(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2024-531534
(P2024-531534A)
(43)公表日　令和6年8月29日(2024.8.29)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
H01L 23/12 (2006.01)		H01L	23/12	B	4E351
H05K 1/16 (2006.01)		H05K	1/16	D	

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全32頁）

(21)出願番号　特願2024-513832(P2024-513832)
(86)(22)出願日　令和4年7月29日(2022.7.29)
(85)翻訳文提出日　令和6年2月29日(2024.2.29)
(86)国際出願番号　PCT/US2022/074289
(87)国際公開番号　WO2023/039319
(87)国際公開日　令和5年3月16日(2023.3.16)
(31)優先権主張番号　17/470,274
(32)優先日　令和3年9月9日(2021.9.9)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　595020643
クゥアルコム・インコーポレイテッド
ＱＵＡＬＣＯＭＭ　ＩＮＣＯＲＰＯＲＡＴＥＤ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州　９２１２１－１７１４、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ　５７７５
(74)代理人　110003708
弁理士法人鈴榮特許綜合事務所
(72)発明者　ジュ、ジョン・ジャンホン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州　９２１２１－１７１４、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ　５７７５、クゥアルコム・インコーポレイテッド内
(72)発明者　グァー、リーシン
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　上部コンタクトを有する金属－絶縁体－金属キャパシタ

(57)【要約】
第１の上部コンタクトと、第１の上部コンタクトに隣接する第２の上部コンタクトと、第１の上部コンタクトの下方に配置された第１のメサと、第２の上部コンタクトの下方に配置された第２のメサとを含むデバイス及びデバイスを製造する方法の例が開示される。金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタの第１のプレートは、第１の上部コンタクトの下方に配置され、第１の上部コンタクトに電気的に結合される。ＭＩＭキャパシタの第１の絶縁体は、第１のプレート上に配置される。ＭＩＭキャパシタの第２のプレートは、第１の絶縁体上に配置され、第２の上部コンタクトに電気的に結合される。ＭＩＭキャパシタの第２の絶縁体は、第２のプレート上に配置される。ＭＩＭキャパシタの第３のプレートは、第２の絶縁体上に配置され、第１の上部コンタクトに電気的に結合される。

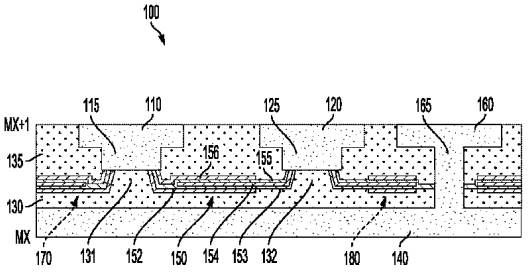


FIG. 1

【特許請求の範囲】
【請求項１】
装置であって、
第１の上部コンタクトと、
前記第１の上部コンタクトに隣接する第２の上部コンタクトと、
前記第１の上部コンタクトの下方に配置された第１のメサと、
前記第２の上部コンタクトの下方に配置された第２のメサと、
前記第１の上部コンタクトの下方に配置され、前記第１の上部コンタクトに電気的に結合された金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタの第１のプレートと、
前記第１のプレート上に配置された前記ＭＩＭキャパシタの第１の絶縁体と、
前記第１の絶縁体上に配置され、前記第２の上部コンタクトに電気的に結合された前記ＭＩＭキャパシタの第２のプレートと、
前記第２のプレート上に配置された前記ＭＩＭキャパシタの第２の絶縁体と、
前記第２の絶縁体上に配置され、前記第１の上部コンタクトに電気的に結合された前記ＭＩＭキャパシタの第３のプレートと、を備える、装置。
【請求項２】
前記第１の上部コンタクトと前記第１のメサとの間に配置された第１の部分ビアと、前記第１のプレート及び前記第３のプレートが、前記第１の部分ビアを介して前記第１の上部コンタクトに電気的に結合される、
前記第２の上部コンタクトと前記第２のメサとの間に配置された第２の部分ビアと、前記第２のプレートが、前記第２の部分ビアを介して前記第２の上部コンタクトに電気的に結合される、を更に備える、請求項１に記載の装置。
【請求項３】
前記第１の上部コンタクトが前記第１のメサ上に直接配置され、前記第２の上部コンタクトが前記第２のメサ上に直接配置される、請求項１に記載の装置。
【請求項４】
前記第１のメサ及び前記第２のメサが、第１の金属間誘電体（ＩＭＤ）層内に形成される、請求項１に記載の装置。
【請求項５】
第２の金属間誘電体（ＩＭＤ）層を更に備え、前記第１の上部コンタクト及び前記第２の上部コンタクトが、前記第２のＩＭＤ層内に少なくとも部分的に配置される、請求項４に記載の装置。
【請求項６】
前記第１の上部コンタクト及び前記第２の上部コンタクトが、前記第２のＩＭＤ層内の同じ金属層内にある、請求項５に記載の装置。
【請求項７】
下部金属層を更に備え、前記第１のＩＭＤ層が前記下部金属層上に配置される、請求項６に記載の装置。
【請求項８】
前記第１の絶縁体が高誘電率（ｈｉｇｈ－ｋ）誘電体材料を備え、前記第１のＩＭＤ層が低誘電率（ｌｏｗ－ｋ）誘電体材料を備える、請求項４に記載の装置。
【請求項９】
前記第２のＩＭＤ層が、低誘電率（ｌｏｗ－ｋ）誘電体材料を備える、請求項５に記載の装置。
【請求項１０】
前記第１のプレート、前記第２のプレート、前記第３のプレート、前記第１の絶縁体、及び前記第２の絶縁体が、前記第１の上部コンタクトと前記第２の上部コンタクトとの間に配置される、請求項１に記載の装置。
【請求項１１】
前記第１のプレート及び前記第３のプレートが、第１の電力接続部に結合され、前記第

２のプレートが、第２の電力接続部に結合される、請求項１に記載の装置。
【請求項１２】
前記第１の電力接続部が、正電位にあるように構成され、前記第２の電力接続部が、負電位又は接地にあるように構成される、請求項１１に記載の装置。
【請求項１３】
第２のＭＩＭキャパシタであって、第１のプレートと第３のプレートとの間に配置された第２のプレートを有し、前記第１のプレート及び前記第３のプレートが前記第１の上部コンタクトに結合される、第２のＭＩＭキャパシタを更に備える、請求項１に記載の装置。
【請求項１４】
第３のＭＩＭキャパシタを更に備え、前記第３のＭＩＭキャパシタが、第１のプレートと第３のプレートとの間に配置された第２のプレートを有し、前記第２のプレートが前記第２の上部コンタクトに結合される、請求項１に記載の装置。
【請求項１５】
前記装置が、音楽プレーヤ、ビデオプレーヤ、エンターテインメントユニット、ナビゲーションデバイス、通信デバイス、モバイルデバイス、携帯電話、スマートフォン、携帯情報端末、アクセスポイント、定置端末、タブレットコンピュータ、コンピュータ、ウェアラブルデバイス、モノのインターネット（ＩｏＴ）デバイス、ラップトップコンピュータ、サーバ、基地局、及び自動車内のデバイスからなる群から選択される、請求項１に記載の装置。
【請求項１６】
装置を製造する方法であって、
第１のメサを形成することと、
前記第１のメサに隣接する第２のメサを形成することと、
前記第１のメサと前記第２のメサとの間に金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタの第１のプレートを堆積させることと、前記第１のプレートの一部が前記第１のメサまで延在する、
前記第１のプレート上に前記ＭＩＭキャパシタの第１の絶縁体を堆積させることと、前記第１の絶縁体の一部が前記第１のメサ及び前記第２のメサまで延在する、
前記第１のメサと前記第２のメサとの間の前記第１の絶縁体上に前記ＭＩＭキャパシタの第２のプレートを堆積させることと、前記第２のプレートの一部が前記第２のメサまで延在する、
前記第２のプレート上に前記ＭＩＭキャパシタの第２の絶縁体を堆積させることと、前記第２の絶縁体の一部が前記第１のメサ及び前記第２のメサまで延在する、
前記第１のメサと前記第２のメサとの間の前記第２の絶縁体上に前記ＭＩＭキャパシタの第３のプレートを堆積させることと、前記第３のプレートの一部が前記第１のメサまで延在する、
第１の上部コンタクトを形成することと、前記第１のメサが前記第１のコンタクトの下方に配置され、前記第１のプレート及び前記第２のプレートが前記第１の上部コンタクトに電気的に結合される、
第２の上部コンタクトを形成することと、前記第２のメサが前記第２のコンタクトの下方に配置され、前記第２のプレートが前記第２のコンタクトに電気的に結合される、を備える、方法。
【請求項１７】
前記第１の上部コンタクトと前記第１のメサとの間に第１の部分ビアを配置することと、前記第１のプレート及び前記第３のプレートが、前記第１の部分ビアを介して前記第１の上部コンタクトに電気的に結合される、
前記第２の上部コンタクトと前記第２のメサとの間に第２の部分ビアを配置することと、前記第２のプレートが、前記第２の部分ビアを介して前記第２の上部コンタクトに電気的に結合される、を更に備える、請求項１６に記載の方法。

