

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5895000号
(P5895000)

(45) 発行日 平成28年3月30日(2016. 3. 30)

(24) 登録日 平成28年3月4日(2016. 3. 4)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 G 2/06 (2006.01)	H O 1 G 1/035 D
H O 1 L 23/12 (2006.01)	H O 1 L 23/12 B
H O 1 L 23/15 (2006.01)	H O 1 L 23/14 C
H O 5 K 1/16 (2006.01)	H O 5 K 1/16 D
H O 1 L 21/3205 (2006.01)	H O 1 L 21/88 J

請求項の数 15 (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-543160 (P2013-543160)	(73) 特許権者	504142411
(86) (22) 出願日	平成23年7月14日(2011. 7. 14)		テッセラ, インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2014-505354 (P2014-505354A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
(43) 公表日	平成26年2月27日(2014. 2. 27)		134, サン・ノゼ, オーチャード・
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/044026		パークウェイ 3025
(87) 国際公開番号	W02012/078213	(74) 代理人	100099623
(87) 国際公開日	平成24年6月14日(2012. 6. 14)		弁理士 奥山 尚一
審査請求日	平成26年7月1日(2014. 7. 1)	(74) 代理人	100096769
(31) 優先権主張番号	12/964, 049		弁理士 有原 幸一
(32) 優先日	平成22年12月9日(2010. 12. 9)	(74) 代理人	100107319
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 松島 鉄男
		(74) 代理人	100114591
			弁理士 河村 英文
		(74) 代理人	100125380
			弁理士 中村 綾子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高密度3次元集積コンデンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンデンサであって、

第1の面と、該第1の面から離れた第2の面と、該第1の面と該第2の面との間に延在する貫通開口部とを有する基板と、

前記第1の面に露出しかつ前記貫通開口部内へ延在する第1の金属素子であって、該第1の金属素子は、 $m \times n$ のアレイの位置のうちの少なくとも幾つかである該アレイ内の第1の複数の位置を埋めるように配列された複数のポストを含み、 m 及び n のそれぞれは1よりも大きく、各ポストは前記第1の面に実質的に直交する垂直方向において前記貫通開口部内へ延在し、各ポストは少なくとも1つの隣接するポストの対応する実質的に垂直な部分に対し実質的に平行な、実質的に垂直な部分を含む、第1の金属素子と、

前記第2の面に露出しかつ前記貫通開口部内へ延在する第2の金属素子であって、該第2の金属素子は前記複数のポストのうちの隣接するポスト間に延在し、前記第1の金属素子及び該第2の金属素子は第1の電位及び第2の電位に電氣的に接続可能である、第2の金属素子と、

少なくとも前記貫通開口部内で前記第1の金属素子を前記第2の金属素子から分離して絶縁するコンデンサ誘電体層と

を備えてなる、コンデンサ。

【請求項2】

前記 $m \times n$ のアレイ内の第2の複数の位置が絶縁誘電体材料によって占有される、請求

項 1 に記載のコンデンサ。

【請求項 3】

前記 $m \times n$ のアレイ内の第 2 の複数の位置のそれぞれが、前記貫通開口部の高さの少なくとも 50% 延在する連続ボイドを含む、請求項 1 に記載のコンデンサ。

【請求項 4】

前記 $m \times n$ のアレイ内の第 2 の複数の位置のそれぞれが、前記貫通開口部内の前記それぞれの位置に対応する第 2 の開口部の内部体積の少なくとも 50% を占めるボイドを含む、請求項 1 に記載のコンデンサ。

【請求項 5】

前記 $m \times n$ のアレイ内の前記第 1 の複数の位置は、前記アレイ内の全ての前記位置である、請求項 1 に記載のコンデンサ。

10

【請求項 6】

前記複数のポストのそれぞれが、前記垂直方向に実質的に直交する水平面における 5 マイクロメートル以下の幅を有する、請求項 1 に記載のコンデンサ。

【請求項 7】

前記複数のポストのそれぞれが前記垂直方向に長さを有し、前記ポストのそれぞれの前記長さと前記幅との比が少なくとも 10 である、請求項 6 に記載のコンデンサ。

【請求項 8】

前記複数のポストのそれぞれの前記長さは、少なくとも 150 マイクロメートルである、請求項 7 に記載のコンデンサ。

20

【請求項 9】

前記複数のポストは、水平面において 10 マイクロメートル以下のピッチを画定する、請求項 1 に記載のコンデンサ。

【請求項 10】

前記複数のポストは前記第 1 の面の上にも前記第 2 の面の下にも延在しない、請求項 5 に記載のコンデンサ。

【請求項 11】

前記第 1 の金属素子及び前記第 2 の金属素子のそれぞれが、前記コンデンサ誘電体層に隣接する第 1 の面と、該第 1 の面と反対側の第 2 の面とを有する金属層を含み、前記第 2 の面は前記コンデンサ誘電体層の面の輪郭に沿うものである、請求項 1 に記載のコンデンサ。

30

【請求項 12】

前記第 1 の金属素子及び前記第 2 の金属素子の少なくとも一方が、前記コンデンサ誘電体層に隣接する第 1 の面と、該第 1 の面と反対側の第 2 の面とを有する金属層を含み、前記第 2 の面は前記コンデンサ誘電体層の面の輪郭に沿うものである、請求項 1 に記載のコンデンサ。

【請求項 13】

前記第 1 の金属素子及び前記第 2 の金属素子並びに前記コンデンサ誘電体層によって占有されていない前記貫通開口部の部分は誘電体材料により満たされている、請求項 12 に記載のコンデンサ。

40

【請求項 14】

前記第 1 の金属素子及び前記第 2 の金属素子のそれぞれが第 1 の部分を有し、該第 1 の部分は、該第 1 の部分に対し実質的に平行な隣接する第 2 の部分から前記誘電体材料によって分離されている、請求項 13 に記載のコンデンサ。

【請求項 15】

前記コンデンサ誘電体層の上面及び下面はそれぞれ、前記第 1 の面と前記第 2 の面との間の前記貫通開口部の高さの少なくとも 3 倍の長さを有する、請求項 1 に記載のコンデンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、半導体チップ又は特定のタイプの基板、例えば、半導体、ガラス、セラミック、又は他の比較的低いC T E材料におけるコンデンサ、及びそのようなコンデンサを作成する方法、並びにそのようなコンデンサにおいて有用なコンポーネントに関する。

【0002】

[関連出願の相互参照]

本出願は、2010年12月9日に提出された米国特許出願第12/964,049号の出願日の利益を主張し、その開示内容は引用することにより本明細書の一部をなすものとする。

【背景技術】

10

【0003】

コンデンサは、信号ライン又は電源ラインのいずれかにおける雑音抑制に一般に用いられる。電源ラインでは、雑音抑制は、電源ラインに沿って多くのコンデンサを取り付けてインピーダンスレベルを低減することによって行うことができる。そのようなコンデンサの取り付けは、コンデンサを取り付けるコストの方がコンデンサのコストよりも高くなる可能性があることから、システムのサイズ及びコストを増大させる可能性がある。

【0004】

コンデンサは、能動回路素子、すなわち「能動チップ」を有する半導体チップ上に設けることもできるし、能動チップに取り付けるための、コンデンサ、インダクタ、抵抗器等の受動回路素子を含む受動チップ上に設けることもできる。

20

【0005】

シリコンにおける従来のコンデンサは、2つの一般的なタイプを有することができる。第1のタイプは、DRAMチップにおける各ビット用の電荷を蓄電するのに用いられる。第2のタイプは、受動チップ上のコンデンサである。受動チップでは、非常に薄い誘電体材料が非常に高い比誘電率を有する、単一層形態又は多層形態の平面コンデンサに、主な焦点が当てられてきた。従来のコンデンサの双方のタイプは、デカップリングコンデンサの用途に適用されるときに限界を有する可能性がある。第1のタイプのコンデンサは、高い容量の用途にあまり適していない場合がある。なぜならば、そのタイプは、通常、ビットレベルで用いられることを意図しており、したがって、非常に小さなサイズを有するように意図的に設計されている。第1のタイプは、通常、デカップリングコンデンサとして十分な電流を蓄電又は供給するのに必要な特徴を欠いている。第2のタイプのコンデンサは、低いキャパシタンス密度及び低い品質係数(quality factor: Q)(効率性)を有する場合がある。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

マイクロエレクトロニクスチップ、半導体基板、又はガラス若しくはセラミック材料等の比較的低いC T Eを有する他の基板におけるコンデンサの設計には、更なる改善が望まれている。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

本発明の一態様によれば、コンデンサは、

第1の面と、該第1の面から離れた第2の面と、該第1の面及び該第2の面間に延在する貫通開口部とを有する基板と、

第1の金属素子及び第2の金属素子と、

少なくとも前記貫通開口部内で前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子を互いから分離して絶縁するコンデンサ誘電体層と

を備えてなることができる。前記第1の金属素子は前記第1の面に露出することができ、かつ前記貫通開口部内へ延在することができる。前記第2の金属素子は前記第2の面に露出することができ、かつ前記貫通開口部内へ延在することができる。前記第1の金属素

50

子及び前記第2の金属素子は、第1の電位及び第2の電位に電氣的に接続可能とすることができる。前記コンデンサ誘電体層は、波状の形状を有することができる。

【0008】

特定の実施形態では、前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子は、それぞれの複数の第1のプレート及び第2のプレートを備えることができ、前記第1のプレート及び前記第2のプレートのそれぞれは、前記開口部内に延在する。一実施形態では、前記第1のプレート及び前記第2のプレートのそれぞれは、前記第1の面に沿った方向に少なくとも5マイクロメートルの幅を有することができる。例示的な実施形態では、各コンデンサの一对の第1のプレート及び一对の第2のプレートは、前記第1の面の上にも前記第2の面の下にも延在していない場合がある。

10

【0009】

本発明の別の態様によれば、コンデンサは、第1の面と、該第1の面から離れた第2の面と、前記第1の面と前記第2の面との間に延在する貫通開口部とを有する基板と、第1の金属素子及び第2の金属素子と、少なくとも前記貫通開口部内で前記第1の金属素子を第2の金属素子から分離して絶縁するコンデンサ誘電体層とを備えることができる。前記第1の金属素子は前記第1の面に露出することができ、かつ前記貫通開口部内へ延在することができる。前記第1の金属素子は、 $m \times n$ のアレイの位置のうちの少なくとも幾つかである該アレイ内の第1の複数の位置を埋めるように配列された複数のポストを含みうる。 m 及び n のそれぞれは1よりも大きい。各ポストは前記第1の面に実質的に直交する垂直方向において貫通開口部へ延在することができる。各ポストは、少なくとも1つの隣接するポストの対応する実質的に垂直な部分に対し実質的に平行な、実質的に垂直な部分を含みうる。前記第2の金属素子は、前記第2の面に露出することができ、かつ前記貫通開口部内へ延在することができる。前記第2の金属素子は、複数のポストのうちの隣接するポスト間に延在することができる。前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子は、第1の電位及び第2の電位に電氣的に接続可能とすることができる。

20

【0010】

一実施形態では、前記 $m \times n$ のアレイ内の第2の複数の位置は絶縁誘電体材料によって占有することができる。特定の実施形態では、前記 $m \times n$ のアレイ内の第2の複数の位置のそれぞれが、前記貫通開口部の高さの少なくとも50%延在する連続ボイドを含みうる。例示的な実施形態では、前記 $m \times n$ のアレイ内の第2の複数の位置のそれぞれが、前記貫通開口部内の前記それぞれの位置に対応する第2の開口部の内部体積の少なくとも50%を占めるボイドを含みうる。特定の実施形態では、前記 $m \times n$ のアレイ内の前記第1の複数の位置は、前記アレイ内の全ての前記位置であり得る。

30

【0011】

例示的な実施形態では、コンデンサは、前記第1の面と前記第2の面との間の前記貫通開口部の境界面に沿って延在する絶縁誘電体材料を更に備えることができる。前記絶縁誘電体材料は、前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子を、少なくとも前記貫通開口部内の前記基板の材料から分離して絶縁することができる。特定の実施形態では、前記複数のポストのそれぞれが、前記垂直方向に実質的に直交する水平面における5マイクロメートル以下の幅を有することができる。一実施形態では、前記複数のポストのそれぞれが前記垂直方向に長さを有することができ、前記ポストのそれぞれの前記長さと前記幅との比は少なくとも10であることができる。例示的な実施形態では、前記複数のポストのそれぞれの前記長さは少なくとも150マイクロメートルであることができる。特定の実施形態では、前記複数のポストは、前記水平面において10マイクロメートル以下のピッチを画定することができる。一実施形態では、前記コンデンサ誘電体層は前記複数のポストの前記面に沿って延在することができる。例示的な実施形態では、前記複数のポストは前記第1の面の上にも前記第2の面の下にも延在しない場合がある。

40

【0012】

特定の実施形態では、前記基板は、半導体とガラスとセラミックとからなる群から選択される本質的に1つの材料からなる。一実施形態では、前記第1の金属素子及び前記第2

50

の金属素子のそれぞれが、前記コンデンサ誘電体層に隣接する第1の面と、該第1の面と反対側の第2の面とを有する金属層を含むことができ、前記第2の面は前記コンデンサ誘電体層の面の輪郭に沿う。特定の実施形態では、前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子の少なくとも一方が、前記コンデンサ誘電体層に隣接する第1の面と、該第1の面と反対側の第2の面とを有する金属層を含むことができ、前記第2の面は前記コンデンサ誘電体層の面の輪郭に沿う。特定の実施形態では、前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子並びに前記コンデンサ誘電体層によって占有されていない前記開口部の部分は、誘電体材料で満たすことができる。一実施形態では、前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子のそれぞれが第1の部分と有することができ、該第1の部分は、該第1の部分に対し実質的に平行な隣接する第2の部分から前記誘電体材料によって分離されている。

10

【0013】

例示的な実施形態では、コンデンサは、それぞれの前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子に接続された第1の電極及び第2の電極も備えることができる。一実施形態では、前記コンデンサは、少なくとも1ピコファラッドの容量を有することができる。特定の実施形態では、前記コンデンサ誘電体層は3以上の比誘電率 k を有する。例示的な実施形態では、前記コンデンサ誘電体層は5以上の比誘電率 k を有することができる。一実施形態では、前記コンデンサ誘電体層は強誘電性の誘電体材料を含みうる。特定の実施形態では、前記コンデンサ誘電体層の上面及び下面はそれぞれ、前記第1の面と前記第2の面との間の前記開口部の高さの少なくとも3倍の長さを有することができる。例示的な実施形態では、前記第1の金属素子は本質的に第1の金属からなることができ、前記第2の金属素子は本質的に前記第1の金属と異なる第2の金属からなることができる。

