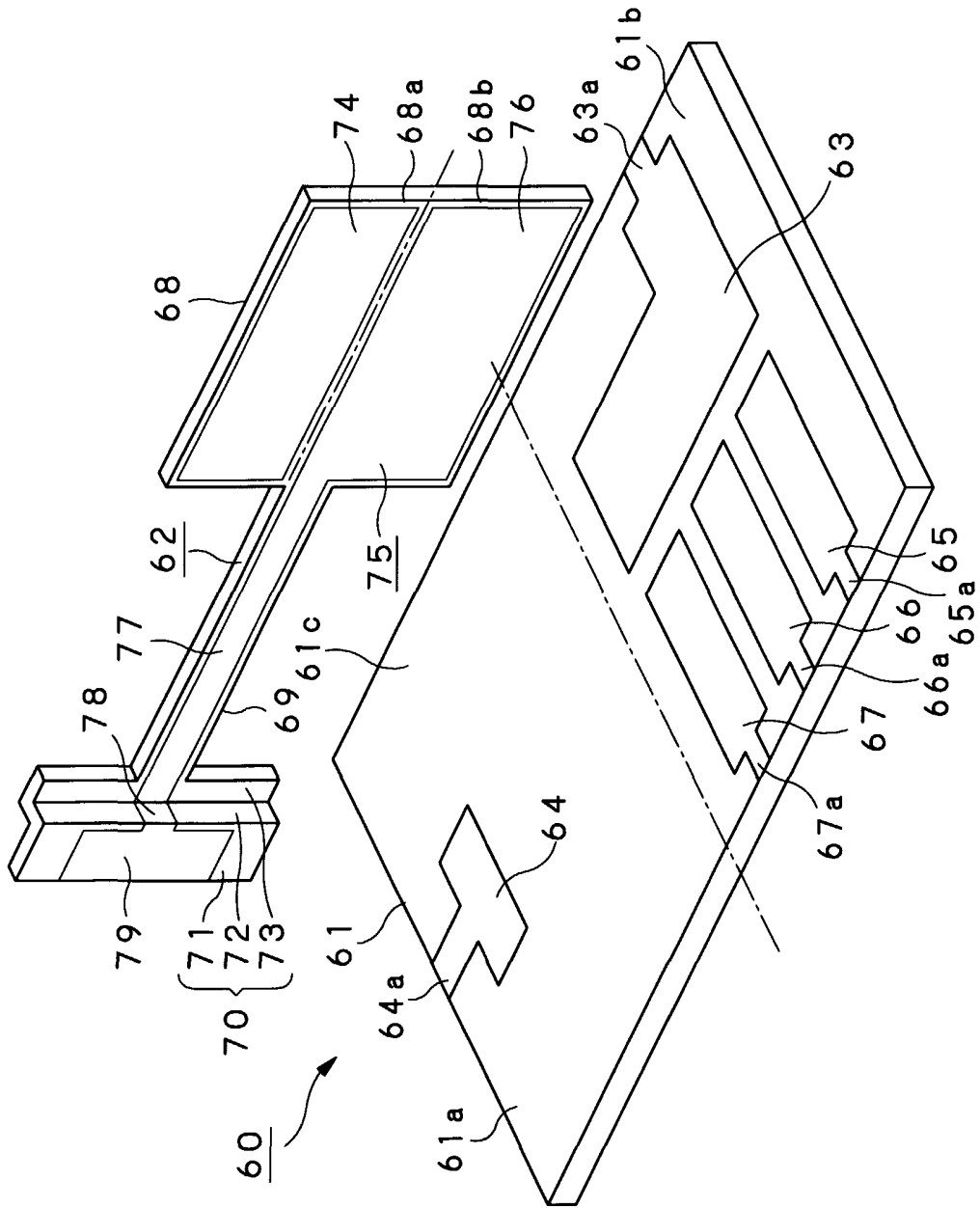


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10485

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01G5/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01G5/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2002 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2002 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2002 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP 9-153436 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 10 June, 1997 (10.06.97), Full text; all drawings (Family: none) | 1-13 |
| Y | JP 9-82569 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 28 March, 1997 (28.03.97), Full text; all drawings (Family: none) | 1-13 |

 Further documents are listed in the continuation of Box C.
 See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

| | |
|---|--|
| Date of the actual completion of the international search 09 December, 2002 (09.12.02) | Date of mailing of the international search report 24 December, 2002 (24.12.02) |
|---|--|

| | |
|--|--------------------|
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | Authorized officer |
| Facsimile No. | Telephone No. |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01G 5/16

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01G 5/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| Y | JP 9-153436 A (株式会社村田製作所) 1997.06.10, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-13 |
| Y | JP 9-82569 A (株式会社村田製作所) 1997.03.28, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-13 |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.12.02

国際調査報告の発送日

24.12.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

竹井 文雄

5R

7922

電話番号 03-3581-1101 内線 3565