【請求項１８】
前記第１の上部コンタクトが前記第１のメサ上に直接配置され、前記第２の上部コンタクトが前記第２のメサ上に直接配置される、請求項１６に記載の方法。
【請求項１９】
前記第１のメサ及び前記第２のメサが、第１の金属間誘電体（ＩＭＤ）層内に形成される、請求項１６に記載の方法。
【請求項２０】
第２の金属間誘電体（ＩＭＤ）層を形成することを更に備え、前記第１の上部コンタクト及び前記第２の上部コンタクトが、前記第２のＩＭＤ層内に少なくとも部分的に配置される、請求項１９に記載の方法。
【請求項２１】
前記第１の上部コンタクト及び前記第２の上部コンタクトが、前記第２のＩＭＤ層内の同じ金属層内にある、請求項２０に記載の方法。
【請求項２２】
下部金属層を配置することをさらに備え、前記第１のＩＭＤ層が前記下部金属層上にある、請求項２１に記載の方法。
【請求項２３】
前記第１の絶縁体が高誘電率（ｈｉｇｈ－ｋ）誘電体材料を備え、前記第１のＩＭＤ層が低誘電率（ｌｏｗ－ｋ）誘電体材料を備える、請求項１９に記載の方法。
【請求項２４】
前記第２のＩＭＤ層が、低誘電率（ｌｏｗ－ｋ）誘電体材料を備える、請求項２０に記載の方法。
【請求項２５】
前記第１のプレート、前記第２のプレート、前記第３のプレート、前記第１の絶縁体、及び前記第２の絶縁体が、前記第１の上部コンタクトと前記第２の上部コンタクトとの間に配置される、請求項１６に記載の方法。
【請求項２６】
前記第１のプレート及び前記第３のプレートが、第１の電力接続部に結合され、前記第２のプレートが、第２の電力接続部に結合される、請求項１６に記載の方法。
【請求項２７】
前記第１の電力接続部が、正電位にあるように構成され、前記第２の電力接続部が、負電位又は接地にあるように構成される、請求項２６に記載の方法。
【請求項２８】
第２のＭＩＭキャパシタを形成することを更に備え、前記第２のＭＩＭキャパシタが、第１のプレートと第３のプレートとの間に配置された第２のプレートを有し、前記第１のプレート及び前記第３のプレートが、前記第１の上部コンタクトに結合される、請求項１６に記載の方法。
【請求項２９】
第３のＭＩＭキャパシタを形成することを更に備え、前記第３のＭＩＭキャパシタが、第１のプレートと第３のプレートとの間に配置された第２のプレートを有し、前記第２のプレートが前記第２の上部コンタクトに結合される、請求項１６に記載の方法。
【請求項３０】
前記装置が、音楽プレーヤ、ビデオプレーヤ、エンターテインメントユニット、ナビゲーションデバイス、通信デバイス、モバイルデバイス、携帯電話、スマートフォン、携帯情報端末、アクセスポイント、定置端末、タブレットコンピュータ、コンピュータ、ウェアラブルデバイス、モノのインターネット（ＩｏＴ）デバイス、ラップトップコンピュータ、サーバ、基地局、及び自動車内のデバイスからなる群から選択される、請求項１６に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
［0001］ 本開示は、一般に、キャパシタを含む半導体デバイスに関し、より詳細には、限定されるものではないが、金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタ及びその製造技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
［0002］ 人工知能（ＡＩ）のためのものなどの高性能計算（ＨＰＣ）プロセッサは、大型であり、高性能高周波数計算のための電力ＩＲ降下を改善するために電力減結合のためにキャパシタを使用する。複数のプレートＭＩＭキャパシタが使用されて、電源ライン（Ｖｄｄ）を減結合し、プロセッサ性能を改善することができる。ＭＩＭキャパシタはまた、他の用途を有し得る。しかしながら、従来のＭＩＭキャパシタは、ＨＰＣプロセッサ及び他の高性能システムに対して不十分な減結合性能を提供することがある。
【０００３】
［0003］ したがって、本明細書で提供される方法、システム、及び装置を含む従来のキャパシタ構成の欠点を克服するシステム、装置、及び方法が必要とされている。
【発明の概要】
【０００４】
［0004］ 以下は、本明細書で開示される装置及び方法に関連する１つ以上の態様及び／又は例に関する簡略化された概要を提示する。したがって、以下の概要は、すべての企図される態様及び／又は例に関する広範な概説と見なされるべきではなく、また、以下の概要は、すべての企図される態様及び／若しくは例に関する主要若しくは重要な要素を特定するか、又は任意の特定の態様及び／若しくは例に関連する範囲を定めると見なされるべきでもない。したがって、以下の概要は、以下に提示される詳細な説明に先立って、本明細書で開示される装置及び方法に関する１つ以上の態様及び／又は例に関する特定の概念を簡略化された形で提示することが唯一の目的である。
【０００５】
［0005］ 本明細書に開示される様々な態様によれば、少なくとも１つの態様は、第１の上部コンタクトと、第１の上部コンタクトに隣接する第２の上部コンタクトと、第１の上部コンタクトの下方に配置された第１のメサと、第２の上部コンタクトの下方に配置された第２のメサと、第１の上部コンタクトの下方に配置され、第１の上部コンタクトに電気的に結合された金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタの第１のプレートと、第１のプレート上に配置されたＭＩＭキャパシタの第１の絶縁体と、第１の絶縁体上に配置され、第２の上部コンタクトに電気的に結合されたＭＩＭキャパシタの第２のプレートと、第２のプレート上に配置されたＭＩＭキャパシタの第２の絶縁体と、第２の絶縁体上に配置され、第１の上部コンタクトに電気的に結合されたＭＩＭキャパシタの第３のプレートと、を含む装置を含む。
【０００６】
［0006］ 本明細書に開示される様々な態様によれば、少なくとも１つの態様は、デバイスを製造する方法を含む。本方法は、第１のメサを形成することと、第１のメサに隣接する第２のメサを形成することと、第１のメサと第２のメサとの間に金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタの第１のプレートを堆積させることであって、第１のプレートの一部が第１のメサまで延在する、堆積させることと、第１のプレート上にＭＩＭキャパシタの第１の絶縁体を堆積させることであって、第１の絶縁体の一部が第１のメサ及び第２のメサまで延在する、堆積させることと、第１のメサと第２のメサとの間の第１の絶縁体上にＭＩＭキャパシタの第２のプレートを堆積させることであって、第２のプレートの一部が第２のメサまで延在する、堆積させることと、第２のプレート上にＭＩＭキャパシタの第２の絶縁体を堆積させることであって、第２の絶縁体の一部が第１のメサ及び第２のメサまで延在する、堆積させることと、第１のメサと第２のメサとの間の第２の絶縁体上にＭＩＭキャパシタの第３のプレートを堆積させることであって、第３のプレートの一部が第１のメサまで延在する、堆積させることと、第１の上部コンタクトを形成することであ

って、第１のメサが第１のコンタクトの下方に配置され、第１のプレート及び第２のプレートが第１の上部コンタクトに電気的に結合される、形成することと、第２の上部コンタクトを形成することであって、第２のメサが第２のコンタクトの下方に配置され、第２のプレートが第２のコンタクトに電気的に結合される、形成することと、を含み得る。

【０００７】

［0007］ 本明細書で開示される装置及び方法に関連する他の特徴及び利点は、添付の図面及び詳細な説明に基づいて、当業者に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

［0008］ 以下の詳細な説明を参照して、本開示を限定するためではなく単に例示するために提示される添付の図面とともに検討されれば、本開示の態様及びその付随する利点の多くがよりよく理解されるようになるので、それらに関するより完全な諒解が容易に得られるであろう。

【図１】［0009］ 本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを示している。

【図２】［0010］ 本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを示している。

【図３Ａ】［0011］ 本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図３Ｂ】本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図３Ｃ】本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図３Ｄ】本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図３Ｅ】本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図３Ｆ】本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図３Ｇ】本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図３Ｈ】本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図３Ｉ】本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図３Ｊ】本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図３Ｋ】本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するためのプロセスの一部を示している。

【図４】［0012］ 本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスの上面図を示している。

【図５】［0013］ 本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスの一部を示している。

【図６】［0014］ 本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイスの一部を示している。

【図７】［0015］ 本開示の少なくとも１つの態様にかかるモバイルデバイスを示している。

【図８】［0016］ 本開示の１つ又は複数の態様を利用し得る様々な電子デバイスを示している。

【図９】［0017］ 本開示の１つ又は複数の態様にかかるＭＩＭキャパシタを含むデバイ

スを製造するためのフローチャートを示している。
【０００９】
［0018］ 本明細書で開示する態様に関連する他の目的及び利点は、添付の図面及び詳細な説明に基づいて、当業者に明らかとなろう。慣例に従って、図面によって示される特徴は、一定の縮尺で描かれていないことがある。したがって、図示された特徴の寸法は、明快にするために、任意に拡大又は縮小されていることがある。慣例に従って、図面のうちのいくつかは、明快にするために簡略化されている。したがって、図面は、特定の装置又は方法のすべての構成要素を示すとは限らない。更に、同様の参照番号は、本明細書及び図の全体で同様の特徴を示す。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
［0019］ 特定の態様を対象とする以下の説明および関係する図面において、本開示の態様を例示する。本開示における教示の範囲を逸脱することなく、代替の態様が考案され得る。加えて、本開示の例示的な態様のよく知られている要素は、本開示における教示の関連する詳細を不明瞭にしないように、詳細には説明されないことがあり、又は省略されることがある。
【００１１】
［0020］ いくつかの説明する例示的な実装形態において、様々な構成要素構造および動作の一部が、知られている従来の技法から得られ、１つ又は複数の例示的な態様に従って構成される例が識別される。そのような例では、知られている従来の構成要素構造および／又は動作の一部の内的詳細を省略して、本明細書で開示する例示的な態様に例示する概念の潜在的な曖昧さを避けるのを助けることがある。
【００１２】
［0021］ 更に、「下部」、「上部」、「左」、「右」、「下」、「上」、「水平」、「垂直」、「頂部」、「底部」、「側部」、「側壁」などの用語又は句は、便宜上使用されることに留意されたい。特に明記しない限り、そのような用語／語句は、絶対的な向き又は方向を示すことを意図していない。また、示されるように、「上に」及び「接触して」という用語は、他に具体的に示されない限り、同義的に使用され得る。
【００１３】
［0022］ 本明細書で使用される用語は、特定の態様について説明するためのものにすぎず、限定を意図するものではない。本明細書で使用する単数形「ａ」、「ａｎ」及び「ｔｈｅ」は、文脈が別段に明確に示さない限り、複数形も含むものとする。「備える（comprises）」、「備える（comprising）」、「含む（includes）」及び／又は「含む（including）」という用語は、本明細書で使用されるとき、述べられた特徴、整数、ステップ、動作、要素、及び／又は構成要素の存在を明示するが、１つ以上の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、及び／又はそれらのグループの存在又は追加を排除しないことを更に理解されたい。
【００１４】
［0023］ 背景技術で説明したように、高性能コンピューティング集積回路（ＩＣ）設計では、前面からのＩＲ降下を低減するように、ＶＤＤ減結合のために大きなサイズの減結合キャパシタが使用されることができる。更に、上部金属層（ＴＭＥ）ＭＩＭキャパシタは、より低い電力減結合有効性及びより大きいＩＲ降下を有する。
【００１５】
［0024］ ＢＥＯＬの前面からのＩＣレベル電力分配ネットワーク（ＰＤＮ）ＩＲ降下は、５ｎｍ技術のＩＣスケーリングについて更なる問題を提示する。技術スケーリングが面積を縮小し、性能を改善し続けるため、ＰＤＮ　ＩＲ降下は、縮小スケール技術からの性能改善を低下させる。現在のプロセス統合技術は、技術がスケーリングするとき、改善されたＰＤＮ　ＩＲ降下を可能にしない。マルチプレート（例えば、３～４プレート）構成を有する高密度ＭＩＭキャップは、減結合のために有益であるが、これらの構成は、製造中に増加したプロセス課題を提示することができる。本明細書で更に詳細に開示及び説

明される様々な態様は、ＭＩＭキャパシタ及び製造プロセスを提供して、ＭＩＭ金属プレート数に制限なくマルチプレートＭＩＭキャパシタの製造を容易にする。金属及びビアプロセスは、従来の金属モジュールと互換性がある。

【００１６】

［0025］ 図１は、本開示の１つ又は複数の態様にかかるマルチプレートＭＩＭキャパシタ１５０を含むデバイス１００の部分断面図を示している。いくつかの態様では、デバイス１００は、ダイ、集積回路、パッケージなどであり得る。更に、デバイス１００は、集積デバイス内に複数の構成要素を含み得て、その一部のみが示されていることが理解されよう。図示されるように、デバイス１００は、第１の金属間誘電体（ＩＭＤ）層１３０及び第２のＩＭＤ層１３５を含み得て、これらは、各々、誘電体材料の１つ又は複数の層を含み得る。第１のＩＭＤ層１３０は、第１の金属層Ｍｘ上に配置される。第２の金属層Ｍｘ＋１は、１つ又は複数のビア１６５又は部分ビア１１５及び１２５とともに、第２のＩＭＤ層１３５に少なくとも部分的に埋め込まれる。第２のＩＭＤ層１３５は、第１の上部コンタクト１１０及び第２の上部コンタクト１２０など、Ｍｘ＋１金属層内に形成された上部コンタクトを有し得る。第１の上部コンタクト１１０は、ＭＩＭキャパシタ１５０の第１のプレート１５２及びＭＩＭキャパシタ１５０の第３のプレート１５６への電気的接続を容易にするために、第１の部分ビア１１５に結合され得る。第１の部分ビア１１５は、第１のＩＭＤ層１３０内に形成された第１のメサ１３１上に配置され得る。いくつかの態様では、第１のメサ１３１は、上面図から見たときにほぼ円形の形状を有するように、テーパ付き側面を有し、円錐構造として形成され得る。いくつかの態様では、第２の上部コンタクト１２０は、第１の上部コンタクト１１０と同様の構造を有してもよい。第２の上部コンタクト１２０は、ＭＩＭキャパシタ１５０の第２のプレート１５４への電気的接続を容易にするために、第２の部分ビア１２５に結合され得る。第２の部分ビア１２５は、第１のＩＭＤ層１３０内に形成された第２のメサ１３２上に配置され得る。いくつかの態様では、第２のメサ１３２は、上面図から見たときにほぼ円形の形状を有するように、テーパ付き側面を有し、円錐構造として形成され得る。開示される様々な態様は、この例示的な構成に限定されず、他の幾何学的形状を含むことができることが理解されよう。例えば、第１のメサ１３１及び／又は第２のメサ１３２は、第１のメサ１３１及び／又は第２のメサを形成する対応する構造の台形、長方形、正方形、楕円形などの上面図を有してもよい。