20

【0014】

一実施形態では、前記開口部は、前記第1の面に対し実質的に平行に延在する長さ寸法と、前記第1の面に対し実質的に平行に延在しかつ前記長さ寸法に対し実質的に垂直に延在する幅寸法とを有することができ、前記長さ寸法は前記幅寸法よりも大きい。特定の実施形態では、前記開口部は、前記第1の面に対し実質的に平行に延在する長さ寸法と、前記第1の面に対し実質的に平行に延在しかつ前記長さ寸法に対し実質的に垂直に延在する幅寸法とを有することができ、前記長さ寸法は前記幅寸法と実質的に等しい。例示的な実施形態では、少なくとも第1のコンデンサ及び第2のコンデンサを含むコンデンサアセンブリは、前記基板の共通貫通開口部内へ延在する各コンデンサの前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子を有することができる。前記コンデンサアセンブリは、少なくとも前記貫通開口部内で前記第1のコンデンサ及び前記第2のコンデンサを互いから分離して絶縁する絶縁誘電体層も備えることができる。一実施形態では、前記絶縁誘電体層は3未満の比誘電率を有することができ、各コンデンサ誘電体層は3以上の比誘電率を有することができる。

30

【0015】

特定の実施形態では、インタポーザは、上述のコンデンサを備えることができる。本発明の更なる態様は、本発明の上記の態様によるコンデンサ構造体、本発明の上記の態様による複合チップ、又は両方を他の電子デバイスと合わせて組み込んだシステムを提供する。例えば、システムは単一のハウジング内に配置することができ、このハウジングは携帯型のハウジングとすることができる。本発明のこの態様における好ましい実施形態によるシステムは、同等の従来のシステムよりも小型にすることができる。

40

【0016】

本発明の更に別の態様によれば、回路コンポーネント又は超小型電子素子との電氣的相互接続のための電極を有するコンポーネントを製造する方法は、

本質的に有効CTEが $10\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 未満である材料からなる基板の第1の面から材料を除去するステップであって、それにより前記第1の面から、該第1の面の反対側の第2の面に向かって延在する複数の第1の開口部を形成し、該第1の開口部は波状の内面を画定するステップを含みうる。

本方法はまた、前記内面の上に重なるコンデンサ誘電体層を形成するステップであって

50

、該コンデンサ誘電体層は前記内面から離れる方向に面している波状の第1の面を有するステップと、

前記コンデンサ誘電体層の前記第1の面の上に重なりかつ前記第1の開口部のそれぞれの中へ延在する第1の金属素子を形成するステップとを含みうる。

本方法は、

前記複数の第1の開口部のうちの隣接する開口部間の前記基板の材料を除去するステップであって、それによって前記コンデンサ誘電体層の波状の第2の面を露出させて、前記第2の面から前記第1の面に向かって延在する複数の第2の開口部を形成するステップと、

前記コンデンサ誘電体層の前記第2の面の上に重なりかつ前記第2の開口部のそれぞれの中へ延在する第2の金属素子を形成するステップとを更に含みうる。

【0017】

例示的な実施形態では、前記コンデンサ誘電体層を形成する前記ステップは、流動性誘電体材料を各第1の開口部内に露出した前記内面上に水性めっきすることによって実行することができる。特定の実施形態では、本方法はまた、前記複数の第1の開口部のうちの隣接する開口部間の前記基板の材料を除去するステップの前に、前記第1の面と前記第2の面との間の前記基板の厚みが低減されるように前記基板の前記第2の面から材料を除去するステップを含みうる。一実施形態では、前記複数の第1の開口部のうちの隣接する開口部間の前記基板の材料を除去するステップは、前記第1の金属素子の面が前記第2の面に露出されるように実行することができる。例示的な実施形態では、前記第1の金属素子を形成する前記ステップは複数の第1のプレートを形成することを含み、前記第1のプレートのそれぞれは前記第1の開口部のそれぞれの開口部内へ延在し、前記第2の金属素子を形成するステップは複数の第2のプレートを形成することを含むことができ、前記第2のプレートのそれぞれは前記第2の開口部のそれぞれの開口部内へ延在する。

【0018】

本発明の更に別の態様によれば、回路コンポーネント又は超小型電子素子との電気的相互接続のための電極を有するコンポーネントを製造する方法は、

基板の第1の面から、該第1の面と反対側の第2の面に向かって延在する複数の第1の開口部を形成するステップであって、該第1の開口部は $m \times n$ のアレイの位置のうちの少なくとも幾つかの位置を占有するように配列され、 m 及び n のそれぞれは1よりも大きく、各第1の開口部は前記第1の面に実質的に直交する垂直方向において前記貫通開口部内へ延在し、前記複数の第1の開口部は内面を画定するステップを含みうる。

本方法はまた、前記内面の第1の部分の上に重なる第1のコンデンサ誘電体層を形成するステップであって、前記第1のコンデンサ誘電体層は前記内面から離れる方向に面している第1の面を有する、第1のコンデンサ誘電体層を形成するステップを含みうる。

本方法は、複数のポストを有する第1の金属素子を形成するステップであって、各ポストは、前記第1のコンデンサ誘電体層の前記第1の面の上に重なりかつ前記第1の開口部の対応する開口部内へ延在する、第1の金属素子を形成するステップと、

前記複数のポストの前記第1のサブセットの隣接するポスト間の前記基板の材料を除去するステップであって、それによって前記第1のコンデンサ誘電体層の第2の面を露出して該第2の面から前記第1の面に向かって延在する第2の開口部を形成する、材料を除去するステップと、

前記第1のコンデンサ誘電体層の前記第2の面の上に重なりかつ前記第2の開口部内へ延在する第2の金属素子を形成するステップと

を更に含みうる。

【0019】

一実施形態では、前記基板は $10 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 未満の有効CTEを有することができる。特定の実施形態では、第1の複数の前記ポストが、前記 $m \times n$ のアレイ内の第1の複数の

10

20

30

40

50

位置に配置された前記第1の開口部の第1のサブセット内へ延在することができる。本方法はまた、前記 $m \times n$ のレイ内の第2の複数の位置に配置された前記第1の開口部の第2のサブセット内へ絶縁誘電体材料を堆積するステップを含む。一実施形態では、前記複数のポストは、前記第1の開口部の全ての中へ延在することができる。例示的な実施形態では、前記第1の開口部は、前記第1の面から材料を除去して複数の細孔を形成することによって形成することができる。一実施形態では、前記基板はシリコン材料を含むことができ、前記複数の第1の開口部を形成する前記ステップは、前記基板の前記第1の面から延在する多孔質シリコンの領域が生成されるように、異方性エッチングによって実行することができる。特定の実施形態では、前記複数の第1の開口部を形成する前記ステップは、前記内面が波状の形状を有するように実行することができる。

10

【0020】

例示的な実施形態では、各第1の開口部は、前記垂直方向に対し実質的に垂直な水平面において5マイクロメートル以下の幅を有することができる。特定の実施形態では、前記複数の第1の開口部を形成する前記ステップは、各第1の開口部が前記垂直方向において或る長さを有し、該長さとは各第1の開口部の前記幅との比が少なくとも10となるように実行することができる。一実施形態では、前記複数の第1の開口部を形成する前記ステップは、各第1の開口部の前記長さが少なくとも150マイクロメートルとなるように実行することができる。例示的な実施形態では、前記複数の第1の開口部を形成する前記ステップは、前記第1の開口部が前記水平面において10マイクロメートル以下のピッチを画定するように実行することができる。特定の実施形態では、前記第1のコンデンサ誘電体層を形成する前記ステップは、前記第1のコンデンサ誘電体層の前記第1の面が波状の形状を有するように実行することができる。一実施形態では、前記第1のコンデンサ誘電体層の前記第2の面は、波状の形状を有することができる。

20

【0021】

特定の実施形態では、前記第1のコンデンサ誘電体層を形成する前記ステップは、前記コンデンサ誘電体層の上面及び下面がそれぞれ、各第1の開口部の前記長さの少なくとも3倍の長さを有するように実行することができる。例示的な実施形態では、前記第1のコンデンサ誘電体層を形成する前記ステップは、流動性誘電体材料を前記内面の前記第1の部分上に水性めっきすることによって実行することができる。一実施形態では、本方法はまた、前記第1の開口部の前記第1のサブセットの隣接する開口部間の前記基板の材料を除去する前記ステップの前に、前記第1の面と前記第2の面との間の前記基板の厚みが低減されるように前記基板の前記第2の面から材料を除去するステップを含みうる。特定の実施形態では、前記第1の開口部の前記第1のサブセットの隣接する開口部間の前記基板の材料を除去する前記ステップは、前記それぞれのポストの面が前記第2の面に露出されるように実行することができる。例示的な実施形態では、前記第1の金属素子を形成する前記ステップは、各ポストが、少なくとも1つの隣接するポストの対応する実質的に垂直の部分に対し実質的に平行な、実質的に垂直な部分を含むように実行することができる。

30

【0022】

一実施形態では、前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子のうちの少なくとも一方が、前記コンデンサ誘電体層の面の輪郭に沿う金属層であり得る。特定の実施形態では、前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子のそれぞれが第1の部分と第2の部分とを有することができる。該第1の部分は、該第1の部分に対し実質的に平行な隣接する第2の部分から誘電体材料によって分離されている。例示的な実施形態では、本方法はまた、前記第1の金属素子に接続された第1の電極と、前記第2の金属素子に接続された第2の電極とを形成するステップを含みうる。前記第1の電極及び前記第2の電極は、それぞれの前記第1の面及び前記第2の面に露出することができる。前記第1の電極及び前記第2の電極は、それぞれの第1の電位及び第2の電位に接続可能であり得る。

40

【0023】

例示的な実施形態では、本方法はまた、前記内面の第2の部分の上に重なる第2のコンデンサ誘電体層を形成するステップであって、該第2のコンデンサ誘電体層は前記内面か

50

ら離れる方向に面している第1の面を有するステップと、

前記内面の前記第1の部分と前記第2の部分との間の前記内面の第3の部分の上に重なる絶縁誘電体層を形成するステップであって、該絶縁誘電体層は前記第1の開口部の第2のサブセット内へ延在するステップと

を含みうる。

本方法は、

複数のポストを有する第3の金属素子を形成するステップであって、各ポストは前記第2のコンデンサ誘電体層の前記第1の面の上に重なりかつ前記第1の開口部の第3のサブセットの対応する開口部内へ延在するステップと、

前記第1の開口部の前記第3のサブセットの隣接する開口部間の前記基板の材料を除去するステップであって、それによって前記第2のコンデンサ誘電体層の第2の面を露出して、前記第2の面から前記第1の面に向かって延在する第3の開口部を形成するステップと

を更に含みうる。

本方法はまた、

前記第2のコンデンサ誘電体層の前記第2の面の上に重なりかつ前記第3の開口部内へ延在する第4の金属素子を形成するステップと

を含みうる。

【0024】

特定の実施形態では、前記絶縁誘電体層は3未満の比誘電率を有することができ、各コンデンサ誘電体層は3以上の比誘電率を有することができる。例示的な実施形態では、本方法はまた、それぞれ前記第1の金属素子、前記第2の金属素子、前記第3の金属素子、及び前記第4の金属素子に接続された第1の電極、第2の電極、第3の電極、及び第4の電極を形成するステップを含むことができ、前記第1の電極及び前記第3の電極は前記第1の面に露出しており、前記第2の電極及び前記第4の電極は前記第2の面に露出しており、前記第1の電極、前記第2の電極、前記第3の電極、及び前記第4の電極は、それぞれの第1の電位、第2の電位、第3の電位、及び第4の電位に接続可能であり得る。一実施形態では、前記第1の金属素子及び前記第2の金属素子並びに前記第1のコンデンサ誘電体層は第1のコンデンサを画定することができ、前記第3の金属素子及び前記第4の金属素子並びに前記第2のコンデンサ誘電体層は第2のコンデンサを画定することができる。特定の実施形態では、前記絶縁誘電体層は、前記第1のコンデンサ及び前記第2のコンデンサの少なくとも一部分を互いから分離して絶縁することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1A】本発明の一実施形態によるコンデンサを示す断面図である。

【図1B】図1Aに示すコンデンサ又は本明細書において説明される他のコンデンサのうちの任意のものに対応することができる、代替的な上から見た平面図である。

【図2A】図1Aに示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図2B】図1Aに示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図2C】図1Aに示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図2D】図1Aに示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図2E】図1Aに示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図2F】図1Aに示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図2G】図1Aに示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図2H】図1Aに示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図2I】図1Aに示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図2J】図1Aに示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図3】別の実施形態によるコンデンサを示す断面図である。

【図4A】図3に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図4B】図3に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 4 C】図 3 に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 4 D】図 3 に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 4 E】図 3 に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 4 F】図 3 に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 4 G】図 3 に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 5 A】更に別の実施形態によるコンデンサを示す断面図である。

【図 5 B】図 3 又は図 5 A に示すコンデンサに対応することができる、図 5 A の線 A-A に沿って得られる代替的な上から見た断面図である。

【図 5 C】図 3 又は図 5 A に示すコンデンサに対応することができる、図 5 A の線 A-A に沿って得られる代替的な上から見た断面図である。

10

【図 5 D】図 3 又は図 5 A に示すコンデンサに対応することができる、図 5 A の線 A-A に沿って得られる代替的な上から見た断面図である。

【図 5 E】更に別の実施形態によるコンデンサを示す断面図である。

【図 5 F】別の実施形態によるコンデンサを示す断面図である。

【図 6 A】図 5 A に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 6 B】図 5 A に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 6 C】図 5 A に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 6 D】図 5 A に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 7 A】更に別の実施形態によるコンデンサを示す断面図である。

【図 7 B】図 7 A のコンデンサの一部分を示す拡大断面図である。

20

【図 7 C】図 7 A に示すコンデンサの一部分の、線 7 C-7 C にわたって得られた拡大断面図である。

【図 8 A】図 5 A に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 8 B】図 5 A に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 8 C】図 5 A に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 8 D】図 5 A に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 8 E】図 5 A に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 8 F】図 5 A に示す本発明の実施形態による製造段階を示す断面図である。

【図 9】別の実施形態によるコンデンサを示す断面図である。

【図 10】本発明の一実施形態によるシステムの概略図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0026】

コンデンサは、導体から構成することができ、導体が電流の流れに対して幅広くなるほど、インダクタンスを低くすることができる。より低いインダクタンスを達成する別の方法は、コンデンサの接地層を入出力層に比較的近接させることとすることができる。本明細書の 1 つ以上の実施形態におけるような 2 端子コンデンサでは、コンデンサにおける接地平面をトレース及び／又はビアによって外部の接地層に接続することができる。本明細書の 1 つ以上の実施形態に従って形成される別のタイプのコンデンサは、内部接地層を有する 3 端子コンデンサである。3 端子コンデンサは、2 端子コンデンサに比べて大きく削減されたインダクタンスを有することができ、したがって、大幅に改善された雑音除去性能を有することができる。