【００１７】

［0026］ マルチプレートＭＩＭキャパシタ１５０は、３プレート構成で示され、ＭＩＭキャパシタ１５０の第１の絶縁体１５３によって第１のプレート１５２から分離された第２のプレート１５４を含む。第２のプレート１５４は、第２の絶縁体１５５によって第３のプレート１５６から分離される。上記で説明したように、第１のプレート１５２及び第３のプレート１５６は、第１の上部コンタクト１１０に結合され、第２のプレート１５４は、第２の上部コンタクト１２０に結合され、これは、ＭＩＭキャパシタ１５０への両方の接続が同じ側に配置されることを可能にする。更に、いくつかの態様では、第１のプレート１５２、第１の絶縁体１５３、第２のプレート１５４、第２の絶縁体１５５、及び第３のプレート１５６は、上部コンタクト１１０及び２２０を越えて、更にはビア１６５を越えて延在してもよい。他の構成が本明細書で説明される。したがって、開示された様々な態様は、図示された例示的な構成に限定されない。

【００１８】

［0027］ 第２のＩＭＤ層１３５は、ビア１６５を使用して金属層Ｍｘに形成された金属トレース１４０に結合され得る金属トレース１６０などのＭｘ＋１金属層から形成された追加の構造を有し得る。金属トレース１４０及び１６０並びにビア１６５は、正電位、接地電位、デジタル信号、アナログ信号、又はデバイス１００内でルーティングするための任意の他の好適な信号に結合され得る。

【００１９】

［0028］ 更に、いくつかの態様では、追加の別個のＭＩＭキャパシタが形成される。

例えば、ＭＩＭキャパシタ１７０は、第１の上部コンタクト１１０に結合され得る。同様に、ＭＩＭキャパシタ１８０は、第２の上部コンタクト１２０に結合され得る。ＭＩＭキャパシタ１８０を有する構成では、１２５又は１１５の下方の領域において（プレートパターニングによる）物理的なプレート分離が存在することになる（図１には示されていないが、例えば、図５及び図６に部分的に示されている例示的な構成を参照されたい）。この任意の態様では、別の上部コンタクト（図示せず）が上部コンタクト１１０に隣接し、ＭＩＭキャパシタ１７０のプレートに結合され得ることが理解されよう。同様に、更に別の上部コンタクト（図示せず）が、第２の上部コンタクトに隣接し（しかし、断面図では見えない）、ＭＩＭキャパシタ１８０の上部プレート及び下部プレートに結合され得る。更なる態様では、他のコンタクトの一方又は両方は、Ｍｘ金属層又はＭｘ＋１とは異なる他の金属層に配置され得る。したがって、ＭＩＭキャパシタの一部が同じ金属層上に上部コンタクトを有し、他の部分が異なる金属層上にコンタクトを有することが可能である。

【００２０】

[0029] 様々なプレート（例えば、１５２、１５４、及び１５６）並びに他の金属層及び構造（例えば、１１０、１１５、１２０、１２５、１４０、１６０、及び１６５）は、銅（Ｃｕ）、アルミニウム（ＡＬ）、銀（Ａｇ）、金（Ａｕ）、チタン（Ｔｉ）、ニッケル（Ｎｉ）、タングステン（Ｗ）、ルテニウム（Ｒｕ）、コバルト（Ｃｏ）、合金、又はそれらの組み合わせなど、任意の高導電性材料であってもよいことが理解されよう。いくつかの態様では、Ｍｘ及びＭｘ＋１金属は異なっていてもよいことが理解されよう。絶縁体（例えば、１５３及び１５５）は、酸化ハフニウム（ＨｆＯｘ）又は類似の材料などの高誘電率（ｈｉｇｈ－ｋ）材料であってもよい。第１のＩＭＤ層１３０及び第２のＩＭＤ層１３５は、各々、ドープ二酸化ケイ素（ＳｉＯ２）、又はそのフッ素ドープ、炭素ドープ、及び炭素ドープ形態などの低誘電率（ｌｏｗ－ｋ）材料、並びにポリイミド（ＰＩ）、ベンゾシクロブテン（ＢＣＢ）、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、及び／又はシリコーンベースのポリマー誘電体などのスピンオン有機ポリマー誘電体であってもよい。図示された構成及び例示的な材料は、単に様々な態様の説明を助けるために提供されており、開示された様々な態様を限定すると解釈されるべきではないことが理解されよう。例えば、３プレート構成が示されているが、本開示の様々な態様は、ＭＩＭキャパシタ内の４つ以上のプレートを可能にする。

【００２１】

[0030] 本開示のいくつかの態様では、第１の上部コンタクト１１０は、電源（図示せず）に結合され得る第１の電力接続部に結合され得る。第２の上部コンタクト１２０は、電源に結合され得る第２の電力接続部に結合され得る。いくつかの態様では、電源は、第１の電力接続部及び第２の電力接続部から離れて配置され得る。いくつかの態様では、電源は、第１の電力接続部及び第２の電力接続部に対してローカルであってもよく、又は第１の電力接続部及び第２の電力接続部と直接接触していてもよい。いくつかの態様では、第１の電力接続部は、正電位（例えば、Ｖｄｄ）にあるように構成され得る。第２の電力接続部は、負電位（例えば、Ｖｓｓ）又は接地にあるように構成され得る。他の態様では、これらを逆であってもよく、したがって、第１の電力接続部がＶｓｓ又は接地にあるように構成され、第２の電力接続部がＶｄｄにあるように構成される。第１の電力接続部及び第２の電力接続部は、少なくとも部分的に、金属層Ｍｘ＋１の部分から形成され得るか、又は上部コンタクトを他の金属層に結合するビアを使用して上部コンタクトに結合され得る。電力入力に近接してＭＩＭキャパシタを有することは、電力分配ネットワークの改善された減結合及び性能を提供することが理解されるであろう。本明細書に開示される様々な態様は、減結合キャパシタ用途に限定されず、任意の従来のキャパシタ用途において使用され得ることが理解されよう。

【００２２】

[0031] 図２は、本開示の１つ又は複数の態様にかかるマルチプレートＭＩＭキャパシタ２５０を含むデバイス２００の部分断面図を示している。いくつかの態様では、デバイス２００は、ダイ、集積回路、パッケージなどであり得る。更に、デバイス２００は、

集積デバイス内に複数の構成要素を含み得て、その一部のみが示されていることが理解されよう。図示されるように、デバイス２００は、第１の金属間誘電体（ＩＭＤ）層２３０と、第２のＩＭＤ層２３５とを含み得て、その各々は、誘電体材料の１つ又は複数の層を含み得る。第１のＩＭＤ層２３０は、第１の金属層Ｍｘ上に配置されている。第２の金属層Ｍｘ＋１は、１つ又は複数のビア２６５とともに第２のＩＭＤ層２３５に少なくとも部分的に埋め込まれる。第２のＩＭＤ層２３５は、第１の上部コンタクト２１０及び第２の上部コンタクト２２０などのＭｘ＋１金属層に形成されたＭＩＭキャパシタ上部コンタクトを有し得る。第１の上部コンタクト２１０は、ＭＩＭキャパシタ２５０の第１のプレート２５２及びＭＩＭキャパシタ２５０の第３のプレート２５６に直接結合され得る。上部コンタクト２１０は、第２のＩＭＤ層２３５内に形成された第１のメサ２３１上に配置され得る。いくつかの態様では、第１のメサ２３１は、上面図から見たときにほぼ円形の形状を有するように、テーパ付き側面を有し、円錐構造として形成され得る。いくつかの態様では、第２の上部コンタクト２２０は、第１の上部コンタクト２１０と同様の構造を有してもよい。第２の上部コンタクト２２０は、ＭＩＭキャパシタ２５０の第２のプレート２５４に結合され得る。第２の上部コンタクト２２０は、第２のＩＭＤ層２３５内に形成された第２のメサ２３２上に配置され得る。いくつかの態様では、第２のメサ２３２は、上面図から見たときにほぼ円形の形状を有するように、テーパ付き側面を有し、円錐構造として形成され得る。

【００２３】

［0032］ マルチプレートＭＩＭキャパシタ２５０は、３プレート構成で示され、ＭＩＭキャパシタ２５０の第１の絶縁体２５３によって第１のプレート２５２から分離された第２のプレート２５４を含む。第２のプレート２５４は、第２の絶縁体２５５によって第３のプレート２５６から分離される。上記で説明したように、第１のプレート２５２及び第３のプレート２５６は、第１の上部コンタクト２１０に結合され、第２のプレート２５４は、第２の上部コンタクト２２０に結合され、これは、ＭＩＭキャパシタ２５０への両方の接続が同じ側に配置されることを可能にする。更に、いくつかの態様では、第１のプレート２５２、第１の絶縁体２５３、第２のプレート２５４、第２の絶縁体２５５、及び第３のプレート２５６は、上部コンタクト２１０及び２２０を越えて、更にはビア２６５を越えて延在してもよい。他の構成が本明細書で説明される。したがって、開示された様々な態様は、図示された例示的な構成に限定されない。

【００２４】

［0033］ 第２のＩＭＤ層２３５は、ビア２６５を使用して金属層Ｍｘ内に形成された金属トレース２４０に結合され得る金属トレース２６０など、Ｍｘ＋１金属層から形成された追加の構造を有し得る。金属トレース２４０及び２６０並びにビア２６５は、正電位、接地電位、デジタル信号、アナログ信号、又はデバイス２００内でルーティングするための任意の他の好適な信号に結合され得る。

【００２５】

［0034］ 更に、いくつかの態様では、追加の別個のＭＩＭキャパシタが形成される。例えば、任意のＭＩＭキャパシタ２７０は、第１の上部コンタクト２１０に結合され得る。同様に、任意のＭＩＭキャパシタ２８０は、第２の上部コンタクト１２０に結合され得る。例示的な構成が図５に部分的に示されている。別の上部コンタクト（図示せず）が、上部コンタクト２１０に隣接し、ＭＩＭキャパシタ２７０の中央プレートに結合され得ることが理解されよう。同様に、更に別の上部コンタクト（図示せず）が、第２の上部コンタクト２２０に隣接（しかし、断面図では見えない）、ＭＩＭキャパシタ２８０の上部プレート及び下部プレートに結合され得る。更なる態様では、他のコンタクトの一方又は両方は、Ｍｘ金属層又はＭｘ＋１とは異なる他の金属層に配置され得る。したがって、ＭＩＭキャパシタの一部が同じ金属層上に上部コンタクトを有し、他の部分が異なる金属層上にコンタクトを有することが可能である。