40

【0027】

図 1 A 及び図 1 B を参照すると、本発明の一実施形態によるコンポーネント 10 は、基板 20 と、この基板と接触して形成されているコンデンサ 40 a 及びコンデンサ 40 b (合わせてコンデンサ 40) とを備える。基板 20 は、平坦な第 1 の面 21 と、第 1 の面の反対側の平坦な第 2 の面 22 との間に基板を貫通して延在する開口部 30 a 及び開口部 30 b (合わせて開口部 30) を有する。コンデンサ 40 のそれぞれは、対応する開口部 30 の内面 31 及び第 1 の面 21 と第 2 の面 22 の一部分との上に重なる絶縁誘電体層 50 と、一对の第 1 の導電性プレート 60 と、一对の第 2 の導電性プレート 70 と、プレート 60 及び 70 のそれぞれを少なくとも 1 つの隣接するプレートから分離する複数のコンデ

50

ンサ誘電体層 80 とを備える。誘電体領域 90 が、各対応する開口部 30 内の、プレート 60 及び 70 並びに誘電体層 50 及び 80 によって占有されていない残りの体積を占有する。

【0028】

幾つかの実施形態では、コンポーネント 10 は、半導体チップ、ウェハ、誘電体基板等とすることができる。基板 20 は、好ましくは、熱膨張係数（「CTE」）が $10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ （すなわち ppm/ $^\circ\text{C}$ ）未満である。特定の実施形態では、基板 20 は、 $7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 未満の CTE を有することができる。基板 20 は、好ましくは、本質的に半導体、ガラス又はセラミック等の無機材料からなる。基板 20 は、シリコン等の半導体から作製される実施形態では、（例えば、トランジスタ、ダイオード等の）複数の能動半導体

10

【0029】

ある例では、基板 20 は、1 つ以上の半導体チップを取り付けて電氣的に接続することができるインタポーザとすることができる。このインタポーザは、回路パネル、例えば回路基板、モジュール、受動コンポーネント等のような別のコンポーネントとの相互接続に使用可能な導電性コンタクトを有する。インタポーザに取り付けられた半導体チップ（複数の場合もある）は内部に能動半導体デバイスを有することができる。

【0030】

基板 20 の第 1 の面 21 と第 2 の面 22 との間の厚さは、通常、 $200 \mu\text{m}$ 未満であり、著しく小さく、例えば $130 \mu\text{m}$ 、 $70 \mu\text{m}$ 又は更にはそれより小さくすることができる。特に図示しないが、基板 20 内の能動半導体デバイスをコンデンサ 40 に導電的に接続することができる。各コンデンサ 40 は、1 つ以上の開口部 30 内に少なくとも部分的に形成することができる。

20

【0031】

図 1 A において、第 1 の面 21 に対して平行な方向を、本明細書では「水平」方向又は「横」方向と呼ぶのに対し、第 1 の面に直交する方向を、本明細書では上方向又は下方向と呼び、本明細書ではまた「垂直」方向とも呼ぶ。本明細書で言及する方向は、言及する構造体の基準系にある。したがって、これらの方向は、標準の基準系又は重力基準系に対する任意の向きに位置することができる。1 つの特徴が「面の上方」に別の特徴よりも高い高さに配置されていると言う場合、それは、その 1 つの特徴が、その面から離れる同じ直交方向において他方の特徴よりも遠い距離にあることを意味する。逆に、1 つの特徴が「面の上方」に別の特徴よりも低い高さに配置されていると言う場合、それは、その 1 つの特徴が、その面から離れる同じ直交方向において他方の特徴よりも近い距離にあることを意味する。

30

【0032】

基板 20 は、第 1 の面 21 及び／又は第 2 の面 22 の上に重なる誘電体層（図示せず）を更に備えることができる。このような誘電体層は、基板 20 から導電性素子を電氣的に絶縁することができる。この誘電体層を、基板 20 の「パッシベーション層」と呼ぶことができる。パッシベーション層は、無機誘電体材料若しくは有機誘電体材料又は両方を含みうる。誘電体層は、電着したコンフォーマルコーティング又は他の誘電体材料、例えば光画像形成可能なポリマ材料、例えばはんだマスク材料を含みうる。

40

【0033】

開口部 30 は、例えば、（図 1 B で開口部 30 a として示すような）円形、楕円形、正方形、長方形（図 1 B で開口部 30 b として示すような）、又は他の形状を含む任意の上面視形状を有することができる。幾つかの例では、開口部 30 は、例えば、中でも、円筒、立方体、角柱、又は円錐台形状を含む任意の 3 次元形状を有することができる。

【0034】

各それぞれの貫通開口部 30 の内面 31 は、第 1 の面 21 から基板 20 を通って任意の角度で延在することができる。内面 31 は、第 1 の面 21 から、その第 1 の面によって画

50

定される水平面に対して約90度で延在することが好ましい。貫通開口部30は、内面31が第1の面21及び第2の面22と接続する場所において、実質的に直角の縁33を有するが、他の実施形態では、縁33は代替的に面取りすることも丸めることもできる。内面31は一定の勾配又は変動する勾配を有することができる。例えば、第1の面21によって画定される水平面に対する内面31の角度又は勾配は、内面31が第2の面22に向かって貫通していくにつれ、大きさが減少する（すなわち正值又は負値がよりゼロに近くなる）ことができる。

【0035】

各絶縁誘電体層50が、それぞれの貫通開口部30の内面31並びに第1の面21及び第2の面22の部分の上に重なって、基板20並びに導電性プレート60及び70に対して良好な誘電体分離を提供することができる。絶縁誘電体層50は、無機誘電体材料若しくは有機誘電体材料又は両方を含みうる。特定の実施形態では、絶縁誘電体層50はコンプライアント（compliant：適合的）な誘電体材料を含みうる。特定の例では、絶縁誘電体層50（及び本明細書において説明される他の絶縁誘電体層又は誘電体材料の全て）が3未満の比誘電率 k を有することができる。例示的な実施形態では、絶縁誘電体層50（及び本明細書において説明される他の誘電体層又は誘電体材料の全て）は、特に、チタン酸バリウムストロンチウム（BST）、二酸化ハフニウム、若しくはアルミン酸ランタン、又は内部に強誘電体ナノ粒子を有するポリママトリックス等のナノ粒子で作製された複合誘電体材料を含みうる。

【0036】

一对の第1の導電性プレート60は、それぞれの開口部30内で絶縁誘電体層50の上に重なる第1のプレート61と、この第1のプレートの上に重なる第2のプレート62とを含む。基板20の第1の面21では、一对の第1のプレート60は、第1の面に露出している単一の第1の電極63に接続することができ、第1の電極は、第1の電位と接続可能である。第1の電極63は任意選択的に、第1の面に露出した複数の電極とすることができ、コンデンサ40の外側の別の素子と相互接続するために露出される場所を除いて、内面31間に延在する第1の電極の一部分を、上に重なる絶縁誘電体層によって覆うことができるようにされる。

【0037】

一对の第2の導電性プレート70は、第1のプレート61の上に重なる第3のプレート71と、第2のプレート62の上に重なる第4のプレート72とを含む。基板20の第2の面22では、一对の第2のプレート70は、第2の面に露出している単一の第2の電極73に接続することができ、第2の電極は第2の電位と接続可能である。第2の電極73は任意選択的に、第2の面に露出した複数の電極とすることができ、コンデンサ40の外側の別の素子と相互接続するために露出される場所を除いて、内面31間に延在する第2の電極の一部分を、上に重なる絶縁誘電体層によって覆うことができるようにされる。

【0038】

本明細書において用いられるとき、導電性素子が基板又は基板の面の上に重なる誘電体素子の面「に露出して」という記述は、導電性素子が、誘電体素子の面に直交する方向において、誘電体素子の外側から誘電体素子の面に向かって移動している理論的な点に接触することができることを示す。したがって、基板の面に露出している電極又は他の導電性素子は、このような面から突出することができるか、このような面と同一平面とすることができるか、又はこのような面に対して凹状とし、基板における孔又は窪みを通して露出させることができる。

【0039】

導電性プレート60及び70並びに電極63及び73（及び本明細書に記載する他の導電性素子のうちの任意のもの）を、例えば銅、タングステン、アルミニウム、ニッケル、ニッケル合金又は金を含む任意の導電性金属から作製することができる。導電性素子を形成するために使用可能な本質的に任意の技法を使用して、本明細書に記載する導電性素子を形成することができるが、2010年7月23日に出願された、本願と同一の所有者に

よって所有される米国特許出願第12/842, 669号においてより詳細に説明されているような特定の技術を採用することができる。この特許出願は、参照することにより本明細書の一部をなすものとする。このような技法は、例えば、面をレーザにより、又はフライス加工若しくはサンドブラスト加工等の機械的プロセスにより、導電性素子が面の他の部分とは異なるように形成されるべきである経路に沿って面のそれらの部分を処理するように、選択的に処理することを含みうる。例えば、レーザ又は機械的プロセスを使用して、特定の経路のみに沿って面から犠牲層等の材料を焼灼又は除去し、それによりその経路に沿って延在する溝を形成することができる。そして、溝内に触媒等の材料を堆積させることができ、溝内に1つ以上の金属層を堆積させることができる。

【0040】

10

電極63及び73（及び本明細書において説明する他の電極のうちの任意のもの）のそれぞれは、例えば、円形パッド形状若しくは長方形（これらの双方が図1Bに示されている）、楕円形状、正方形、三角形又はより複雑な形状を含む任意の上面視形状を有することができる。電極63及び73のそれぞれは、例えば、円錐台形状の導電性ポストを含む任意の3次元形状を有することができる。2010年7月8日に出願された、本願と同一の所有者によって所有される米国特許出願第12/832, 376号に示し記載されているように、導電性ポストの例を使用することができる。特定の実施形態では、第1の電極63及び第2の電極64のうちの1つ以上のものを、第1の導電性プレート60と第2の導電性プレート70との間に延在する導電性トレースによってそれぞれの第1の導電性プレート60及び第2の導電性プレート70に電氣的に接続することができる。

20

【0041】

電極63及び73（又は本明細書において説明する他の電極のうちの任意のもの）のそれぞれとコンポーネント10の外部のコンポーネントとの間の接続は、導体塊（conductive masse）（図示せず）を通じて行うことができる。このような導体塊は、比較的溶融温度が低い可溶金属、例えば、はんだ、錫、又は複数の金属を含む共融混合物を含みうる。代替的に、このような導体塊は、湿潤性金属、例えば銅、又ははんだ若しくは別の可溶金属よりも溶融温度の高い他の貴金属若しくは非貴金属を含みうる。このような湿潤性金属を、対応する特徴、例えば相互接続素子の可溶金属の特徴と接合することができる。特定の実施形態では、このような導体塊は、媒体内に散在する導電性材料、例えば、導電性ペースト、金属充填ペースト、はんだ充填ペースト、又は等方性導電性接着剤若しくは異方性導電性接着剤を含みうる。

30

【0042】

複数のコンデンサ誘電体層80は、プレート60及び70のそれぞれを少なくとも1つの隣接するプレートから分離している。各コンデンサ誘電体層80（及び本明細書において説明する他のコンデンサ誘電体層の全て）は、少なくとも3の比誘電率 k を有することができる。コンデンサ誘電体層80の第1のコンデンサ誘電体層81は、第1のプレート61の上に重なり、この第1のプレートと第3のプレート71との間に延在する。コンデンサ誘電体層80の第2のコンデンサ誘電体層82は、第3のプレート71の上に重なり、この第3のプレートと第2のプレート62との間に延在する。コンデンサ誘電体層80の第3のコンデンサ誘電体層83は、第2のプレート62の上に重なり、この第2のプレートと第4のプレート72との間に延在する。

40

【0043】

各誘電体領域90は、対応する開口部30内の、プレート60及び70並びに誘電体層50及び80によって占有されていない残りの体積を占有する。各誘電体領域90は、第4のプレート72と第1の電極63との間の良好な誘電体分離を提供することができる。誘電体領域90はコンプライアントにすることができ、その弾性係数及び厚さは、その係数及び厚さの積がコンプライアンス（compliance：適合性）を提供するように十分低くかつ厚い。

【0044】

コンポーネント10は、複数の誘電体部分93a及び93b（合わせて誘電体部分93

50

）を更に含むことができ、各誘電体部分 93a は対応する第 1 のプレート 60 のそれぞれの遠位縁 69 と第 2 の電極 64 との間に延在し、各誘電体部分 93b は対応する第 2 のプレート 70 のそれぞれの遠位縁 79 と第 1 の電極 63 との間に延在する。

【0045】

一実施形態では、各コンデンサ 40 のプレート 60 及び 70 の第 1 の対及び第 2 の対は、対応する貫通開口部の内面 31 の回りに延在することができる。例えば、プレート 60 及び 70 の第 1 の対及び第 2 の対は、円形又は楕円形の断面形状を有する対応する開口部 30 の回りに延在する円環形状を有することができる。円形の断面形状を有するコンデンサ 40a の例示的な上面図が図 1B に示される。別の例では、プレート 60 及び 70 の第 1 の対及び第 2 の対は、正方形又は長方形の断面形状を有する対応する開口部 30 の回りに延在する平坦な平面部分を有することができる。長方形の断面形状を有するコンデンサ 40b の例示的な上面図が図 1B に示される。

10

【0046】

特定の実施形態では、コンポーネント 10 は単一の貫通開口部 30a を通って延在するプレート 60 及び 70 の 2 組の第 1 の対及び第 2 の対を含むことができ、プレートの第 1 の対及び第 2 の対の各組は、間に絶縁誘電体領域 90 が延在する、コンポーネントのそれぞれの領域 A 又は B を含む。

【0047】

例示的な実施形態では、コンポーネント 10 は、単一の貫通開口部 30a を通って延在する第 1 の独立コンデンサ及び第 2 の独立コンデンサ 40a を含むことができ、各コンデンサは、間に絶縁誘電体 90 が延在する、コンポーネントのそれぞれの領域 A 又は B を含む。単一の貫通開口部 30a を通って延在する 2 つの独立コンデンサ 40a を有するそのようなコンポーネントでは、第 1 のコンデンサのプレート 60 及び 70 は、2 つのコンデンサ間に延在する絶縁された間隙によって第 2 のコンデンサのプレート 60 及び 70 から分離することができる。また、そのような実施形態では、領域 A と領域 B との間の絶縁誘電体領域 90 にわたって延在する第 1 の電極 63 及び第 2 の電極 64 は、間に延在する絶縁された間隙（図示せず）によって、コンデンサごとに別個の第 1 の電極 63 と第 2 の電極 64 とに分割することができる。

20

【0048】

次に、図 2A ～図 2J を参照して、コンポーネント 10（図 1A 及び図 1B）を製造する方法を説明する。図 2A に示すように、第 1 の面 21 から基板 20 の第 2 の面 22 に向かって、又は第 2 の面から第 1 の面に向かって延在する貫通開口部 30a 及び 30b を形成することができる。第 1 の面 21 の残りの部分を温存することが所望されている場合には、マスク層を形成した後、例えば、基板 20 を選択的にエッチングすることによって開口部 30 を形成することができる。例えば、フォトリソグラフィ（photoimageable）層、例えば、フォトリソグラフィ層を堆積させ、パターニングして第 1 の面 21 の或る部分のみを覆うことができ、その後、時限エッチングプロセスを行って開口部 30 を形成することができる。