【００２６】

［0035］ 様々なプレート（例えば、２５２、２５４、及び２５６）並びに他の金属層

及び構造（例えば、２１０、２１５、２２０、２２５、２４０、２６０、及び２６５）は、銅（Ｃｕ）、アルミニウム（ＡＬ）、銀（Ａｇ）、金（Ａｕ）、チタン（Ｔｉ）、ニッケル（Ｎｉ）、合金、又はそれらの組み合わせなど、任意の高導電性材料であってもよいことが理解されよう。絶縁体（例えば、２５３及び２５５）は、高誘電率（ｈｉｇｈ－ｋ）材料であってもよい。第１のＩＭＤ層２３０及び第２のＩＭＤ層２３５は、各々、ドープ二酸化ケイ素（ＳｉＯ２）、又はそのフッ素ドープ、炭素ドープ、及び炭素ドープ形態などの低誘電率（ｌｏｗ－ｋ）材料、並びにポリイミド（ＰＩ）、ベンゾシクロブテン（ＢＣＢ）、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、及び／又はシリコーンベースのポリマー誘電体などのスピンオン有機ポリマー誘電体であってもよい。図示された構成及び例示的な材料は、単に様々な態様の説明を助けるために提供されており、開示された様々な態様を限定すると解釈されるべきではないことが理解されよう。例えば、３プレート構成が示されているが、本開示の様々な態様は、ＭＩＭキャパシタ内の４つ以上のプレートを可能にする。

【００２７】

［0036］ 本明細書に開示される様々な態様によれば、少なくとも１つの態様は、マルチプレートＭＩＭキャパシタ（例えば、１５０、２５０）を含む装置を含む。装置は、第１の上部コンタクト（１１０、２１０）と、第１の上部コンタクトに隣接する第２の上部コンタクト（１２０、２２０）と、第１の上部コンタクトの下方に配置され、第１の上部コンタクトに電気的に結合された金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタ（１５０、２５０）の第１のプレート（１５２、２５２）と、第１のプレート（１５２、２５２）上に配置されたＭＩＭキャパシタ（１５０、２５０）の第１の絶縁体（１５３、２５３）と、第１の絶縁体（１５３、２５３）上に配置され、第２の上部コンタクト（１２０、２２０）に電気的に結合されたＭＩＭキャパシタの第２のプレート（１５４、２５４）と、第２のプレート（１５４、２５４）上に配置されたＭＩＭキャパシタの第２の絶縁体（１５５、２５５）と、第２の絶縁体上に配置され、第１の上部コンタクト（１１０、２１０）に電気的に結合されたＭＩＭキャパシタ（１５０、２５０）の第３のプレート（１５６、２５６）と、を含む。開示された様々な態様は、様々な技術的利点を提供することが理解されよう。例えば、少なくともいくつかの態様では、両方のＭＩＭコンタクトを隣接して同じ側に有することは、改善された製造を可能にし、標準的な金属及びビアプロセスと互換性がある。他の技術的利点は、本明細書に開示される様々な態様から認識され、これらの技術的利点は、単に例として提供され、本明細書に開示される様々な態様のいずれかを限定するように解釈されるべきではない。

【００２８】

［0037］ この態様の他の実施形態は、以下の特徴のうちの１つ又は複数を含む。装置は、第１の上部コンタクトの下方に配置された第１のメサ（１３１、２３１）と、第２の上部コンタクトの下方に配置された第２のメサ（１３２、２３２）とを含み得る。いくつかの態様では、第１の上部コンタクト（１１０）と第１のメサとの間に配置された第１の部分ビア（１１５）であって、第１のプレート及び第３のプレートが、第１の部分ビア（１１５）を介して第１の上部コンタクト（１１０）に電気的に結合され得る、第１の部分ビアと、第２の上部コンタクト（１２０）と第２のメサ（１３２）との間に配置された第２の部分ビア（１２５）であって、第２のプレート（１５４）が、第２の部分ビアを介して第２の上部コンタクト（１２０）に電気的に結合される、第２の部分ビアと、を含む。他の態様では、第１の上部コンタクト（２１０）は、第１のメサ（２３１）上に直接配置され、第２の上部コンタクト（２２０）は、第２のメサ（２３２）上に直接配置される。第１の上部コンタクト（１１０、２２０）及び第２の上部コンタクト（１２０、２２０）は、第２のＩＭＤ層（１３５、２３５）内に少なくとも部分的に配置される。第１の上部コンタクト（１１０、２１０）及び第２の上部コンタクト（１２０、２２０）は、第２のＩＭＤ層（１３５、２３５）内の同じ金属層（Ｍｘ＋１）内にある。第１のＩＭＤ層（１３０、２３０）は、下部金属層（Ｍｘ）上に配置される。追加の態様は、本明細書に開示される様々な態様から理解されよう。

【００２９】
［0038］本開示の設計の態様を十分に説明するために、製造方法が提示される。他の製造方法も可能であり、説明される製造方法は、本明細書に開示される概念の理解を助けるためにのみ提示される。
【００３０】
［0039］図３Ａ－図３Ｋは、本開示の１つ又は複数の態様にかかる、図１及び図２に示すデバイスなどのデバイス３００を製造する例示的な部分を示している。図３Ａ－図３Ｋは、一般に、製造の様々な段階の断面図を示している。
【００３１】
［0040］図３Ａは、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス３００の製造プロセスの一部を示している。図３Ａに示すように、プロセスは、金属間誘電体（ＩＭＤ）層３３０が金属層Ｍｘ上に堆積されることから開始することができる。
【００３２】
［0041］図３Ｂは、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス３００の製造プロセスの一部を示している。図３Ｂに示すように、プロセスは、金属層Ｍｘ上に堆積されたＩＭＤ層３３０で継続することができる。この部分では、ＩＭＤ層３３０がパターニング及びエッチングされて、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２を形成する。いくつかの態様では、ＩＭＤ層３３０は、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２の高さ以上の厚さを有する１つの層を堆積することによって形成されてもよい。代替的な態様では、ＩＭＤ層３３０は、２つ以上の層を堆積させることによって形成されてもよく、次いで、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２を形成するためにパターニング及びエッチングされてもよい。
【００３３】
［0042］図３Ｃは、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス３００の製造プロセスの一部を示している。図３Ｂに示すように、プロセスは、ＩＭＤ層３３０が金属層Ｍｘ上に堆積され、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２が形成された状態で継続することができる。この部分では、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２を含むＩＭＤ３３０上に、ＭＩＭキャパシタ３５０用の第１の金属３８１（完全には形成されていない）が堆積される。第１の金属３８１はパターニング及びエッチングされ、一部が第１のプレート３５２を形成するために使用され、第１のプレートは、第１の金属３８１の他の部分に依然として接続される。いくつかの態様では、第１のプレート３５２及びＭＩＭキャパシタ３５０は、ＭＩＭキャパシタ３５０ノード領域を越えて（例えば、第１のメサ３３１の反対側に）延在し得る。更に、図示されるように、第１の金属３８１は、第１のメサ３３１上に延在するが、第２のメサ３３２から除去されている。いくつかの態様では、追加のＭＩＭキャパシタが存在する場合、他のＭＩＭキャパシタのための他のプレートが、この時点で第１の金属３８１から形成されることができることが理解されよう。更に、いくつかの態様では、第１の金属３８１は、他の金属構造を形成するためにパターニングされ得る。同様に、製造プロセスは、ＭＩＭキャパシタ３５０のノード領域（例えば、ＭＩＭキャパシタ３５０の上部コンタクトが形成される領域）及び通常ビア領域に対して同時に進行することができることが理解されよう。
【００３４】
［0043］図３Ｄは、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス３００の製造プロセスの一部を示している。図３Ｄに示すように、プロセスは、ＩＭＤ層３３０が金属層Ｍｘ上に堆積され、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２が形成され、第１の金属３８１が堆積された状態で継続することができる。この部分では、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２を含む第１の金属３８１及びＩＭＤ３３０の上に、ＭＩＭキャパシタ３５０用の第１の絶縁体層３９１（例えば、ｈｉｇｈ－ｋ誘電体）が堆積されている。いくつかの態様では、第１の絶縁体３５３は、第１の絶縁体層３９１の一部から形成される。いくつかの態様では、様々な絶縁体（誘電体）層（例えば、３９１）及び金属層（例えば、３８１）は、コンフォーマル堆積によって形成されることが理解されよう。したがって、次の

層の表面プロファイルは、一般に、前の層の表面プロファイルにしたがう。説明を容易にするために、様々な表面プロファイルが単純な幾何学的形状として示されている。しかしながら、これらの例示は、本明細書に開示される様々な態様を限定するものと解釈されるべきではない。更に、図示された態様は、構造の一部のみを表すことが理解されよう。

【００３５】

［0044］ 図３Ｅは、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス３００の製造プロセスの一部を示している。図３Ｅに示すように、プロセスは、ＩＭＤ層３３０が金属層Ｍｘ上に堆積され、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２が形成された状態で継続することができる。更に、第１の金属３８１及び第１の絶縁体層３９１が堆積される。この部分では、ＭＩＭキャパシタ３５０用の第２の金属３８２（完全には形成されていない）が、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２上を含む第１の絶縁体層３９１上に堆積される。第２の金属３８２は、パターニング及びエッチングされ、一部が第２のプレート３５４を形成するために使用され、第２のプレートは、第２の金属３８２の他の部分に依然として接続される。更に、図示されるように、第２の金属３８２は、第２のメサ３３２上に延在するが、第１のメサ３３１から除去されている。いくつかの態様では、追加のＭＩＭキャパシタが存在する場合、他のＭＩＭキャパシタのための他のプレートが、この時点で第２の金属３８２から形成されることができることが理解されよう。

【００３６】

［0045］ 図３Ｆは、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス３００の製造プロセスの一部を示している。図３Ｄに示すように、プロセスは、ＩＭＤ層３３０が金属層Ｍｘ上に堆積され、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２が形成された状態で継続することができる。更に、第１の金属３８１、第１の絶縁体層３９１、及び第２の金属３８２が堆積される。この部分では、ＭＩＭキャパシタ３５０のための第２の絶縁体層３９２（例えば、ｈｉｇｈ－ｋ誘電体）が、第２の金属３８２上に堆積され、第１の絶縁体層３９１の露出部分が、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２を含むＩＭＤ層３３０の上に堆積される。いくつかの態様では、第２の絶縁体３５５は、第２の絶縁体層３９２の一部から形成される。他の態様では、第２の絶縁体層３９２は、ＭＩＭキャパシタ３５０のノード領域を越えて延在し得る第２の絶縁体及び／又は他の絶縁体構造を形成する。更に、第１の絶縁体層３９１及び第２の絶縁体３９２が重なり合う図のセクションは、これらの部分が説明の便宜上共通の絶縁体要素として表され得るため、３９１＋３９２と呼ばれることがあることが理解されよう。

【００３７】

［0046］ 図３Ｇは、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス３００の製造プロセスの一部を示している。図３Ｇに示すように、プロセスは、ＩＭＤ層３３０が金属層Ｍｘ上に堆積され、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２が形成された状態で継続することができる。更に、第１の金属３８１、第１の絶縁体層３９１、第２の金属３８２、及び第２の絶縁体層３９２が堆積される。図示の態様では、第１の絶縁体層３９１と第２の絶縁体層３９２とが重なり合う場合、これらのセクションは、３９１＋３９２と呼ばれることがある。プロセスのこの部分では、ＭＩＭキャパシタ３５０のための第３の金属３８３が、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２の上を含む第２の絶縁体層３９２の上に堆積される。第３の金属３８３は、パターニング及びエッチングされ、一部が第２のプレート３５５を形成するために使用され、第２のプレートは、第３の金属３８３の他の部分に依然として接続される。更に、図示されるように、第３の金属３８３は、第１のメサ３３１の上に延在するが、第２のメサ３３２から除去されている。いくつかの態様では、追加のＭＩＭキャパシタが存在する場合、他のＭＩＭキャパシタのための他のプレートが、この時点で第３の金属３８３から形成されることができることが理解されよう。

【００３８】

［0047］ 図３Ｈは、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス３００の製造プロセスの一部を示している。図３Ｈに示すように、プロセスは、ＩＭＤ層３３０が金属層Ｍｘ上に堆積され、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２が形成された状態で継続するこ

とができる。更に、第１の金属３８１、第１の絶縁体層３９１、第２の金属３８２、及び第２の絶縁体層３９２、及び第３の金属３８３が堆積される。この部分では、第２のＩＭＤ層３３５が、第３の金属３８３及び第２の絶縁体層３９２の露出部分の上に堆積される。化学機械研磨（ＣＭＰ）が行われて、余分な材料を除去し、デバイス３００の他の部分とともに第１のメサ及び第２のメサの上面を平坦化する。図示されるように、第１のプレート３５２及び第３のプレート３５６の延長部は、組み合わされた第１の絶縁体３５３及び第２の絶縁体３５５とともに、第１のメサ３３１の上部に隣接して露出される。第１のプレート３５２及び第３のプレート３５６は、第１のメサ３３１において第１の絶縁体３５３及び第２の絶縁体３５５によって分離される。更に、第２のプレート３５４の延長部は、第２のメサ３３２の上部に隣接して露出される。第２のプレート３５４の延長部は、第２のメサ３３２において第１の絶縁体３５３と第２の絶縁体３５５との間に配置される。

【００３９】

［0048］図３Ｉは、本開示の１つ又は複数の態様にかかる、図３Ｈに示された製造プロセスの一部におけるデバイス３００の一部の上面図を示している。図３Ｉに示すように、第１のプレート３５２及び第３のプレート３５６は、第１のメサ３３１の上部に隣接する側壁上に露出される。第１のプレート３５２及び第３のプレート３５６は、第１のメサ３３１の露出された上部において第１の絶縁体３５３及び第２の絶縁体３５５によって分離される。第２のプレート３５４は、第２のメサ３３２の露出された上部に隣接する側壁上で露出される。第２のプレート３５４は、第２のメサ３３２の露出された上部に隣接する側壁上に露出されて隣接する第１の絶縁体３５３と第２の絶縁体３５５との間に配置される。いくつかの態様では、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２の上部断面は、ほぼ円形の形状を有し得るが、第１のメサ３３１及び第２のメサ３３２の断面は、円形の形状に限定されず、第１のメサ３３１及び／又は第２のメサ３３２に対して任意の幾何学的構成が使用されることができることが理解されよう。例えば、メサは、上から見たときに楕円形、正方形、又は長方形の断面を有することができる。

【００４０】

［0049］図３Ｊは、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス３００の製造プロセスの一部を示している。図３Ｊに示すように、プロセスは、図３Ｈから継続することができる。いくつかの態様では、デバイス３００は、ダイ、集積回路、パッケージなどであり得る。更に、デバイス３００は、集積デバイス内に複数の構成要素を含み得て、その一部のみが示されていることが理解されよう。図示されるように、デバイス３００は、第１のＩＭＤ層３３０を含み得て、これは、誘電体材料の１つ又は複数の層を含み得る。第１のＩＭＤ層３３０は、第１の金属層Ｍｘ上に配置される。プロセスのこの部分では、部分ビア３１５が第１のメサ３３１上に堆積され、それにより、部分ビア３１５が第１のプレート３５２及び第３のプレート３５６に電気的に接触することを可能にする。部分ビア３２５は、第２のメサ３３２上に堆積され、これにより、部分ビア３２５が第２のプレート３５４に電気的に接触することを可能にする。更に、ビア３６５は、Ｍｘ金属層内にある金属トレース３４０と電気的に接触するように形成される。更に、第２の金属層Ｍｘ＋１が、部分ビア３１５及び３２５、ビア３６５、並びに第２のＩＭＤ３３５の露出部分の上に堆積される。第２の金属層Ｍｘ＋１は、パターニング及びエッチングされて、第１の上部コンタクト３１０、第２の上部コンタクト３２０、及び金属トレース３６０を形成する。第１の上部コンタクト３１０は、部分ビア３１５を介して第１のプレート３５２及び第３のプレート３５６に電気的に結合される。第２の上部コンタクト３２０は、部分ビア３２５を介して第２のプレート３５４に電気的に結合される。第２のＩＭＤ層３３５に１つ又は複数の追加の層が追加されることができ、それによって、第１の上部コンタクト３１０、第２の上部コンタクト３２０、及び金属トレース３６０が、ビア３６５並びに部分ビア３１５及び３２５とともに第２のＩＭＤ層３３５に少なくとも部分的に埋め込まれることを可能にする。

【００４１】

［0050］したがって、デバイス３００は、上述したデバイス１００と同様であることが理解されよう。第２のＩＭＤ層３３５は、第１の上部コンタクト３１０及び第２の上部コンタクト３２０など、Ｍｘ＋１金属層内に形成された上部コンタクトを有する。第１の上部コンタクト３１０は、ＭＩＭキャパシタ３５０の第１のプレート３５２及びＭＩＭキャパシタ３５０の第３のプレート３５６への電気的接続を容易にするために、第１の部分ビア３１５に結合され得る。第１の部分ビア３１５は、第１のＩＭＤ層３３０に形成された第１のメサ３３１上に配置され得る。いくつかの態様では、第１のメサ３３１は、上面図から見たときにほぼ円形の形状を有するように、テーパ付き側面を有し、円錐構造として形成され得る。いくつかの態様では、第２の上部コンタクト３２０は、第１の上部コンタクト３１０と同様の構造を有してもよい。第２の上部コンタクト３２０は、ＭＩＭキャパシタ３５０の第２のプレート３５４への電気的接続を容易にするために、第２の部分ビア３２５に結合され得る。第２の部分ビア３２５は、第１のＩＭＤ層３３０内に形成された第２のメサ３３２上に配置され得る。いくつかの態様では、第２のメサ３３２は、上面図から見たときにほぼ円形の形状を有するように、テーパ付き側面を有し、円錐構造として形成され得る。

【００４２】

［0051］マルチプレートＭＩＭキャパシタ３５０は、３プレート構成で示され、ＭＩＭキャパシタ３５０の第１の絶縁体層３５３によって第１のプレート３５２から分離された第２のプレート３５４を含む。第２のプレート３５４は、第２の絶縁体３５５によって第３のプレート３５６から分離される。上記で説明したように、第１のプレート３５２及び第３のプレート３５６は、第１の上部コンタクト３１０に結合され、第２のプレート３５４は、第２の上部コンタクト３２０に結合され、これは、ＭＩＭキャパシタ３５０への両方の接続が同じ側に配置されることを可能にする。

【００４３】

［0052］ＩＭＤ層３３０は、ビア３６５によって金属層Ｍｘ内に形成された金属トレース３４０に結合され得る金属トレース３６０など、Ｍｘ＋１金属層から形成された追加の構造を有し得る。金属トレース３４０及び３６０並びにビア３６５は、正電位、接地電位、デジタル信号、アナログ信号、又はデバイス３００内でルーティングするための任意の他の好適な信号に結合され得る。

【００４４】

［0053］図３Ｋは、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス３０２の製造プロセスの一部を示している。図３Ｋに示すように、プロセスは、図３Ｈから継続することができる。いくつかの態様では、デバイス３０２は、ダイ、集積回路、パッケージなどであり得る。更に、デバイス３０２は、集積デバイス内に複数の構成要素を含み得て、その一部のみが示されていることが理解されよう。図示されるように、デバイス３０２は、第１のＩＭＤ層３３０を含み得て、これは、誘電体材料の１つ又は複数の層を含み得る。第１のＩＭＤ層３３０は、第１の金属層Ｍｘ上に配置される。プロセスのこの部分では、ビア３６５は、Ｍｘ金属層内にある金属トレース３４０と電気的に接触するように形成される。更に、第２の金属層Ｍｘ＋１が、第１のメサ３３１、第２のメサ３３２、ビア３６５、及び第２のＩＭＤ　３３５の一部の上に堆積される。第２の金属層Ｍｘ＋１は、パターニング及びエッチングされて、第１の上部コンタクト３１０、第２の上部コンタクト３２０、及び金属トレース３６０を形成する。第１の上部コンタクト３１０は、直接接触を介して第１のプレート３５２及び第３のプレート３５６に電気的に結合される。第２の上部コンタクト３２０は、直接接触を介して第２のプレート３５４に電気的に結合される。第２のＩＭＤ層３３５に１つ又は複数の追加の層が追加されることができ、それによって、第１の上部コンタクト３１０、第２の上部コンタクト３２０、及び金属トレース３６０が、ビア３６５とともに第２のＩＭＤ層３３５に少なくとも部分的に埋め込まれることを可能にする。

【００４５】

［0054］したがって、デバイス３０２は、上述したデバイス２００と同様であること

が理解されよう。第２のＩＭＤ層３３５は、第１の上部コンタクト３１０及び第２の上部コンタクト３２０など、Ｍｘ＋１金属層内に形成された上部コンタクトを有する。第１の上部コンタクト３１０は、ＭＩＭキャパシタ３５０の第１のプレート３５２及びＭＩＭキャパシタ３５０の第３のプレート３５６に直接電気的に結合され得る。いくつかの態様では、第１のメサ３３１は、上面図から見たときにほぼ円形の形状を有するように、テーパ付き側面を有し、円錐構造として形成され得る。いくつかの態様では、第２の上部コンタクト３２０は、第１の上部コンタクト３１０と同様の構造を有してもよい。第２の上部コンタクト３２０は、ＭＩＭキャパシタ３５０の第２のプレート３５４に直接電気的に結合され得る。いくつかの態様では、第２のメサ３３２は、上面図から見たときにほぼ円形の形状を有するように、テーパ付き側面を有し、円錐構造として形成され得る。

【００４６】

[0055] マルチプレートＭＩＭキャパシタ３５０は、３プレート構成で示され、ＭＩＭキャパシタ３５０の第１の絶縁体層３５３によって第１のプレート３５２から分離された第２のプレート３５４を含む。第２のプレート３５４は、第２の絶縁体３５５によって第３のプレート３５６から分離される。上記で説明したように、第１のプレート３５２及び第３のプレート３５６は、第１の上部コンタクト３１０に結合され、第２のプレート３５４は、第２の上部コンタクト３２０に結合され、これは、ＭＩＭキャパシタ３５０への両方の接続が同じ側に配置されることを可能にする。