30

【0049】

図 2A に示すように、開口部 30 の内面 31 は、露出した面に対し実質的に直角に第 1 の面 21 から第 2 の面 22 に下方向に垂直方向に又は実質的に垂直方向に延在することができる。特に、異方性エッチングプロセス、レーザアブレーション、機械的除去プロセス、例えばフライス加工、超音波加工、微細研磨粒子の噴流を基板 20 に向けること、反応性イオンエッチング、又はプラズマエッチングを用いて、本質的に垂直な内面を有する開口部 30 を形成することができる。

40

【0050】

代替的に、開口部 30 の内面 31 は、露出した面に対し実質的に直角となる代わりに傾斜することができる、すなわち露出した面に対し垂直な角度（直角）以外の角度で延在することができる。ウェットエッチングプロセス、例えば、中でも、等方性エッチングプロセスとテーパブレードを用いたソーイングとを用いて、傾斜した内面 31 を有する開口部 3

50

0を形成することができる。中でも、レーザアブレーション、機械的フライス加工、化学エッチング、プラズマエッチング、微細研磨粒子のジェットを基板20に向かって誘導することを用いて、傾斜した内面31を有する開口部30（又は本明細書において説明する他の任意の孔若しくは開口部）を形成することもできる。

【0051】

その後、図2Bに示すように、各貫通開口部30の内面31の上に、かつ貫通開口部30a及び30b間の第1の面及び第2の面に沿った部分23及び24を含む基板20の第1の面21及び第2の面22の部分の上に、絶縁誘電体層50を形成することができる。様々な方法を使用して、絶縁誘電体層50を形成することができる。一例では、流動性誘電体材料が、基板20の第1の面21に施され、その後、流動性材料は、「スピニング」操作中に、露出面にわたってより均一に分散され、次いで、加熱を含みうる乾燥サイクルが続く。別の例では、誘電体材料の熱可塑性フィルムを、第1の面21に施すことができ、その後、アセンブリは加熱されるか、又は真空環境で、すなわち周囲圧力未満の環境に配置されて加熱される。別の例では、蒸着を用いて、絶縁誘電体層50を形成することができる。

10

【0052】

更に別の例では、基板20を含むアセンブリを誘電体堆積浴に浸漬して、コンフォーマル誘電体コーティング又は絶縁誘電体層50を形成することができる。本明細書において用いられるとき、「コンフォーマルコーティング」は、絶縁誘電体層50が開口部30の内面31の輪郭に沿う場合等、コーティングされている面の輪郭に沿う特定の材料のコーティングである。例えば電気泳動堆積法又は電解堆積法を含む電気化学堆積法を使用して、コンフォーマル誘電体層50を形成することができる。

20

【0053】

ある例では、電気泳動堆積法を用いてコンフォーマル誘電体コーティングを形成することができ、それにより、コンフォーマル誘電体コーティングは、アセンブリの露出した導電性面及び半導性面上にのみに堆積する。堆積中、半導体デバイスウェハは所望の電位で保持され、浴を異なる望ましい電位で保持するために、浴内に電極が浸漬される。そして、限定されないが開口部30の内面31に沿って、導電性又は半導性である基板の露出面に、電着したコンフォーマル誘電体層50を形成するために十分な時間、アセンブリは、適切な条件下で浴内に保持される。電気泳動堆積は、それによってコーティングされるべき面と浴との間に十分に強力な電場が維持される限り発生する。電気泳動的に堆積したコーティングは、その堆積物のパラメータ、例えば電圧、濃度等によって決まる或る特定の厚さに達した後に堆積を停止するという点で自己限定的である。

30

【0054】

電気泳動堆積は、アセンブリの導電性及び／又は半導性外面に連続的かつ均一な厚さのコンフォーマルコーティングを形成する。加えて、電気泳動コーティングは、その誘電（非導電）特性に起因して、基板20の第1の面21の上に重なる残りのパッシベーション層の上に生じないように堆積することができる。言い換えれば、電気泳動堆積の特性は、その誘電特性が与えられると、通常は誘電体材料の層の上には電気泳動堆積が生じないし、誘電体材料の層に十分な厚さがある場合、導体の上に重なる誘電体材料の層の上にも電気泳動堆積が生じないということである。通常、電気泳動堆積は、約10マイクロメートルを超え数10マイクロメートルまでの厚さの誘電体層の上では発生しない。コンフォーマル誘電体層50を、陰極エポキシ堆積前駆体から形成することができる。代替的に、ポリウレタン又はアクリル堆積前駆体を使用することができる。以下の表1に、種々の電気泳動コーティング前駆体組成及び供給業者を列挙する。

40

【0055】

【表 1】

電気泳動コーティング名	POWERCRON 645	POWERCRON 648	CATHOGUARD 325
製造業者			
MFG	PPG	PPG	BASF
タイプ	陰極	陰極	陰極
ポリマ基材	エポキシ	エポキシ	エポキシ
住所	ペンシルバニア州ピッツバーグ	ペンシルバニア州ピッツバーグ	ミシガン州サウスフィールド
適用データ			
PB/Pf フリー	PB フリー	PB 又は Pf フリー	PB フリー
有害大気汚染物質 (HAPs)、G/L		60-84	適合
揮発性有機化合物 (VOC)、G/L (マイナス水)		60-84	<95
硬化	20 分/175°C	20 分/175°C	
フィルム特性			
色	黒	黒	黒
厚さ、μm	10-35	10-38	13-36
ペンシル硬度		2H+	4H
浴特性			
固体、%wt.	20(18-22)	20(19-21)	17.0-21.0
pH(25°C)	5.9(5.8-6.2)	5.8(5.6-5.9)	5.4-6.0
導電率(25°C)μS	1000-1500	1200-1500	1000-1700
P/B 比	0.12-0.14	0.12-0.16	0.15-0.20
動作温度、°C	30-34	34	29-35
時間、秒	120-180	60-180	120+
陽極	SS316	SS316	SS316
電圧		200-400	>100
電気泳動コーティング名	ELECTROLAC	LECTRASEAL DV494	LECTROBASE 101
製造業者			
MFG	MACDERMID	LVH COATINGS	LVH COATINGS
タイプ	陰極	陽極	陰極
ポリマ基材	ポリウレタン	ウレタン	ウレタン
住所	コネチカット州ウォータールー	英国バーミンガム	英国バーミンガム
適用データ			
PB/Pf フリー		PB フリー	PB フリー
有害大気汚染物質 (HAPs)、G/L			
揮発性有機化合物 (VOC)、G/L (マイナス水)			
硬化	20 分/149°C	20 分/175°C	20 分/175°C
フィルム特性			
色	透明(+染色)	黒	黒
厚さ、μm		10-35	10-35
ペンシル硬度	4H		
浴特性			
固体、%wt.	7.0(6.5-8.0)	10-12	9-11
pH(25°C)	5.5-5.9	7-9	4.3
導電率(25°C)μS	450-600	500-800	400-800
P/B 比			
動作温度、°C	27-32	23-28	23-28
時間、秒			60-120
陽極	SS316	316SS	316SS
電圧	40、最大		50-150

【0056】

別の例では、誘電体層を電解により形成することができる。このプロセスは、電気泳動堆積法に類似しているが、堆積した層の厚さが、それが形成される導電性又は半導性面に近接していることによって制限されない。このように、要件に基づいて選択される厚さになるように電解堆積誘電体層を形成することができ、処理時間は達成される厚さの係数で

10

20

30

40

50

ある。

【0057】

その後、図2Cに示すように、第1の導電性プレート61を、この導電性の第1のプレートの輪郭が内面31並びに第1の面21及び第2の面22の一部分の輪郭に沿うように、少なくとも開口部30内において絶縁誘電体層50の上に重ねて形成することができる。

【0058】

第1のプレート61（及び本明細書において説明する他の導電性素子のうちの任意のもの）を形成するために、例示的な方法は、基板20及び開口部30の露出面上への1次金属層のスパッタリング、めっき、又は機械的堆積のうちの1つ以上のものによって金属層を堆積させることを伴う。機械的堆積は、コーティングされる面上に加熱された金属粒子の流れを高速で向けることを含む。このステップを、例えばブランケット堆積により、第1の面21、第2の面22及び内面31に対して行うことができる。一実施形態では、主金属層は、アルミニウムを含むか又は本質的にアルミニウムからなる。別の特定の実施形態では、主金属層は、銅を含むか又は本質的に銅からなる。更に別の実施形態では、主金属層は、チタンを含むか又は本質的にチタンからなる。第1のプレート61（及び本明細書において説明する他の導電性素子のうちの任意のもの）を形成するプロセスにおいて、1つ以上の他の例示的な金属を用いることができる。特定の例では、複数の金属層を含む積層体を上述した面のうちの1つ以上の面上に形成することができる。例えば、このような積層金属層としては、例えば、チタンの層及びそれに続くチタンの上に重なる銅の層（Ti-Cu）、ニッケルの層及びそれに続くニッケル層の上に重なる銅の層（Ni-Cu）、同様に設けられるニッケル-チタン-銅の積層体（Ni-Ti-Cu）、又はニッケル-バナジウムの積層体（Ni-V）を挙げることができる。

【0059】

その後、図2Dに示すように、第1のコンデンサ誘電体層81を第1の導電性プレート61の上に重ねて形成することができる。第1のコンデンサ誘電体層81は、絶縁誘電体層50（図2B）に関して上述した方法と同様の方法で形成することができる。その後、図2Eに示すように、第1のコンデンサ誘電体層81の上に重なる第3の導電性プレート71を形成することができる。第3の導電性プレート71は、第1の導電性プレート61（図2C）に関して上述した方法と同様の方法で形成することができる。

【0060】

その後、図2F示すように、第2のコンデンサ誘電体層82を第3の導電性プレート71の上に重ねて形成することができ、第2の導電性プレート62を第2のコンデンサ誘電体層の上に重ねて形成することができ、第3のコンデンサ誘電体層83を第2の導電性プレートの上に重ねて形成することができ、第4の導電性プレート72を第3のコンデンサ誘電体層の上に重ねて形成することができる。第2のコンデンサ誘電体層82及び第3のコンデンサ誘電体層83は、絶縁誘電体層50（図2B）に関して上述した方法と同様の方法で形成することができる。第2の導電性プレート62及び第4の導電性プレート72は、第1の導電性プレート61（図2C）に関して上述した方法と同様の方法で形成することができる。

【0061】

したがって、図2Gに示すように、誘電体領域90は各貫通開口部30の内側に形成することができる。誘電体領域90は、無機材料、ポリマ材料、又は両方を含む。その後、図12Aに示すように、一対の第1のプレート60及び一対の第2のプレート70と、誘電体層50及び80と、誘電体領域90とを、基板20の第1の面21及び第2の面22とともに平坦化することができる。例えば、第1の面21及び第2の面22の研削、ラッピング、若しくは研磨、又はそれらの組み合わせを用いてコンポーネント10を平坦化することができる。

【0062】

その後、図2Hに示すように、一対の第1のプレート及び一対の第2のプレートからそ

10

20

30

40

50

れぞれの第２の面及び第１の面に隣接する材料の一部分を除去することによって、一対の第１のプレート６０の遠位縁６９及び一対の第２のプレート７０の遠位縁７９を、基板２０のそれぞれの第２の面２２及び第１の面２１によって規定される平面の下方に部分的に陥凹させることができ、それによって、遠位縁６９及び７９とそれぞれの第２の面及び第１の面との間に延在する複数の凹部９４を形成する。対象部分の材料は、例えば、第１のプレート６０及び第２のプレート７０を選択的にエッチングすることによって除去することができる。対象部分の材料は、代替的に、基板２０（図２Ａ）からの材料の除去に関して上述した方法と同様の方法を用いて除去することができる。

【００６３】

第２の電極７３が後に第２の面（図１Ａ）に形成されているときに、第１の一対のプレートがこの第２の電極７３と接触しないように、一対の第１のプレート６０の遠位縁６９を第２の面２２の下方に陥凹させることができ、第１の電極６３が後に第１の面（図１Ａ）に形成されているときに、一対の第２のプレートがこの第１の電極６３と接触しないように、一対の第２のプレート７０の遠位縁７９を第１の面２１の下方に陥凹させることができる。

10

【００６４】

その後、図２Ｉに示すように、誘電体部分９３をそれぞれの凹部９４内にそれぞれ形成することができ、これらの誘電体部分を、基板２０の第１の面２１及び第２の面２２とともに平坦化することができる。例えば、第１の面２１及び第２の面２２の研削、ラッピング、若しくは研磨、又はそれらの組み合わせを用いて誘電体部分９３を平坦化することができる。代替的に、自己平坦化誘電体材料を用いて誘電体部分９３を形成することができる。

20

【００６５】

その後、図２Ｊに示すように、絶縁誘電体層５０の、図２Ｇに示すステップ中に除去されている場合がある部分を、貫通開口部３０ａと３０ｂとの間にある第１の面に沿った部分２３及び第２の面に沿った部分２４を含む、基板２０の第１の面２１の一部分及び第２の面２２の一部分の上に再形成することができる。絶縁誘電体層５０のこれらの部分は、例えば、図２Ｂに関して上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。

【００６６】

その後、図１Ａを再び参照すると、第１の電極６３及び第２の電極７３を、基板２０のそれぞれの第１の面２１及び第２の面２２に形成することができる。第１の電極６３は、当該第１の電極が一対の第１のプレート６０に接続されるが、複数の誘電体部分９３ｂによって一対の第２のプレート７０の遠位端７９から離間するように、第１の面２１に形成することができる。第２の電極７３は、当該第２の電極が一対の第２のプレート７０に接続されるが、複数の誘電体部分９３ａによって一対の第１のプレート６０の遠位端６９から離間するように、第２の面２２において形成することができる。第１の電極６３及び第２の電極７３のそれぞれは、それらの電極が、貫通開口部３０ａと３０ｂとの間にある基板２０の部分２３及び２４の上に少なくとも部分的に重なるように、形成することができる。第１の電極６３及び第２の電極７３は、例えば、図２Ｃに関して上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。

30

40

【００６７】

図３を参照すると、本発明の一実施形態によるコンポーネント３１０は、基板３２０と、この基板と接触して形成されているコンデンサ３４０とを備える。基板３２０は、平坦な第１の面３２１と、この第１の面の反対側の平坦な第２の面３２２との間に基板を貫通して延在する貫通開口部３３０を有する。コンデンサ３４０は、開口部３３０の基板境界面３３１（すなわち内面）と第１の面３２１の一部分及び第２の面３２２の一部分との上に重なる絶縁誘電体層３５０と、第１の導電性素子及び第２の導電性素子又は第１の金属素子３６０及び第２の金属素子３２０（すなわち第１の金属素子及び第２の金属素子）と、これらの第１の導電性素子と第２の導電性素子とを分離する、波形の形状を有するコンデンサ誘電体層３８０とを備える。