【００４７】

[0056] ＩＭＤ層３３０は、ビア３６５によって金属層Ｍｘ内に形成された金属トレース３４０に結合され得る金属トレース３６０など、Ｍｘ＋１金属層から形成された追加の構造を有し得る。金属トレース３４０及び３６０並びにビア３６５は、正電位、接地電位、デジタル信号、アナログ信号、又はデバイス３０２内でルーティングするための任意の他の好適な信号に結合され得る。

【００４８】

[0057] 図４は、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス４００の一部を示している。いくつかの態様では、デバイス４００は、ダイ、集積回路、パッケージなどであり得る。更に、デバイス４００は、集積デバイス内に複数の構成要素を含み得て、その一部のみが示されていることが理解されよう。図示されるように、デバイス４００は、前述のＭＩＭキャパシタ（例えば、１５０、２５０、３５０）と構造が同様であるマルチプレートＭＩＭキャパシタ４５０を含み得る。マルチプレートＭＩＭキャパシタ４５０は、第１のプレート４５２、第２のプレート４５４、及び第３のプレート４５６を有する。第１のプレート４５２及び第３のプレート４５６を形成する金属の部分は、第１のメサ４３１の側壁まで延在し、第１のメサ４３１の周りの円形リングとして示されている。第１のプレート４５２及び第３のプレート４５６は、第１の絶縁体４５３及び第２の絶縁体４５５によって分離されており、これらは、第１のメサ４３１の周りの組み合わされた同心円として示されているが、第１のプレート４５２、第２のプレート４５４、及び第３のプレート４５６の斜視図の間の層として具体的に示されていない。第２のプレート４５４を形成する金属の部分は、第２のメサ４３１の側壁まで延在し、第１のメサ４３１の周りの円形リングとして示されている。第２のプレート４５４は、第２のメサ４３２の周りの同心円として示されている第１の絶縁体４５３と第２の絶縁体４５５との間に配置されている。いくつかの態様では、図示されるように、第１のプレート４５２、第２のプレート４５４、及び第３のプレート４５６は、第１のメサ４３１及び第２のメサ４３２を越えて延在し、いくつかの態様では、ビア４６５の周りに延在する。開示されているこれらの様々な態様は、これらの例示的な寸法に限定されないことが理解されよう。

【００４９】

[0058] 図５は、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス５００の一部を示している。いくつかの態様では、デバイス５００は、ダイ、集積回路、パッケージなどであり得る。更に、デバイス５００は、集積デバイス内に複数の構成要素を含み得て、その一部のみが示されていることが理解されよう。図示されるように、デバイス５００は、前述

のＭＩＭキャパシタ（例えば、１５０、２５０、３５０）と構造が同様であるマルチプレートＭＩＭキャパシタ５５０を含み得る。マルチプレートＭＩＭキャパシタ５５０は、第１のプレート５５２、第２のプレート５５４、及び第３のプレート５５６を有する。第１のプレート５５２及び第３のプレート５５６を形成する金属の部分は、第１のメサ５３１の側壁まで延在し、第１のメサ５３１の周りの円形リングとして示されている。第１のプレート５５２及び第３のプレート５５６は、第１の絶縁体５５３及び第２の絶縁体５５５によって分離されており、これらは、第１のメサ５３１の周りの組み合わされた同心円として示されている。第２のプレート５５４を形成する金属の部分は、第２のメサ５３２の側壁まで延在し、第１のメサ５３１の周りの円形リングとして示されている。第２のプレート５５４は、第２のメサ５３２の周りの同心円として示されている第１の絶縁体５５３と第２の絶縁体５５５との間に配置されている。いくつかの態様では、図示されるように、第１のプレート５５２、第２のプレート５５４、及び第３のプレート５５６は、第１のメサ５３１と第２のメサ５３２との間に配置され得る。追加のＭＩＭキャパシタ（例えば、ＭＩＭキャパシタ５７０及びＭＩＭキャパシタ５８０）は、メサの周りの接点のうちの１つに結合され得る。例えば、ＭＩＭキャパシタ５７０は、第１のメサ５３１において第１のプレート５５２及び第３のプレート５５６に結合され得る。同様に、ＭＩＭキャパシタ５８０は、第１のメサ５３２において第２のプレート５５４に結合され得る。更に、ＭＩＭキャパシタ５８０の第１及び第３のプレートのための接点５８５は、第２のメサ５３２からオフセットされ得る。したがって、開示されているこれらの様々な態様は、図示された構成に限定されないことが理解されよう。

【００５０】

［0059］ 図６は、本開示の１つ又は複数の態様にかかるデバイス６００の一部を示している。いくつかの態様では、デバイス６００は、ダイ、集積回路、パッケージなどであり得る。更に、デバイス６００は、集積デバイス内に複数の構成要素を含み得て、その一部のみが示されていることが理解されよう。図示されるように、デバイス６００は、前述のＭＩＭキャパシタ（例えば、１５０、２５０、３５０）と構造が同様であるマルチプレートＭＩＭキャパシタ６５０を含み得る。マルチプレートＭＩＭキャパシタ６５０は、第１のプレート６５２、第２のプレート６５４、及び第３のプレート６５６を有する。第１のプレート６５２及び第３のプレート６５６を形成する金属の部分は、第１のメサ６３１の側壁まで延在し、第１のメサ６３１の周りの半円形リングとして示されている。第１のプレート６５２及び第３のプレート６５６は、第１の絶縁体６５３及び第２の絶縁体６５５によって分離されており、これらは、第１のメサ６３１の周りの組み合わされた同心円として示されている。図示されるように、第１の絶縁体６５３及び第２の絶縁体６５５は、第１のメサ６３１において、第２のプレート６５４がこの部分に延在しないため、結合され得ることが理解されよう。代替的に、いくつかの態様では、第１の絶縁体６５３及び第２の絶縁体６５５のうちの１つのみが、第１のメサ６３１の側壁上に延在し得る。第２のプレート６５４を形成する金属の部分は、第２のメサ６３２の側壁まで延在し、第１のメサ６３１の周りの半円形リングとして示されている。第２のプレート６５４は、第１の絶縁体６５３と第２の絶縁体６５５との間に配置され、これらは、第２のメサ６３２の周りの同心半円として示されている。いくつかの態様では、図示されるように、第１のプレート６５２、第２のプレート６５４、及び第３のプレート６５６は、第１のメサ６３１と第２のメサ６３２との間に配置され得る。追加のＭＩＭキャパシタ（例えば、ＭＩＭキャパシタ６７０及びＭＩＭキャパシタ６８０）が、メサの周りの接点のうちの１つに結合され得る。例えば、図示された断面詳細において、ＭＩＭキャパシタ６７０は、第１のプレート６７２、第２のプレート６７４、及び第３のプレート６７６を有する。第１のプレート６７２及び第３のプレート６７６を形成する金属の部分は、第１のメサ６３１の側壁まで延在し、第１のメサ６３１の周りの半円形リングとして示されている。メサ６３１の側壁上の第１のプレート６７２及び第３のプレート６７６の部分は、第１の絶縁体６７３及び／又は第２の絶縁体６７５によって分離されており、これらは、第１のメサ６３１の周りの組み合わされた同心円として示されている。この構成では、ＭＩＭキャパシタ６７０

の第１のプレート６７２及び第３のプレート６７６は、ＭＩＭキャパシタ６５０の第１のプレート６５２及び第３のプレート６５６から分離される。ＭＩＭキャパシタ６８０の様々なプレート及び絶縁体はまた、ＭＩＭキャパシタ６５０のプレート及び絶縁体から分離され得ることが理解されよう。しかしながら、代替的な構成では、プレート及び絶縁体のうちの１つ又は複数は共通であってもよい。例えば、いくつかの態様では、ＭＩＭキャパシタ６５０及びＭＩＭキャパシタ６７０の金属プレートは分離され得るが、絶縁体（例えば、６５３／６７３及び６５５／６７５）のうちの１つ又は複数は、ＭＩＭキャパシタ６５０とＭＩＭキャパシタ６７０との間の連続層であり得る。更なる代替的な態様では、ＭＩＭキャパシタ６５０は、（上の図において）１８０°回転され得るか、又は（下の図において）水平に反転され得る。この構成では、メサ６３１（図示せず）が左右両方に第１の金属プレート及び第３の金属プレートを有する代わりに、メサ６３１（図示せず）の左部が第１の金属プレート及び第３の金属プレートを有し、メサ６３１（図示せず）の右部が第２の金属プレートを有する。したがって、様々な構成が当業者によって理解され、開示された様々な態様が図示された構成に限定されないことが理解されよう。

【００５１】

[0060] 図７は、本開示のいくつかの例にかかる例示的なモバイルデバイスを示している。ここで図７を参照すると、例示的な態様にしたがって構成されたモバイルデバイスのブロック図が描かれており、全体がモバイルデバイス７００として指定されている。いくつかの態様では、モバイルデバイス７００は、ワイヤレス通信デバイスとして構成され得る。図示のように、モバイルデバイス７００は、プロセッサ７０１を含む。プロセッサ７０１は、ダイ間リンク又はチップ間リンクであり得るリンクを介してメモリ７３２に通信可能に結合される。モバイルデバイス７００はまた、ディスプレイ７２８およびディスプレイコントローラ７２６を含み、ディスプレイコントローラ７２６は、プロセッサ７０１およびディスプレイ７２８に結合される。

【００５２】

[0061] いくつかの態様では、図７は、プロセッサ７０１に結合されたコーダ／デコーダ（Coder/Decoder、ＣＯＤＥＣ）７３４（例えば、オーディオおよび／又は音声コーデック）と、コーデック７３４に結合されたスピーカ７３６及びマイクロフォン７３８と、ワイヤレスアンテナ７４２及びプロセッサ７０１に結合されたワイヤレス回路７４０（モデム、ＲＦ回路、フィルタなどを含み得て、本明細書で開示されるように、マルチプレートＭＩＭキャパシタを含む１つ又は複数のデバイスを使用して実装され得る）と、を含み得る。

【００５３】

[0062] 上述したブロックのうちの１つ又は複数が存在する特定の態様では、プロセッサ７０１、ディスプレイコントローラ７２６、メモリ７３２、コーデック６３４、及びワイヤレス回路７４０は、本明細書に開示されるように、裏面ＢＥＯＬメタライゼーションにおいてＭＩＭキャパシタを含む１つ又は複数のデバイスを使用して実装され得るを使用して実装され得るシステムインパッケージデバイス又はシステムオンチップデバイス７２２の中に含まれることができる。入力デバイス７３０（例えば、物理キーボード又は仮想キーボード）、電源７４４（例えば、埋め込み）、ディスプレイ７２８、入力デバイス７３０、スピーカ７３６、マイクロフォン７３８、ワイヤレスアンテナ７４２、及び電源７４４は、システムオンチップデバイス７２２の外部にあってもよく、インターフェース又はトローラなどのシステムオンチップデバイス７２２の構成要素に結合されてもよい。

【００５４】

[0063] 図７がモバイルデバイス７００を示すが、プロセッサ７０１およびメモリ７３２はまた、セットトップボックス、音楽プレーヤ、ビデオプレーヤ、エンターテインメントユニット、ナビゲーションデバイス、携帯情報端末（Personal Digital Assistant、ＰＤＡ）、定置データユニット、コンピュータ、ラップトップ、タブレット、通信デバイス、携帯電話、又は他の同様のデバイスに一体化され得ることに留意されたい。