50

【0068】

基板320、貫通開口部330、この貫通開口部の基板境界面331（すなわち内面）、及び絶縁誘電体層350は、図1A～図2Jを参照して上記に開示したコンポーネント10の対応する要素と同様である。

【0069】

第1の導電性素子360は、開口部330内において絶縁誘電体層350の上に重なる第1の複数の垂直に延在するプレート361を備える。基板320の第1の面321において、第1の複数のプレート361は、第1の面に露出している単一の第1の電極363に接続することができ、この第1の電極は、第1の電位と接続可能である。第1のプレート361のそれぞれは、第1の面321に沿った方向に少なくとも5マイクロメートルの幅を有することができる。第1の電極363は、任意選択的に、第1の面に露出している複数の電極とすることができ、そのため、第1の導電性素子360の、これらの複数の電極間に延在する部分は、コンデンサ340の外部の別の要素との相互接続用に露出している箇所を除いて、上に重なる誘電体層によって覆うことができる。

10

【0070】

第2の導電性素子370は、第2の複数の垂直に延在するプレート371を備え、各第2のプレートは、第1のプレート361の隣接するプレート間に延在する。基板320の第2の面322において、第2の複数のプレート371は、第2の面において露出している単一の第2の電極373に接続することができ、この第2の電極は、第2の電位と接続可能である。第2のプレート371のそれぞれは、第1の面321に沿った方向に少なくとも5マイクロメートルの幅を有することができる。第2の電極373は、任意選択的に、第2の面に露出している複数の電極とすることができ、そのため、第2の導電性素子370の、これらの複数の電極間に延在する部分は、コンデンサ340の外部の別の要素との相互接続用に露出している箇所を除いて、上に重なる誘電体層によって覆うことができる。特定の実施形態では、第1の電極363及び第2の電極373のうちの1つ以上のものを、間に延在する導電性トレースによってそれぞれの第1の導電性素子360及び第2の導電性素子370に電氣的に接続することができる。

20

【0071】

コンデンサ誘電体層380は、第1の導電性素子360と第2の導電性素子370とを互いから分離して絶縁することができる。コンデンサ誘電体層380は、少なくとも開口部330内において波形の形状を有することができる。「波形の」形状を有するコンデンサ誘電体層は、本明細書において用いられるとき、誘電体層が波形形状を有することを意味し、そのため、波形の方向（例えば、図3における「X」方向）に対して平行な仮想線301は、誘電体層と少なくとも3回交差する。特定の実施形態では、コンデンサ誘電体層380の波形の第1の面336及び波形の第2の面338（及び本明細書において説明する他の波形の誘電体層）はそれぞれ、第1の面331と第2の面332との間の開口部330の高さHの少なくとも3倍の、それぞれの面に沿った長さを有する。

30

【0072】

特定の例では、第1の複数のプレート361及び第2の複数のプレート371は、互いに実質的に平行に延在する平面形状、円形若しくは楕円形の断面形状を有する開口部330内に延在する円環形状、互いに実質的に平行に延在するポスト若しくは指形状、又は複数のポスト形状の開口部を含むメッシュ形状を有することができる。そのような例は、図5B、図5C、及び図5Dを参照して以下でより詳細に説明される。

40

【0073】

次に、図4A～図4Gを参照して、コンポーネント310（図3）を製造する方法を説明する。図4Aに示すように、材料を基板320の第1の面321から除去して、この第1の面から第2の面322に向かって延在する複数の第1の開口部334を形成することができる。これらの第1の開口部は、波形の内面335及び基板境界面331を画定する。基板境界面331には、後に貫通開口部330（図3）の境界を形成することになる第1の開口部334内に露出面である部分が画定される。第1の開口部334は、図2Aに

50

関して上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。

【0074】

その後、図4Bに示すように、絶縁誘電体層350及びコンデンサ誘電体層380を形成することができる。絶縁誘電体層350は、基板境界面331と第1の面321の或る部分との上に重ねて形成することができ、コンデンサ誘電体層380は、波形の内面335の上に重ねて形成することができる。コンデンサ誘電体層380は、内面335から離れる方を向いた波形の第1の面336を有する。誘電体層350及び380は、図2Bに関して上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。特定の実施形態では、誘電体層350及び380は、例えば、単一の形成プロセス中に同じ誘電体材料から作製することができる。別の実施形態では、誘電体層350及び380は、例えば、別々の形成プロセス中に異なる誘電体材料から作製することができる。

10

【0075】

その後、図4Cに示すように、波形の第1の面336の上に重なりかつ第1の開口部334のそれぞれの中に延在する第1の導電性素子360を形成することができる。第1の導電性素子360は、第1の複数の垂直に延在するプレート361と第1の電極363とを備えることができ、この第1の電極は、第1の面321に露出している。第1の導電性素子360は、図2Cに関して上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。

【0076】

特定の実施形態では、第1の導電性素子360を形成する前に、第1の導電性素子を堆積することが望ましい、複数の第1の開口部334の第1のサブセットの上に重なる基板320の第1の面321にマスク層（図示せず）を施すことができる。例えば、マスク層は写真画像形成（photoimageable）層、例えばフォトレジスト層とすることができ、第1の面321の一部分のみを覆うように堆積及びパターンニングすることができる。そのような実施形態では、複数の第1の開口部334の第2のサブセットに、エポキシ又は別のポリマ等の誘電体材料を充填することができる。一実施形態では、誘電体材料はコンプライアントにすることができる。複数の第1の開口部334の第2のサブセットが誘電体材料で充填された後、マスク層を除去することができ、複数の第1の開口部の第1のサブセット内に第1の導電性素子360を堆積することができる。ある例では、複数の第1の開口部334の第2のサブセットの幾つかの開口部に、第1の面321の付近で誘電体材料塊を部分的に充填することができ、それによって、空気により充填することができるボイドが複数の第1の開口部の第2のサブセットの各開口部の部分内に留まる。金属を含まない複数の第1の開口部334のそのような第2のサブセットは、コンデンサ340の有効C T Eを低減することができ、それによって例えばそのようなコンデンサが受けるポンピング量を低減することができる。

20

30

【0077】

その後、図4Dに示すように、第1の面321と第2の面322との間の基板320の厚さを削減することができ、それによって、第1の複数のプレート361の遠位縁369を露出させる。第2の面322の研削、ラッピング、若しくは研磨、又はそれらの組み合わせを用いて、基板320の厚さを削減することができる。このステップの間、一例として、基板320の初期の厚さT1（図4Cに示す）を約700 μm であるその厚さから約130 μm 以下の厚さT2（図4Dに示す）に削減することができる。

40

【0078】

その後、複数の第2の開口部337（図4F）を形成することが所望されている場合には、図4Eに示すように、第2の面の一部分を除いて、絶縁誘電体層350の追加部分351を第2の面322の上に重ねて形成することができる。絶縁誘電体層350の追加部分351は、図2Bに関して上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。

【0079】

その後、図4Fに示すように、材料を基板320の第2の面322から除去して、コンデンサ誘電体層380の波形の第2の面338を露出させることができ、それによって、

50

この第2の面から第1の面321に向かって延在する複数の第2の開口部337を形成する。第2の開口部337は、図2Aに関して上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。

【0080】

その後、図4Gに示すように、コンデンサ誘電体層380の追加部分381を、第1の複数のプレート361の遠位縁369の上に重ねて形成することができる。誘電体層380のこれらの追加部分は、図2Bに関して上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。

【0081】

その後、図3を再び参照すると、コンデンサ誘電体層380の第2の面338の上に重なりかつ第2の開口部337のそれぞれの中に延在する第2の導電性素子370を形成することができる。第2の導電性素子370は、第2の複数の垂直に延在するプレート371と第2の電極373とを備えることができ、この第2の電極は第2の面322に露出している。第2の導電性素子370は、図2Cに関して上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。

【0082】

特定の実施形態では、第2の導電性素子370を形成する前に、第2の導電性素子を堆積することが望ましい、複数の第2の開口部337の第1のサブセットの上に重なる基板320の第2の面322にマスク層（図示せず）を施すことができる。そのような実施形態では、複数の第2の開口部337の第2のサブセットに、エポキシ又は別のポリマ等の誘電体材料を充填することができる。一実施形態では、誘電体材料はコンプライアントにすることができる。複数の第2の開口部337の第2のサブセットが誘電体材料で充填された後、マスク層を除去することができ、複数の第2の開口部の第1のサブセット内に第2の導電性素子370を堆積することができる。ある例では、複数の第2の開口部337の第2のサブセットの幾つかの開口部に、第2の面322の付近で誘電体材料塊を部分的に充填することができ、それによって、空気を充填することができるボイドが複数の第2の開口部の第2のサブセットの各開口部の部分内に留まる。金属を含まない複数の第2の開口部337のそのような第2のサブセットは、コンデンサ340の有効C T Eを低減することができる、それによって例えばそのようなコンデンサが受けるポンピング量を低減することができる。

【0083】

図5Aは、代替の構成を有する、図3のコンポーネントの一変形形態を示している。コンポーネント510は、当該コンポーネント510が、第1の複数の垂直に延在する部分561を有する第1の導電性素子又は金属素子560を備えることを除いて、上述したコンポーネント310と同様である。これらの第1の複数の部分のそれぞれは、第2の面522の下方に陥凹する丸い遠位縁569を有する。第2の導電性素子又は金属素子570は垂直に延在する部分571を有する。

【0084】

貫通開口部530は、例えば、（例えば図1B）円形、楕円形（例えば図5C）、正方形、長方形（例えば図1B、図5B及び図5D）、又は他の形状を含む任意の上面視形状を有することができる。幾つかの例では、貫通開口部530は、例えば、中でも、円筒、立方体、角柱、又は円錐台形状を含む任意の3次元形状を有することができる。

【0085】

第1の導電性素子560及び第2の導電性素子570は、例えば図5B、図5C及び図5Dに示すように、様々な可能な断面形状を有することができる。特定の実施形態では、図5Bに示すように、第1の導電性素子560及び第2の導電性素子570はそれぞれの第1の複数の部分561及び第2の複数の部分571を有し、これらの部分は、互いに実質的に平行に、かつ正方形又は長方形の断面形状を有する開口部530の基板境界面531に対し実質的に平行に延在する平面形状を有する。一実施形態では、図5Cに示す例のように、第1の複数の部分561及び第2の複数の部分571は、円形又は楕円形の断

10

20

30

40

50

面形状を有する開口部 530 内に延在する円環形状を有することができる。

【0086】

代替的に、図 5D に示す例示的な実施形態では、第 2 の導電性素子 570 の垂直に延在する部分は、 $m \times n$ のアレイに配列された複数のポスト又は指部 571 とすることができる。 m 及び n はそれぞれ 1 よりも大きい。ある例では、ポスト 571 は $m \times n$ のアレイ内の全ての位置を埋める。通常、 m 及び n はともに大きく、それぞれ 10 よりも大きくすることができるか、又は場合によっては更に 100 よりも大きくすることができる。別の例では、ポスト 571 は $m \times n$ のアレイ内の第 1 の複数の位置を埋めるように配列することができ、 $m \times n$ のアレイ内の第 2 の複数の位置は絶縁誘電体材料によって占有することができる。各ポスト 571 は、基板 520 の第 1 の面 521 に実質的に直交する垂直方向 V1 (図 5A) において貫通開口部 530 内へ延在することができる。ある例では、各ポスト 571 が 1 つ以上の隣接するポストに対し平行となることができる。本明細書において用いられるとき、「平行」とは、「平行」構造の縁が完全に平行でない場合であっても、構造の中心を通して延在する軸が許容公差内で平行又は実質的に平行であることを指す。一実施形態では、各ポスト 571 は垂直方向 V1 において、基板 520 の第 1 の面 521 の上にも第 2 の面 522 の下にも延在しない。

10

【0087】

また図 5D に示すように、第 1 の導電性素子 560 はメッシュ形状を有することができ、それによって第 1 の導電性素子の垂直に延在する部分 561 は第 2 の導電性素子のポスト 571 の個々のポストを取り囲むことができる。特定の実施形態では、各ポスト 571 は第 1 の導電性素子 560 によって完全に取り囲むことができ、それによって各ポスト 571 は、第 1 の導電性素子 560 内に垂直に延在する複数の開口部 562 のうちの対応する開口部の内部に延在する。

20

【0088】

図 5E は、代替的な構成を有する図 5A のコンポーネントの一変形を示す。コンポーネント 510' は上述したコンポーネント 510 に類似しているが、第 2 の導電性素子又は金属素子 570' が、コンデンサ誘電体層 580 の面の輪郭に沿った面を有する金属層であり、コンポーネント 510' が誘電体領域 590 を含む点が異なる。この誘電体領域 590 は、第 2 の金属素子の上に重なり、第 1 の導電性素子 560 内に延在する開口部 562 の、第 2 の金属素子によって占有されていない部分を充填する。

30

【0089】

誘電体領域 590 は、第 2 の導電性素子 570' の第 1 の実質的に垂直に延在する部分 574a を、第 1 の部分に対し実質的に平行な第 2 の導電性素子 570' の隣接する第 2 の実質的に垂直に延在する部分 574b から分離する。基板 520 の第 2 の面 522 において、第 2 の導電性素子 570' は、第 2 の面において露出した電極 573a 及び 573b に接続することができ、第 1 の電極及び第 2 の電極は電位と接続可能である。

【0090】

図 5E に示すコンポーネント 510' の第 1 の金属素子 560 及び第 2 の金属素子 570' は、図 5B、図 5C 及び図 5D に示す第 1 の金属素子及び第 2 の金属素子と同様の幾何学的構成を有することができる。ここで、第 2 の金属素子 570' の第 1 の実質的に垂直に延在する部分 574a 及び第 2 の実質的に垂直に延在する部分 574b は、平面の形状 (図 5B と同様)、実質的に円環形の形状 (図 5C と同様) を有することができるか、又は隣接する部分 574a 及び 574b が合わせて、メッシュ形状の第 1 の導電性素子 560 内に延在する開口部 562 内へ延在する、垂直に延在するポスト形状 (図 5D と同様) を形成することができる。

40

【0091】

特定の実施形態では、第 1 の金属素子 560 はメッシュ形状の第 2 の導電性素子 570' 内の開口部内へ延在する、垂直に延在するポスト 561 (図 5D におけるポスト 571 と同様) を有することができる。図 5E に示す実施形態の一変形形態において、上述したような構成の代わりに、第 2 の金属素子 570' の垂直に延在する部分は、これらの垂直

50

に延在する部分が中空のポストとなるように、メッシュ形状の第1の金属素子560内の開口部内に延在することができる。

【0092】

図5Fは、代替の構成を有する、図5Eのコンポーネントの一変形形態を示している。コンポーネント510'は、当該コンポーネント510'が、コンデンサ誘電体層580の面の輪郭に沿う面を有する第1の導電性素子560'及び第2の導電性素子及び570'（すなわち第1の金属素子及び第2の金属素子）を備えることを除いて、上述したコンポーネント510と同様であり、それによって、誘電体領域590a及び590b（合わせて誘電体領域590）が、開口部530の、第1の導電性素子及び第2の導電性素子並びにコンデンサ誘電体層によって占有されていない部分を占める。

10

【0093】

第1の導電性素子560'は、コンデンサ誘電体層580の波形の第1の面536の上に重なりかつこの面の輪郭に沿う第1の面561'を有する。第1の誘電体領域590aは、開口部530の、第1の導電性素子及び第2の導電性素子並びにコンデンサ誘電体層580によって占有されていない部分を占め、それによって、第1の誘電体領域は、第1の導電性素子560'の第1の部分564aを、この第1の部分に対して実質的に平行な、第1の導電性素子の隣接する第2の部分546bから分離している。基板520の第1の面521において、第1の導電性素子560'は、第1の面に露出している第1の電極563a及び第2の電極563bに接続することができ、この第1の電極は第1の電位と接続可能である。

20

【0094】

第2の導電性素子570'は、コンデンサ誘電体層580'の波形の第2の面538の上に重なりかつこの面の輪郭に沿う第2の面571'を有する。第2の誘電体領域590bは、開口部530の、第1の導電性素子及び第2の導電性素子並びにコンデンサ誘電体層によって占有されていない部分を占め、それによって、第2の誘電体領域は、第2の導電性素子570'の第1の部分574aを、この第1の部分に対して実質的に平行な、第2の導電性素子の隣接する第2の部分574bから分離している。基板520の第2の面522において、第2の導電性素子570'は、第2の面に露出している第3の電極573a及び第4の電極573b'に接続することができ、この第3の電極及び第4の電極は第2の電位と接続可能である。

30

【0095】

特定の例では、図5Fに示すコンポーネント510'の第1の金属素子560'及び第2の金属素子570'は、図5B又は図5Cに示す第1の金属素子及び第2の金属素子と同様の幾何学的構成を有することができる。ここで、第1の金属素子560'の実質的に垂直に延在する部分564a及び564b並びに第2の金属素子570'の実質的に垂直に延在する部分574a及び574bは、実質的に平面の形状（図5Bと同様）又は実質的に円環形の形状（図5Cと同様）を有することができる。

【0096】

代替的に、隣接する部分574a及び574bは、メッシュ形状の第1の金属素子560'内に延在する下方向に面した開口部内へ延在する、上述した中空のポスト部分570'（図5E）と同様の実質的に垂直に延在する中空のポスト形状の一部とすることができる。

40

【0097】

次に、図6A～図6Dを参照して、コンポーネント510（図5A）を製造する方法を説明する。コンポーネント510を製造する方法は、図4A～図4Cに示すコンポーネント310を参照して上述したステップから開始することができる。その後、図6Aに示すように、第1の面521と第2の面522との間の基板520の厚みを低減することができる。しかしながら、第1の複数の部分561の遠位縁569は露出されない。これによって、第1の複数のプレートの遠位縁と第2の面522との間に基板の一部分524が留まる。第2の面522の研削、ラッピング、若しくは研磨、又はそれらの組み合わせを用

50

いて基板 520 の厚さを削減することができる。このステップの間、一例として、基板 520 の初期厚さ T1 (図 4C に示す) を約 700 μm であるその厚さから約 130 μm 以下の厚さ T3 (図 6A に示す) に削減することができる。

【0098】

その後、第 2 の面の残りの部分を温存することが所望されている場合には、図 6B に示すように、マスク層 526 を、基板 520 の第 2 の面 522 に付着させることができる。例えば、マスク層 526 は、写真画像形成層、例えばフォトリソ層とすることができ、第 2 の面 522 の一部分のみを覆うように堆積及びパターニングすることができる。

【0099】

その後、図 6C に示すように、材料を基板 520 の第 2 の面 522 から除去して、コン
デンサ誘電体層 580 の波形の第 2 の面 538 を露出することができ、それによって、こ
の第 2 の面から第 1 の面 521 に向かって延在する複数の第 2 の開口部 537 を形成する
。第 2 の開口部 537 は、図 2A に関して上述した方法と同様の方法を用いて形成する
ことができる。

10

【0100】

その後、図 6D に示すように、マスク層 526 を除去することができ、絶縁誘電体層 5
50 の追加部分 551 を、第 2 の面 522 と基板境界面 531 の露出部分 531 との上に
重ねて形成することができる。絶縁誘電体層 550 の追加部分 551 は、図 2B に関して
上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。

【0101】

20

その後、再び図 5A を参照すると、コンデンサ誘電体層 580 の第 2 の面 538 上に重
なりかつ第 2 の開口部 537 のそれぞれの中へ延在する第 2 の導電性素子 570 を形成す
ることができる。第 2 の導電性素子 570 は第 2 の複数の垂直に延在する部分 571 と第
2 の電極 573 とを含むことができ、第 2 の電極は第 2 の面 522 に露出している。図 2
C に関して上述した方法と同様の方法を用いて第 2 の導電性素子 570 を形成するこ
とができる。

【0102】

コンポーネント 510' (図 5E) 又は 510'' (図 5F) を製造するために、図 6
A~図 6D を参照して説明したのと同じ方法を用いることができるが、この方法は、第 1
の導電性素子及び第 2 の導電性素子のうちの 1 つ以上のものを、コンデンサ誘電体層 58
0 の面の上に重なるように堆積されたコンフォーマル金属層とすることができる点が異な
る。コンフォーマル金属層は、図 2C に関して上述した方法と同様の方法を用いて形成す
ることができる。また、1 つ以上の誘電体領域 590 を、第 1 の導電性素子及び第 2 の導
電性素子並びにコンデンサ誘電体層 580 によって占有されていない開口部 530 の部分
内に堆積することができる。そのような誘電体領域 590 は、図 2B に関して上述した方
法と同様の方法を用いて形成することができる。

30

【0103】

図 7A は、図 3 のコンポーネントの別の変形形態を示す。コンポーネント 710 は上述
したコンポーネント 310 と同様であるが、コンポーネント 710 は、シリコン基板 72
0 と、 $m \times n$ のアレイに配列された複数の垂直に延在するポスト 761 を有する第 1 の導
電性素子又は金属素子 760 と、複数のポストのうちの隣接するポスト間に一部分が配置
された第 2 の導電性素子又は金属素子 770 とを含む点異なる。第 2 の導電性素子 77
0 は、ポストが第 2 の導電性素子によって画定される開口部内に延在するようにポスト 7
61 の個々のポストを取り囲むことができる。

40

【0104】

基板 720 は、平面の第 1 の面 721 と第 1 の面の反対側の平面の第 2 の面 722 との
間の基板を通して延在する貫通開口部 730 を有することができる。コンデンサ 740 は
、それぞれ第 1 の面 721 及び第 2 の面 722 に露出し、貫通開口部 730 内へ延在する
第 1 の導電性素子及び第 2 の導電性素子又は金属素子 760 及び 770 (又は第 1 の金属
素子及び第 2 の金属素子) と、少なくとも貫通開口部内で第 1 の導電性素子及び第 2 の導

50

電性素子を互いから分離するコンデンサ誘電体層 780 とを含みうる。

【0105】

第1の導電性素子 760 は、 $m \times n$ のアレイに配列された複数のポスト 761 を含むことができ、 m 及び n のそれぞれは 1 よりも大きい。ある例では、ポスト 761 は $m \times n$ のアレイ内の第1の複数の位置を埋めるように配列することができ、 $m \times n$ のアレイ内の第2の複数の位置は、図 7B に示すような絶縁誘電体材料 764 によって占有することができる。図 7B にも示す特定の例では、 $m \times n$ のアレイ内の第2の複数の位置は、貫通開口部 730 の高さ $H2$ の少なくとも 50% 延在する連続ボイド 765 を含むことができ、ボイドと金属素子 760 との間に絶縁誘電体材料 766 を配置することができる。図 7B に示す更なる例では、 $m \times n$ のアレイ内の第2の複数の位置のそれぞれが、貫通開口部 730 内のそれぞれの位置に対応する第2の導電性素子 770 内の開口部 771 の内部体積の少なくとも 50% を計上するボイド 767 を含むことができ、これらのボイドは誘電体材料 768 のうちの幾らか又は全ての全体にわたって点在させることができる。

10

【0106】

$m \times n$ のアレイ内の第2の複数の位置を占有するための上述した変形形態が、図 7A に示した金属素子 760 の下方向に延在するポスト 761 の代わりに図 7B に示される。第2の導電性素子 770 内の開口部 771 が図 7B に示されるが、 $m \times n$ のアレイ内の第2の複数の位置を占有するための変形形態をより見やすくするために、図 7A と比較して高さ と 幅 と の比 が 低 減 され ている。

【0107】

20

図 7C に示すような特定の実施形態では、複数のポスト 761 は、コンポーネント 710 の領域 C 内の $m \times n$ のアレイ、及びコンポーネントの領域 D 内の $m' \times n'$ のアレイを含む 2 つ以上のアレイに配列することができ、ここで、 m は m' と同じであっても異なってもよく、 n は n' と同じであっても異なってもよい。 m が m' と同じであり、 n が n' と同じである例では、 $m \times n$ のアレイは、基板 720 の第1の面 721 に対し実質的に平行な水平方向 $H1$ において $n' \times m'$ のアレイからオフセットすることができる。

【0108】

各ポスト 761 は、基板 720 の第1の面 721 に実質的に直交する垂直方向 $V1$ において貫通開口部 730 内へ延在することができる。ある例では、各ポストは、少なくとも 1 つの隣接するポストの対応する実質的に垂直な部分に対し実質的に平行な、実質的に垂直な部分 762 を含みうる。特定の実施形態では、複数のポスト 761 のそれぞれが、5 マイクロメートル以下の水平方向 $H1$ における幅 W を有することができる。ポスト 761 のそれぞれが垂直方向における長さ L を有することができる。一実施形態では、各ポスト 761 の長さ L と幅 W との比は少なくとも 10 とすることができる。特定の例では、各ポスト 761 の長さは少なくとも 150 マイクロメートルとすることができる。別の例では、複数のポスト 761 は 10 マイクロメートル以下の水平面内のピッチを画定することができる。一実施形態では、各ポスト 761 は垂直方向 $V1$ において、基板 720 の第1の面 721 の上にも第2の面 722 の下にも延在しない。

30

【0109】

40

基板 720 の第1の面 721 において、第1の導電性素子 760 は第1の面に露出した単一の第1の電極 763 に接続することができ、第1の電極は第1の電位に接続可能である。第1の電極 763 は、任意選択的に第1の面に露出した複数の電極とすることができ、コンデンサ 740 の外側の別の素子と相互接続するために露出される場所を除いて、複数の電極間に延在する第1の電極の一部分を、上に重なる絶縁誘電体層によって覆うことができるようにされる。

【0110】

第2の導電性素子 770 は、複数のポスト 761 のうちの隣接するポスト間に配置された部分を有する。図 7C に示すような例では、第2の導電性素子 770 はメッシュ形状を有することができ、それによって第2の導電性素子はポスト 761 の個々のポストを取り

50

囲むことができる。特定の実施形態では、各ポスト761の実質的に垂直な部分762は第2の導電性素子770によって完全に取り囲むことができる。各ポスト761は第2の導電性素子770内に垂直に延在する複数の開口部771のうちの対応する開口部内に延在することができる。ポスト761と同様に、開口部771は $m \times n$ のアレイに配列することができる、 m 及び n のそれぞれが1よりも大きい。図7Cに示すような特定の実施形態では、開口部771は、コンポーネント710の領域C内の $m \times n$ のアレイ、及びコンポーネントの領域D内の $m' \times n'$ のアレイを含む2つ以上のアレイに配列することができる、ここで、 m は m' と同じであっても異なってもよく、 n は n' と同じであっても異なってもよい。

【0111】

10

基板720の第2の面722において、第2の導電性素子770は第2の面に露出した単一の第2の電極773に接続することができる、第2の電極は第2の電位に接続可能である。第2の電極773は、任意選択的に第2の面に露出した複数の電極とすることができ、コンデンサ740の外側の別の素子と相互接続するために露出される場所を除いて、複数の電極間に延在する第2の電極の一部分を、上に重なる絶縁誘電体層によって覆うことができるようにされる。特定の実施形態では、第1の電極763及び第2の電極773のうちの1つ以上のものを、第1の導電性素子760及び第2の導電性素子770間に延在する導電性トレースによってそれぞれの第1の導電性素子760及び第2の導電性素子770に電気的に接続することができる。

【0112】

20

コンデンサ誘電体層780は、第1の導電性素子760及び第2の導電性素子770を、少なくとも貫通開口部730内で互いから分離して絶縁することができる。ある例では、コンデンサ誘電体層780は複数のポスト761の面に沿って延在することができる。コンデンサ誘電体層780は、少なくとも開口部730内で波状の形状を有するとみなすことができる。特定の実施形態では、コンデンサ誘電体層780の波状の第1の面736及び波状の第2の面738はそれぞれ、それぞれの面に沿って、第1の面721及び第2の面722間の開口部730の高さ H_2 の少なくとも3倍の長さを有することができる。

【0113】

第1の導電性素子760は上記で固体の金属ポスト761を有するものとして図示して説明され、第2の導電性素子770は上記で固体の金属メッシュ形状を有するものとして図示して説明されてきたが、特定の実施形態では、第1の導電性素子760及び第2の導電性素子770のうちの一方又は両方を、図5Fを参照して上述した第1の導電性素子561'及び第2の導電性素子570'等のコンフォーマル金属層とすることができ、ある例では、第1の導電性素子760及び第2の導電性素子770のうちの一方又は両方を、例えば原子層堆積(ALD)を用いてコンデンサ誘電体層780上に堆積して形成することができる非常に薄いコンフォーマル金属層とすることができ、

30

【0114】

次に、図8A～図8Fを参照して、コンポーネント710(図7)を製造する方法を説明する。図8Aに示すように、材料を基板720の第1の面721から除去して、第1の面から第2の面722に向かって延在する複数の第1の開口部734を形成することができる。特定の例では、第1の開口部734は $m \times n$ のアレイに配列することができ、 m 及び n のそれぞれは1よりも大きく、各第1の開口部は垂直方向 V_1 において延在し、複数の第1の開口部は内面735を画定する。特定の実施形態では、内面735は波状の形状を有するとみなすことができる。一実施形態では、図2Aに関して上述した方法と同様の方法を用いて第1の開口部734を形成することができる。

40

【0115】

ある例では、第1の開口部734のそれぞれが、水平方向 H_1 において5マイクロメートル以下の幅 W' を有することができる。各第1の開口部734は垂直方向において長さ L' を有することができる。一実施形態では、各第1の開口部734の長さ L' と幅 W との比は、少なくとも10とすることができる。特定の例では、各第1の開口部734の長