【００５５】

［００６４］　図８は、本開示の様々な例にかかる前述の集積デバイス又は半導体デバイスのいずれかと一体化され得る様々な電子デバイスを示している。例えば、携帯電話デバイス８０２、ラップトップコンピュータデバイス８０４、及び定置端末デバイス８０６は、各々、一般にユーザ機器（ＵＥ）と見なされてもよく、本明細書で説明されるように、裏面ＢＥＯＬメタライゼーションにＭＩＭキャパシタを含むデバイス８００を含んでもよい。デバイス８００は、例えば、本明細書で説明する集積回路、ダイ、集積デバイス、集積デバイスパッケージ、集積回路デバイス、デバイスパッケージ、集積回路（ＩＣ）パッケージ、パッケージオンパッケージデバイスのいずれかであってもよい。図８に示されるデバイス８０２、８０４、８０６は、例にすぎない。他の電子デバイスはまた、限定されるものではないが、モバイルデバイス、ハンドヘルドパーソナル通信システム（ＰＣＳ）ユニット、携帯情報端末などのポータブルデータユニット、全地球測位システム（ＧＰＳ）対応デバイス、ナビゲーションデバイス、セットトップボックス、音楽プレーヤ、ビデオプレーヤ、エンターテインメントユニット、メータ読取り機器などの定置データユニット、通信デバイス、スマートフォン、タブレットコンピュータ、コンピュータ、ウェアラブルデバイス、サーバ、ルータ、自動車車両（例えば、自律走行車両）内に実装された電子デバイス、モノのインターネット（ＩｏＴ）デバイス、又はデータ若しくはコンピュータ命令を記憶し、若しくは取り出す任意の他のデバイス、あるいはそれらの任意の組合せを含むデバイス（例えば、電子デバイス）のグループを含むデバイス８００を特徴としてもよい。

【００５６】

［００６５］　上記のことから、本明細書に開示されるようなマルチプレートＭＩＭキャパシタを含むデバイスを製造するための様々な方法が存在することが理解されよう。図９は、開示される少なくとも１つの態様にかかる、金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタを含むデバイスを製造するための例示的な方法９００のフローチャートを示している。ブロック９０２において、製造プロセスは、第１のメサ（例えば、１３１、２３１）を形成することを含むことができる。ブロック９０４において、製造プロセスは、第１の上部コンタクトに隣接して第２の上部コンタクト（例えば、１２０、２２０）を形成することを更に含むことができる。ブロック９０６において、製造プロセスは、第１のメサと第２のメサとの間に金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタの第１のプレート（例えば、１５０、２５０）を堆積させることを含むことができ、第１のプレートの一部は、第１のメサまで延在している。ブロック９０８において、製造プロセスは、第１のプレート上にＭＩＭキャパシタの第１の絶縁体（例えば、１５３、２５３）を堆積することを含むことができ、第１の絶縁体の一部は、第１のメサ及び第２のメサまで延在する。ブロック９１０において、製造プロセスは、第１の絶縁体上に配置されたＭＩＭキャパシタの第２のプレート（例えば、１５４、２５４）を堆積させることを含むことができ、第２のプレートの一部は、第２のメサまで延在する。ブロック９１２において、製造プロセスは、第２のプレート上にＭＩＭキャパシタの第２の絶縁体（例えば、１５５、２５５）を堆積することを含むことができ、第２の絶縁体の一部は、第１のメサ及び第２のメサまで延在する。ブロック９１４において、製造プロセスは、第１のメサと第２のメサとの間の第２の絶縁体上にＭＩＭキャパシタの第３のプレート（例えば、１５６、２５６）を堆積させることを含むことができ、第３のプレートの一部は、第１のメサまで延在する。ブロック９１６において、製造プロセスは、第１の上部コンタクトを形成することを含むことができ、第１のメサは、第１のコンタクトの下方に配置され、第１のプレート及び第２のプレートは、第１の上部コンタクトに電気的に結合される。ブロック９１８において、製造プロセスは、第２の上部コンタクトを形成することができ、第２のメサは、第２のコンタクトの下方に配置され、第２のプレートは、第２のコンタクトに電気的に結合される。

【００５７】

［００６６］　上記の開示から、当業者には、本明細書で開示する様々な態様を製造するための追加的なプロセスが明らかになり、上述のプロセスの文字通りの表現は添付の図面に提示されておらずまた図示されていないことが諒解されよう。

【００５８】
［0067］本明細書に開示される様々な態様は、当業者によって説明されおよび／又は認識される構造、材料、および／又はデバイスの機能的等価物として説明できることが理解されよう。例えば、一態様では、装置は、上記で説明した様々な機能を実行するための手段を含み得る。前述の態様が単に例として提供されるにすぎず、特許請求される様々な態様は、例として引用される特定の内容および／又は図に限定されないことが理解されよう。
【００５９】
［0068］図１～図９に示される構成要素、プロセス、特徴、及び／又は機能のうちの１つ又は複数は、単一の構成要素、プロセス、特徴、又は機能に再配置及び／又は組み合わされるか、あるいはいくつかの構成要素、プロセス、又は機能に組み込まれ得る。本開示から逸脱することなく、追加の要素、構成要素、プロセス、及び／又は機能が更に追加されてもよい。本開示内の図１～図９及びそれらに対応する説明は、ダイ及び／又は集積回路（ＩＣ）に限定されないことにも留意されたい。いくつかの実装形態では、図１～図９およびそれに対応する説明は、集積デバイスを製造、作製、提供、および／又は生産するために使用されてもよい。いくつかの実装形態では、デバイスは、ダイ、集積デバイス、ダイパッケージ、集積回路（ＩＣ）、デバイスパッケージ、ＩＣパッケージ、ウエハ、半導体デバイス、パッケージオンパッケージ（ＰｏＰ）デバイス、及び／又はインターポーザを含み得る。
【００６０】
［0069］「例示的（exemplary）」という語は、「例、事例、又は例示として働くこと」を意味するために本明細書で使用される。「例示的」として本明細書で説明されるいずれの詳細も、他の例よりも有利であると解釈されるべきでない。同様に、「例」という用語は、すべての例が説明される特徴、利点又は動作モードを含むことを意味しない。更に、特定の特徴及び／又は構造は、１つ以上の他の特徴及び／又は構造と組み合わせられ得る。その上、本明細書において説明される装置の少なくとも一部分は、本明細書において説明される方法の少なくとも一部分を実行するように構成され得る。
【００６１】
［0070］「接続される」、「結合される」という用語、又はそれらのいかなる変形も、接続が直接接続されるものとして明示的に開示されない限り、要素間の直接的又は間接的な任意の接続又は結合を意味し、仲介要素を介して一体に「接続される」又は「結合される」２つの要素間の中間要素の存在を包含してもよいことに留意されたい。
【００６２】
［0071］本明細書における「第１の」、「第２の」などの呼称を使用する要素へのあらゆる言及は、これらの要素の数量及び／又は順序を限定するものではない。むしろ、これらの呼称は、２つ以上の要素、及び／又は要素の実例を区別する都合のよい方法として使用されている。また、別段に記載されていない限り、要素のセットは、１つ以上の要素を備えることができる。
【００６３】
［0072］情報及び信号が様々な異なる技術及び技法のいずれかを使用して表され得ることを、当業者は理解されよう。例えば、上記の説明全体にわたって言及され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、およびチップは、電圧、電流、電磁波、磁場若しくは磁性粒子、光場もしくは光学粒子、又はそれらの任意の組合せによって表されてもよい。
【００６４】
［0073］本出願において述べられ、又は図示され、又は示されるもののいずれも、構成要素、行為、特徴、利益、利点、又は均等物が特許請求の範囲に記載されているかどうかにかかわらず、それらの構成要素、行為、特徴、利益、利点、又は均等物を公に供することを意図していない。
【００６５】

［0074］上記の発明を実施するための形態では、各例において様々な特徴が互いにグループ化されることが分かる。開示のこの方式は、例示的な条項が、各条項の中で明示的に述べられるよりも多くの特徴を有するという意図として、理解されるべきでない。むしろ、本開示の様々な態様は、開示される個々の例示的な条項のすべての特徴よりも少数の特徴を含むことがある。したがって、以下の条項は、説明に組み込まれるものと見なされるべきであり、各条項は、別個の例として単独で有効であり得る。各従属条項は、その条項の中で、他の条項のうちの１つとの特定の組み合わせに言及し得るが、その従属条項の態様（単数又は複数）は、その特定の組み合わせに限定されない。他の例示的な条項も、任意の他の従属条項若しくは独立条項の主題との従属条項の態様（単数又は複数）の組み合わせ、又は他の従属条項及び独立条項との任意の特徴の組み合わせを含み得ることが理解されよう。特定の組み合わせが意図されないこと（例えば、絶縁体と導体の両方として要素を規定することなどの、矛盾する態様）が明示的に表現されないか又は容易に推測され得ない限り、本明細書で開示される様々な態様は、これらの組み合わせを明確に含む。更に、条項が独立条項に直接従属しない場合でも、条項の態様が任意の他の独立条項に含まれ得ることも意図される。

【００６６】

［0075］以下の番号付きの項目において、実装例について説明する。

【００６７】

［0076］条項１　第１の上部コンタクトと、第１の上部コンタクトに隣接する第２の上部コンタクトと、第１の上部コンタクトの下方に配置された第１のメサと、第２の上部コンタクトの下方に配置された第２のメサと、第１の上部コンタクトの下方に配置され、第１の上部コンタクトに電気的に結合された金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタの第１のプレートと、第１のプレート上に配置されたＭＩＭキャパシタの第１の絶縁体と、第１の絶縁体上に配置され、第２の上部コンタクトに電気的に結合されたＭＩＭキャパシタの第２のプレートと、第２のプレート上に配置されたＭＩＭキャパシタの第２の絶縁体と、第２の絶縁体上に配置され、第１の上部コンタクトに電気的に結合されたＭＩＭキャパシタの第３のプレートと、を備える、装置。

【００６８】

［0077］条項２　第１の上部コンタクトと第１のメサとの間に配置された第１の部分ビアであって、第１のプレート及び第３のプレートが、第１の部分ビアを介して第１の上部コンタクトに電気的に結合される、第１の部分ビアと、第２の上部コンタクトと第２のメサとの間に配置された第２の部分ビアであって、第２のプレートが、第２の部分ビアを介して第２の上部コンタクトに電気的に結合される、第２の部分ビアと、を更に備える、条項１に記載の装置。

【００６９】

［0078］条項３　第１の上部コンタクトが第１のメサ上に直接配置され、第２の上部コンタクトが第２のメサ上に直接配置される、条項１に記載の装置。

【００７０】

［0079］条項４　第１のメサ及び第２のメサが、第１の金属間誘電体（ＩＭＤ）層内に形成される、条項１から３のいずれかに記載の装置。

【００７１】

［0080］条項５　第２の金属間誘電体（ＩＭＤ）層であって、第１の上部コンタクト及び第２の上部コンタクトが、第２のＩＭＤ層内に少なくとも部分的に配置される、第２のＩＭＤ層を更に備える、条項４に記載の装置。