50

さ L' は、少なくとも150マイクロメートルとすることができる。別の例では、第1の開口部734は、水平方向H1において10マイクロメートル以下のピッチを画定することができる。

【0116】

特定の実施形態では、第1の開口部734は異方性エッチングによって形成された複数の細孔とすることができ、それによって、基板720の第1の面721から延在する多孔質シリコンの領域Rが生成される。そのような異方性エッチングプロセスでは、多孔質シリコンの領域Rは、フッ化水素酸溶液内にシリコン基板720を電気化学溶解することによって形成することができる。多孔質にされるシリコン基板720の第1の面721は、第1の電極と接触しているフッ化水素酸と接触するように配置することができる一方、第2の面722は陽極酸化回路を形成するように第2の電極に接触させることができる。

10

【0117】

高い陽極電流において、シリコン基板720の第1の面721は電解研磨を受けることができる。電流が低いとき、面721の形態は、シリコン基板のバルクに深く貫入する第1の開口部又は細孔734の密なアレイによって大半を占められるようになることができる。最初に、細孔734はランダムに分散したアレイに形成され始める。代替的に、アレイ内の細孔734のロケーション及びサイズは、例えば多孔質シリコンエッチングプロセスを実行する前にパターニングされる、第1の面721の上に重なるフォトレジストマスク又はハードマスク内の開口部のロケーションによって決まることができる。隣接する細孔734が成長すると、それらの空乏ゾーンが重なり、これによって水平方向H1における側方エッチングを止めることができる。エッチングは、垂直方向V1にのみ進むことができ、このため等方性から異方性へとシフトする。最終的に、細孔の内面735に沿ってエッチストップとしての役割を果たす空乏ゾーンに起因して細孔734は直径を更に増大させることができなくなるので、このプロセスは自動調整式とすることができる。これによって、エッチングは強制的に細孔の底部においてのみ生じることとなる。

20

【0118】

そのような異方性エッチングプロセスの後、第1の開口部734を $m \times n$ のアレイに配列することができ、 m 及び n のそれぞれは1よりも大きい。特定の実施形態では、図7Cに示すポスト761及び開口部771の構成と同様に、開口部734は、コンポーネント710の第1の領域内の $m \times n$ のアレイ、及びコンポーネントの第2の領域内の $m' \times n'$ のアレイを含む2つ以上のアレイに配列することができ、ここで、 m は m' と同じであっても異なっていてよく、 n は n' と同じであっても異なっていてよい。

30

【0119】

その後、図8Bに示すように、第1の開口部734の内面735及び第1の面721の一部分の上に重なるコンデンサ誘電体層780を形成することができる。特定の実施形態では（図示せず）、第1の面721の一部分の上に重なり、かつ後に貫通開口部730（図A）の境界面731の部分形成することになる第1の開口部734のサブセット内に延在する絶縁誘電体層を形成することができる。ある例では、そのような絶縁誘電体層は、第1の面721と第2の面722との間の貫通開口部内に延在することができる。例示的な実施形態では、そのような絶縁誘電体材料は第1の導電性素子760及び第2の導電性素子770を、少なくとも貫通開口部730内の基板720の材料から分離して絶縁することができる。一実施形態では、そのような絶縁誘電体材料はポスト761のうちの少なくとも1つによって貫通開口部730の境界面731から分離されることができる。

40

【0120】

特定の実施形態では、コンデンサ誘電体層780の第1の面736及び第2の面738は波状の形状を有するとみなすことができる。ある例では、コンデンサ誘電体層780の第1の面736及び第2の面738はそれぞれ、各第1の開口部734の長さ L' の少なくとも3倍の長さを有することができる。図2Bに関して上述したのと同様の方法を用いて誘電体層780（及び任意選択的に絶縁誘電体層）を形成することができる。

【0121】

50

その後、図 8 C に示すように、誘電体層 780 の第 1 の面 736 の上に重なりかつ第 1 の開口部 734 のそれぞれの中へ延在する第 1 の導電性素子 760 の複数の導電性ポスト 761 を形成することができ、誘電体層の第 1 の面は第 1 の開口部の内面 735 から離れる方に面している。図 2 C に関して上述したのと同様の方法を用いて第 1 の導電性素子 760 を形成することができる。

【0122】

その後、図 8 D に示すように、第 1 の導電性素子 760 に接続された第 1 の電極 763 を形成することができる。第 1 の電極 763 は、シリコン基板 720 の第 1 の面 721 に露出されるように形成することができる。第 1 の電極 763 は第 1 の電位に接続可能とすることができる。特定の実施形態では、第 1 の導電性素子 760 は第 1 の電極 763 を含みうる。

10

【0123】

その後、図 8 E に示すように、第 1 の面 721 と第 2 の面 722 との間の基板 720 の厚みを低減し、それによって複数の導電性ポスト 761 の遠位縁 769 を第 2 の面 722 に露出させることができる。第 2 の面 722 の研削、ラップ仕上げ若しくは研磨又はそれらの組み合わせを用いて基板 720 の厚みを低減することができる。このステップの間、例として、基板 720 の初期厚み T4 (図 8 D に示す) を、約 700 μm から、約 130 μm 以下の厚み T5 (図 8 E に示す) まで低減することができる。特定の実施形態では、基板 720 の厚みを低減するプロセスは、ポスト 761 の遠位縁 769 を覆う誘電体層 780 の部分が除去されないように早く止めることができる。

20

【0124】

その後、図 8 F に示すように、ポスト 761 のうちの隣接するポスト間の基板 720 の第 2 の面 722 から材料を除去して、コンデンサ誘電体層 780 の第 2 の面 738 を露出させ、それによって第 2 の面から第 1 の面 721 に延在する第 2 の開口部 737 を形成することができる。第 2 の開口部 737 は、図 2 A に関して上述した方法と同様の方法を用いて形成することができる。第 2 の開口部 737 は、ポスト 761 のうちの隣接するポスト間に延在することができるようにメッシュ形状を有することができる。特定の実施形態では、各ポスト 761 の実質的に垂直な部分 762 を、第 2 の開口部 737 によって完全に囲むことができる。

【0125】

30

特定の実施形態では (図示せず)、第 2 の面 722 から材料を除去して第 2 の開口部 737 を形成する前に、第 2 の開口部 737 を形成することが望ましい第 2 の面の部分を除いて第 2 の面の上に重なる絶縁誘電体層の部分を形成することができる。絶縁誘電体層のそのような部分は、図 2 B に関して上述したのと同様の方法を用いて形成することができる。

【0126】

その後、図 8 E を参照して上述したように基板 720 の厚みが低減されたときに、コンデンサ誘電体層 780 の部分が除去されてポスト 761 の遠位縁 769 の上に重ならなくなった場合、ポスト 761 の遠位縁 769 の上に重なるコンデンサ誘電体層 780 の追加部分を形成することができる。誘電体層 780 の追加部分は、図 2 B に関して上述したのと同様の方法を用いて形成することができる。

40

【0127】

特定の実施形態では (図示せず)、第 2 の導電性素子 770 (図 7 A) を形成する前に、第 2 の面 722 の一部分の上に重なり、かつ貫通開口部 730 (図 7 A) の境界面 731 の一部分を形成する第 2 の開口部 737 の一部分内に延在する絶縁誘電体層を形成することができる。ある例では、そのような絶縁誘電体層は、第 1 の面 721 と第 2 の面 722 との間の貫通開口部内に延在することができる。例示的な実施形態では、そのような絶縁誘電体材料は、第 1 の導電性素子 760 及び第 2 の導電性素子 770 を、少なくとも貫通開口部 730 内の基板 720 の材料から分離して絶縁することができる。一実施形態では、そのような絶縁誘電体材料はポスト 761 のうちの少なくとも 1 つによって貫通開口

50

部 7 3 0 の境界面 7 3 1 から分離することができる。

【0 1 2 8】

その後、再び図 7 A を参照すると、コンデンサ誘電体層 7 8 0 の第 2 の面 7 3 8 の上に重なりかつ第 2 の開口部 7 3 7 内へ延在する第 2 の導電性素子 7 7 0 を形成することができる。第 2 の導電性素子 7 7 0 は上述したようなメッシュ形状を有し、開口部 7 7 1 (図 7 C) を含みうる。第 2 の導電性素子 7 7 0 と接触するように第 2 の電極 7 7 3 を形成することができる。第 2 の電極 7 7 3 は第 2 の面 7 2 2 に露出させることができ、第 2 の電極は第 2 の電位に接続可能である。特定の実施形態では、第 2 の導電性素子 7 7 0 は第 2 の電極 7 7 3 を含みうる。第 2 の導電性素子 7 7 0 は、図 2 C に関して上述したのと同様の方法を用いて形成することができる。

10

【0 1 2 9】

図 9 は、図 7 A ~ 図 7 C のコンポーネントの一変形形態を示している。コンポーネント 9 1 0 は上述したコンポーネント 7 1 0 と同様であるが、コンポーネント 9 1 0 は、単一の貫通開口部 9 3 0 を通って延在する第 1 の独立コンデンサ 9 4 0 a 及び第 2 の独立コンデンサ 9 4 0 b を含む点が異なる。各コンデンサ 9 4 0 a、9 4 0 b は、コンポーネントのそれぞれの領域 E 又は F を含み、第 1 のコンデンサと第 2 のコンデンサとの間に位置する複数の第 1 の開口部 9 3 4 及び／又は第 2 の開口部 9 3 7 の一部分内に絶縁誘電体材料 9 9 0 が延在する。

【0 1 3 0】

特定の例では (図示せず)、誘電体材料 9 9 0 は第 1 のコンデンサと第 2 のコンデンサとの間に位置する複数の第 1 の開口部 9 3 4 のそれぞれの中に部分的に及び／又は第 2 の開口部 9 3 7 の一部分の中に部分的に延在することができ、それによって誘電体材料は第 1 の開口部と第 2 の開口部の一部分との間に空気を閉じ込めることができ、それにより空気及び誘電体材料 9 9 0 の組み合わせが少なくとも部分的に第 1 のコンデンサ 9 4 0 a 及び第 2 のコンデンサ 9 4 0 b を互いから分離し、電氣的に絶縁又は隔離することを可能にする。

20

【0 1 3 1】

単一の貫通開口部 9 3 0 を通って延在する第 1 の独立コンデンサ 9 4 0 a、第 2 の独立コンデンサ 9 4 0 b を有するそのような実施形態では、各コンデンサの導電性ポスト 9 6 1 は第 1 の開口部 9 3 0 の第 1 のサブセット及び第 2 のサブセットを占有することができ、誘電体材料 9 9 0 は水平方向 H 1 において第 1 の開口部の第 1 のサブセット及び第 2 のサブセット間に位置する第 1 の開口部の第 3 のサブセットを占有することができる。

30

【0 1 3 2】

上述したコンデンサの実施形態において、第 1 の導電性素子及び第 2 の導電性素子は、絶縁誘電体材料によって基板の材料から分離して絶縁されているものとして図示及び説明されている。しかしながら、基板がガラス又はセラミックであるとき等、基板が比較的高い比誘電率を有する幾つかの実施形態では、第 1 の導電性素子及び第 2 の導電性素子のうちの一方又は両方が、導電性素子と基板との間に位置する絶縁誘電体材料を有することなく基板の材料と直接接触することができる。

【0 1 3 3】

40

図 1 0 に示すように、上述した超小型電子アセンブリを多様な電子システムの構成で利用することができる。例えば、本発明の更なる実施形態によるシステム 1 0 0 0 は、他の電子コンポーネント 1 0 0 8 及び 1 0 1 0 とともに上述したような超小型電子アセンブリ 1 0 0 6 を含む。説明した例では、コンポーネント 1 0 0 8 は半導体チップであり、コンポーネント 1 0 1 0 が表示画面であるが、他の任意のコンポーネントを使用することができる。当然ながら、例示を明確にするために図 1 0 には 2 つの追加のコンポーネントのみを示すが、本システムは、任意の数のこのようなコンポーネントを含みうる。超小型電子アセンブリ 1 0 0 6 を、上述したような超小型電子アセンブリのうちの任意のものとするすることができる。更なる変形形態では、任意の数のこのような超小型電子アセンブリを使用することができる。

50

【0134】

超小型電子アセンブリ1006並びにコンポーネント1008及び1010は、破線で概略的に示す共通ハウジング1001内に取り付けられ、必要に応じて互いに電氣的に相互接続されて所望の回路を形成する。図示する例示的なシステムでは、システムは、可撓性印刷回路基板等の回路パネル1002を含み、回路パネルは、コンポーネントを互いに相互接続する多数の導体1004を含み、それらのうちの1つのみを図10に示す。しかしながら、これは単に例示的なものであり、電気接続をもたらす任意の適切な構造を使用することができる。

【0135】

ハウジング1001は、例えば携帯電話又は携帯情報端末における使用可能なタイプの携帯型ハウジングとして示されており、画面1010は、ハウジングの面において露出している。構造体1006が、撮像チップ等の感光素子を含む場合、光を構造体に誘導するために、レンズ1011又は他の光学デバイスも提供することができる。この場合もまた、図10に示す簡略化システムは単に例示的なものであり、上述した構造体を用いて、デスクトップコンピュータ、ルータ等、一般に固定構造体とみなされるシステムを含む他のシステムを作製することができる。

10

【0136】

本明細書に開示されている開口部及び導電性素子は、2010年7月23日に出願された、同時係属の本願と同一の譲受人に譲渡された米国特許出願第12/842,587号、同第12/842,612号、同第12/842,651号、同第12/842,669号、同第12/842,692号及び同第12/842,717号に、かつ米国特許出願公開第2008/0246136号により詳細に開示されているもの等のプロセスによって形成することができ、それらの開示内容は、引用することにより本明細書の一部をなすものとする。

20

【0137】

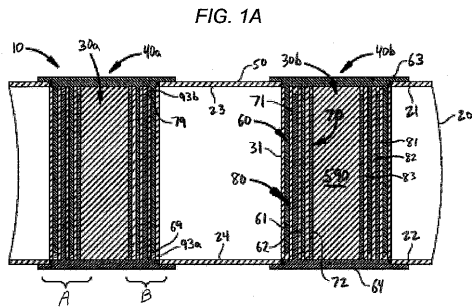
特定の実施形態を参照しながら本明細書において本発明を説明してきたが、これらの実施形態は本発明の原理及び応用形態を例示するにすぎないことを理解されたい。それゆえ、添付の特許請求の範囲によって画定されるような本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、例示的な実施形態に数多くの変更を加えることができること、及び他の構成を案出することができることを理解されたい。

30

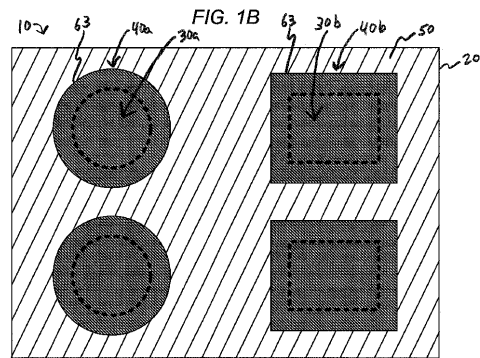
【0138】

本明細書において記述される種々の従属請求項及び特徴は、初期の請求項において提示されるのとは異なる方法において組み合わせることができることが理解されるであろう。また、個々の実施形態との関連で説明された特徴は、記述される実施形態のうちの他の実施形態と共用できることも理解されるであろう。

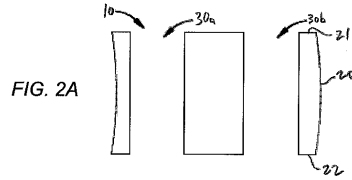
【図 1 A】



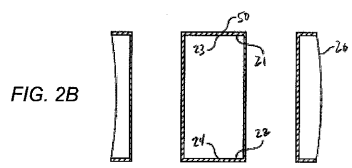
【図 1 B】



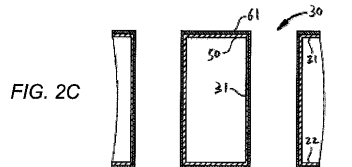
【図 2 A】



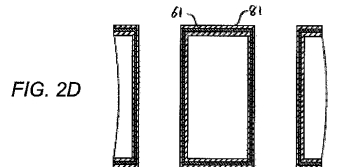
【図 2 B】



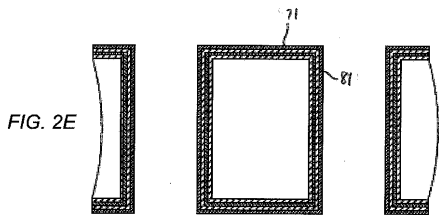
【図 2 C】



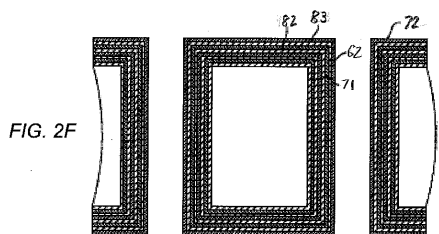
【図 2 D】



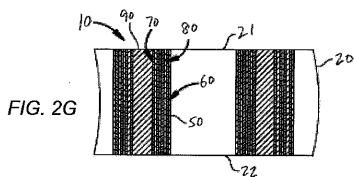
【図 2 E】



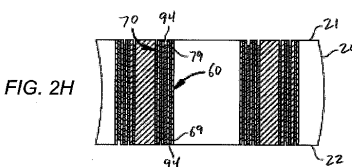
【図 2 F】



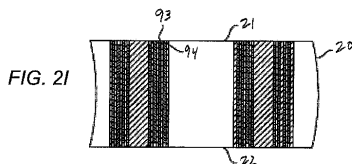
【図 2 G】



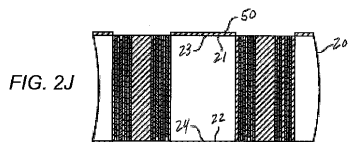
【図 2 H】



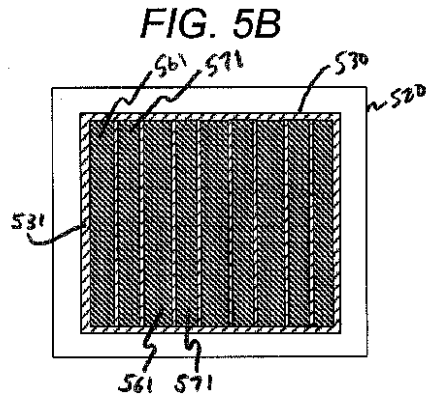
【図 2 I】



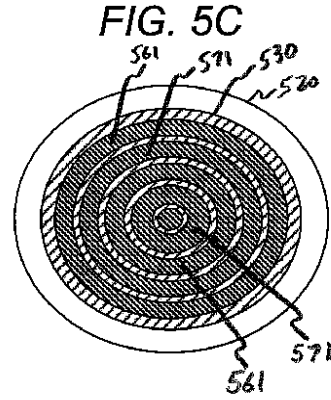
【図 2 J】



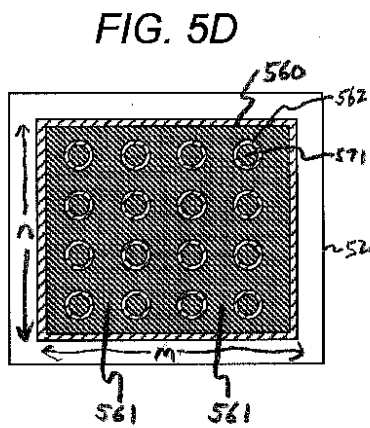
【図 5 B】



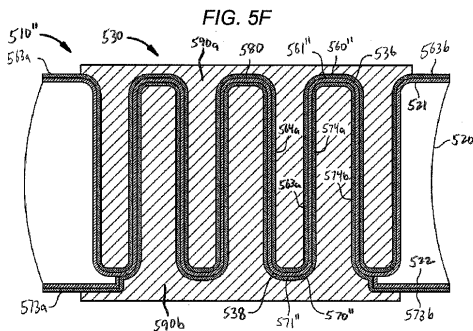
【図 5 C】



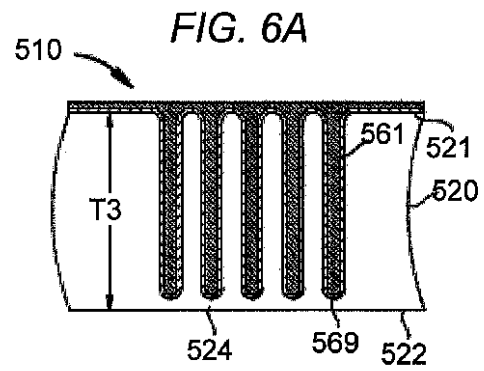
【図 5 D】



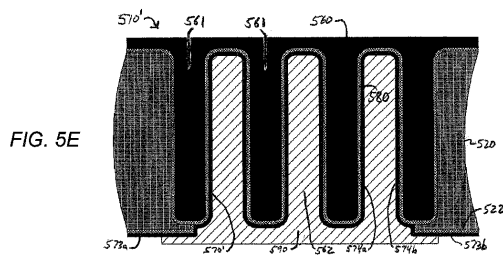
【図 5 F】



【図 6 A】

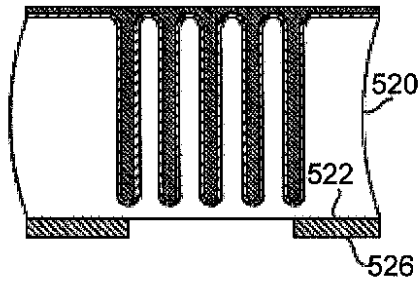


【図 5 E】



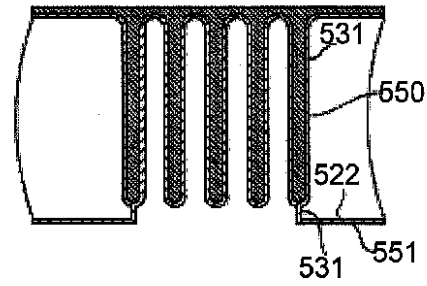
【図 6 B】

FIG. 6B



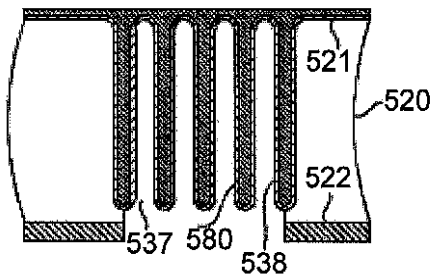
【図 6 D】

FIG. 6D



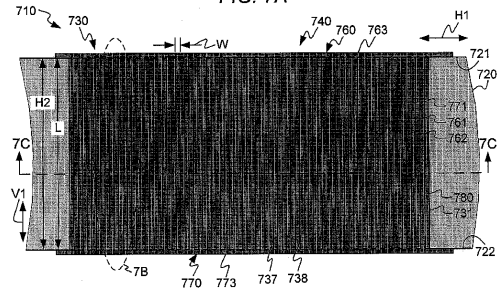
【図 6 C】

FIG. 6C



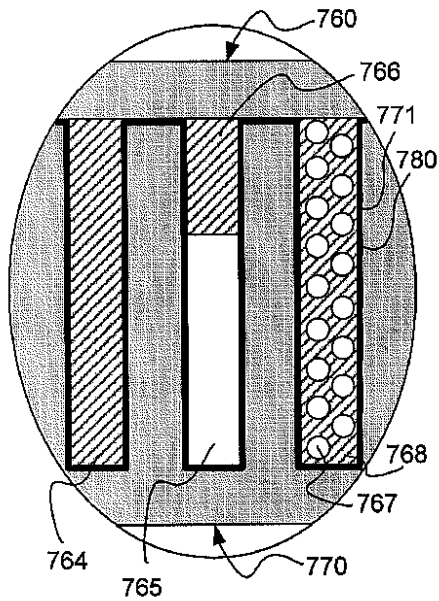
【図 7 A】

FIG. 7A



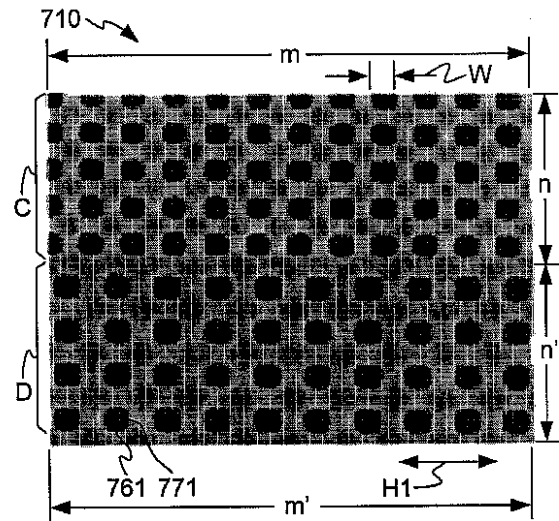
【図 7 B】

FIG. 7B

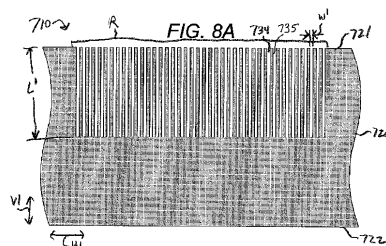


【図 7 C】

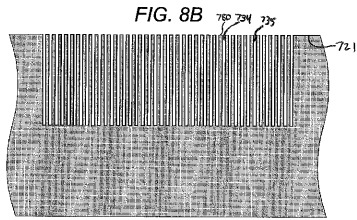
FIG. 7C



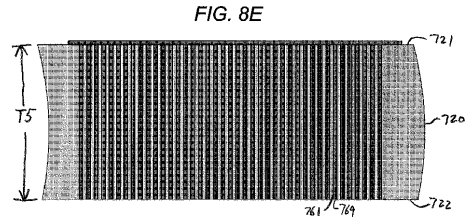
【図 8 A】



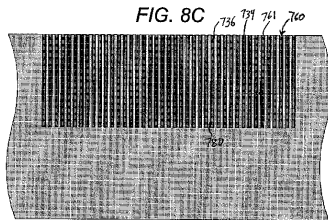
【図 8 B】



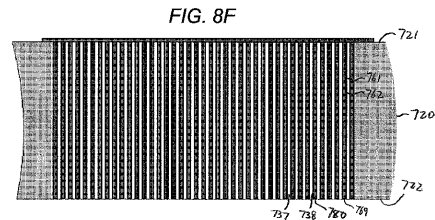
【図 8 E】



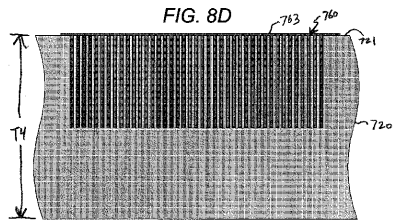
【図 8 C】



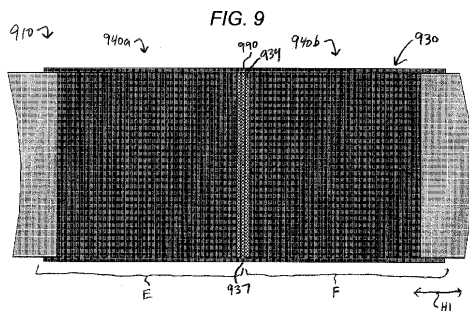
【図 8 F】



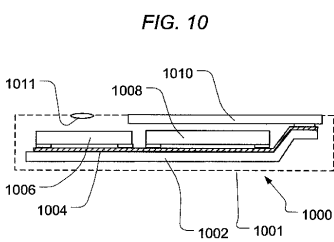
【図 8 D】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 21/768 (2006.01) H 0 1 L 27/04 C
H 0 1 L 23/522 (2006.01) H 0 1 G 4/06 1 0 1
H 0 1 L 21/822 (2006.01)
H 0 1 L 27/04 (2006.01)
H 0 1 G 4/33 (2006.01)
- (74)代理人 100142996
 弁理士 森本 聡二
- (74)代理人 100154298
 弁理士 角田 恭子
- (74)代理人 100166268
 弁理士 田中 祐
- (74)代理人 100170379
 弁理士 徳本 浩一
- (74)代理人 100161001
 弁理士 渡辺 篤司
- (72)発明者 モハメッド, イリヤス
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9 5 1 3 4, サン・ノゼ, オーチャード・パークウェイ 3 0 2
 5, テッセラ, インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ハーバ, ベルガセム
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9 5 1 3 4, サン・ノゼ, オーチャード・パークウェイ 3 0 2
 5, テッセラ, インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ウゾー, サイプリアン
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9 5 1 3 4, サン・ノゼ, オーチャード・パークウェイ 3 0 2
 5, テッセラ, インコーポレイテッド内
- (72)発明者 サヴァリア, ピーユーシュ
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9 5 1 3 4, サン・ノゼ, オーチャード・パークウェイ 3 0 2
 5, テッセラ, インコーポレイテッド内
- (72)発明者 オガネシアン, ヴァーゲ
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9 4 0 8 6, サニーヴェイル, ペリウィンクル・テラス 8 8 9

審査官 中野 和彦

- (56)参考文献 特表2009-515356 (JP, A)
 特開平05-198741 (JP, A)
 特開2009-049212 (JP, A)
 特表2007-516589 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 H 0 1 G 2 / 0 6
 H 0 1 G 4 / 3 3
 H 0 1 L 2 1 / 3 2 0 5
 H 0 1 L 2 1 / 7 6 8
 H 0 1 L 2 1 / 8 2 2
 H 0 1 L 2 3 / 1 2
 H 0 1 L 2 3 / 1 5
 H 0 1 L 2 3 / 5 2 2

H01L 27/04
H05K 1/16