【００７２】

［0081］条項６　第１の上部コンタクト及び第２の上部コンタクトが、第２のＩＭＤ層内の同じ金属層内にある、条項５に記載の装置。

【００７３】

［0082］条項７　下部金属層であって、第１のＩＭＤ層が下部金属層上に配置される、下部金属層を更に備える、条項６に記載の装置。

【００７４】
［0083］ 条項８　第１の絶縁体が高誘電率（ｈｉｇｈ－ｋ）誘電体材料を含み、第１のＩＭＤ層が低誘電率（ｌｏｗ－ｋ）誘電体材料を含む、条項４から７のいずれかに記載の装置。
【００７５】
［0084］ 条項９　第２のＩＭＤ層が、低誘電率（ｌｏｗ－ｋ）誘電体材料を含む、条項５から８のいずれかに記載の装置。
【００７６】
［0085］ 条項１０　第１のプレート、第２のプレート、第３のプレート、第１の絶縁体、及び第２の絶縁体が、第１の上部コンタクトと第２の上部コンタクトとの間に配置される、条項１から９のいずれかに記載の装置。
【００７７】
［0086］ 条項１１　第１のプレート及び第３のプレートが、第１の電力接続部に結合され、第２のプレートが、第２の電力接続部に結合される、条項１から１０のいずれかに記載の装置。
【００７８】
［0087］ 条項１２　第１の電力接続部が、正電位にあるように構成され、第２の電力接続部が、負電位又は接地にあるように構成される、条項１１に記載の装置。
【００７９】
［0088］ 条項１３　第２のＭＩＭキャパシタであって、第１のプレートと第３のプレートとの間に配置された第２のプレートを有し、第１のプレート及び第３のプレートが第１の上部コンタクトに結合される、第２のＭＩＭキャパシタを更に備える、条項１から１２のいずれかに記載の装置。
【００８０】
［0089］ 条項１４　第３のＭＩＭキャパシタであって、第３のＭＩＭキャパシタが第１のプレートと第３のプレートとの間に配置された第２のプレートを有し、第２のプレートが第２の上部コンタクトに結合される、第３のＭＩＭキャパシタを更に備える、条項１から１３のいずれかに記載の装置。
【００８１】
［0090］ 条項１５　装置が、音楽プレーヤ、ビデオプレーヤ、エンターテインメントユニット、ナビゲーションデバイス、通信デバイス、モバイルデバイス、携帯電話、スマートフォン、携帯情報端末、アクセスポイント、定置端末、タブレットコンピュータ、コンピュータ、ウェアラブルデバイス、モノのインターネット（ＩｏＴ）デバイス、ラップトップコンピュータ、サーバ、基地局、及び自動車内のデバイスからなる群から選択される、条項１から１４のいずれかに記載の装置。
【００８２】
［0091］ 条項１６　装置を製造する方法であって、第１のメサを形成することと、第１のメサに隣接する第２のメサを形成することと、第１のメサと第２のメサとの間に金属－絶縁体－金属（ＭＩＭ）キャパシタの第１のプレートを堆積させることであって、第１のプレートの一部が第１のメサまで延在する、堆積させることと、第１のプレート上にＭＩＭキャパシタの第１の絶縁体を堆積させることであって、第１の絶縁体の一部が第１のメサ及び第２のメサまで延在する、堆積させることと、第１のメサと第２のメサとの間の第１の絶縁体上にＭＩＭキャパシタの第２のプレートを堆積させることであって、第２のプレートの一部が第２のメサまで延在する、堆積させることと、第２のプレート上にＭＩＭキャパシタの第２の絶縁体を堆積させることであって、第２の絶縁体の一部が第１のメサ及び第２のメサまで延在する、堆積させることと、第１のメサと第２のメサとの間の第２の絶縁体上にＭＩＭキャパシタの第３のプレートを堆積させることであって、第３のプレートの一部が第１のメサまで延在する、堆積させることと、第１の上部コンタクトを形成することであって、第１のメサが第１のコンタクトの下方に配置され、第１のプレート及び第２のプレートが第１の上部コンタクトに電気的に結合される、形成することと、第

２の上部コンタクトを形成することであって、第２のメサが第２のコンタクトの下方に配置され、第２のプレートが第２のコンタクトに電気的に結合される、形成することと、を含む、方法。

【００８３】

［0092］ 条項１７ 第１の上部コンタクトと第１のメサとの間に第１の部分ビアを配置することであって、第１のプレート及び第３のプレートが、第１の部分ビアを介して第１の上部コンタクトに電気的に結合される、配置することと、第２の上部コンタクトと第２のメサとの間に第２の部分ビアを配置することであって、第２のプレートが、第２の部分ビアを介して第２の上部コンタクトに電気的に結合される、配置することと、を更に含む、条項１６に記載の方法。

【００８４】

［0093］ 条項１８ 第１の上部コンタクトが第１のメサ上に直接配置され、第２の上部コンタクトが第２のメサ上に直接配置される、条項１６に記載の方法。

【００８５】

［0094］ 条項１９ 第１のメサ及び第２のメサが、第１の金属間誘電体（ＩＭＤ）層内に形成される、条項１６から１８のいずれかに記載の方法。

【００８６】

［0095］ 条項２０ 第２の金属間誘電体（ＩＭＤ）層を形成することであって、第１の上部コンタクト及び第２の上部コンタクトが、第２のＩＭＤ層内に少なくとも部分的に配置される、形成することを更に含む、条項１９に記載の方法。

【００８７】

［0096］ 条項２１ 第１の上部コンタクト及び第２の上部コンタクトが、第２のＩＭＤ層内の同じ金属層内にある、条項２０に記載の方法。

【００８８】

［0097］ 条項２２ 下部金属層を配置することであって、第１のＩＭＤ層が下部金属層上にある、配置することを更に含む、条項２１に記載の方法。

【００８９】

［0098］ 条項２３ 第１の絶縁体が高誘電率（ｈｉｇｈ－ｋ）誘電体材料を含み、第１のＩＭＤ層が低誘電率（ｌｏｗ－ｋ）誘電体材料を含む、条項１９から２２のいずれかに記載の方法。

【００９０】

［0099］ 条項２４ 第２のＩＭＤ層が、低誘電率（ｌｏｗ－ｋ）誘電体材料を含む、条項２０から２３のいずれかに記載の方法。

【００９１】

［0100］ 条項２５ 第１のプレート、第２のプレート、第３のプレート、第１の絶縁体、及び第２の絶縁体が、第１の上部コンタクトと第２の上部コンタクトとの間に配置される、条項１６から２４のいずれかに記載の方法。

【００９２】

［0101］ 条項２６ 第１のプレート及び第３のプレートが、第１の電力接続部に結合され、第２のプレートが、第２の電力接続部に結合される、条項１６から２５のいずれかに記載の方法。

【００９３】

［0102］ 条項２７ 第１の電力接続部が、正電位にあるように構成され、第２の電力接続部が、負電位又は接地にあるように構成される、条項２６に記載の装置。

【００９４】

［0103］ 条項２８ 第２のＭＩＭキャパシタを形成することであって、第２のＭＩＭキャパシタが、第１のプレートと第３のプレートとの間に配置された第２のプレートを有し、第１のプレート及び第３のプレートが、第１の上部コンタクトに結合される、形成することを更に含む、条項１６から２７のいずれかに記載の方法。

【００９５】

［0104］ 条項２９　第３のＭＩＭキャパシタを形成することであって、第３のＭＩＭキャパシタが、第１のプレートと第３のプレートとの間に配置された第２のプレートを有し、第２のプレートが、第２の上部コンタクトに結合される、形成することを更に含む、条項１６から２８のいずれかに記載の方法。

【００９６】

［0105］ 条項３０　装置が、音楽プレーヤ、ビデオプレーヤ、エンターテインメントユニット、ナビゲーションデバイス、通信デバイス、モバイルデバイス、携帯電話、スマートフォン、携帯情報端末、アクセスポイント、定置端末、タブレットコンピュータ、コンピュータ、ウェアラブルデバイス、モノのインターネット（ＩｏＴ）デバイス、ラップトップコンピュータ、サーバ、基地局、及び自動車内のデバイスからなる群から選択される、条項１６から２９のいずれかに記載の方法。

【００９７】

［0106］ 本説明又は特許請求の範囲で開示される方法、システム及び装置は、開示される方法のそれぞれの行為及び／又は機能を実行するための手段を備えるデバイスによって実施され得ることに更に留意されたい。

【００９８】

［0107］ 更に、いくつかの例では、個々の行為は、１つ以上の部分行為へ再分割されるか、又は１つ以上の部分行為を含み得る。そのような部分行為は、個々の行為の開示に含まれ、個々の行為の開示の一部分となり得る。

【００９９】

［0108］ 上記の開示は本開示の例を示すが、添付の特許請求の範囲によって定義される本開示の範囲から逸脱することなく、本明細書で様々な変形及び変更を行うことができることに留意されたい。本明細書において説明される本開示の例による方法クレームの機能及び／又は行為は、どのような特定の順序で実行される必要もない。加えて、本明細書で開示された態様及び例の関連する詳細を不明瞭にしないように、よく知られている要素は詳細には説明されず、又は省略されることがある。更に、本開示の要素は、単数形で説明又は特許請求されることがあるが、単数形への限定が明示的に述べられていない限り、複数形が企図される。

【図面】

【図１】

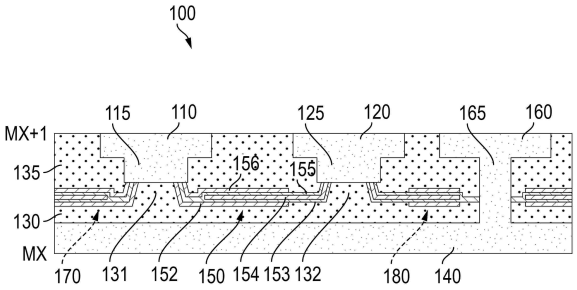


図1

【図２】

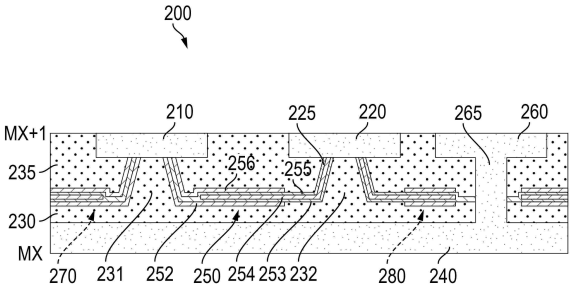


図2

【図３Ａ】

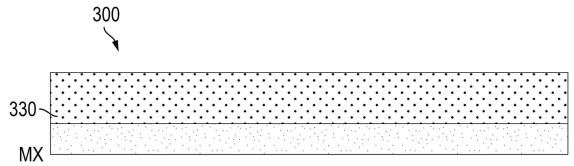


図3A

【図３Ｂ】

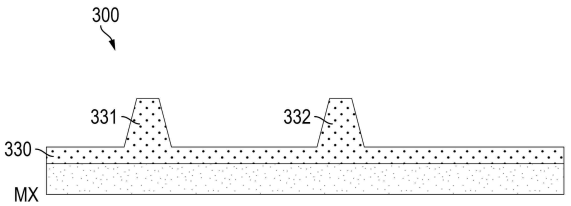


図3B

【図３Ｃ】

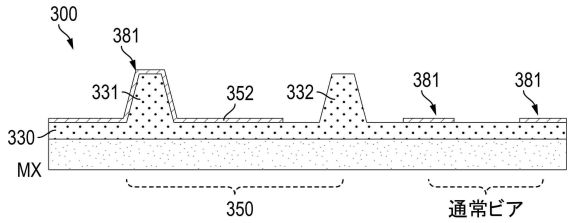


図3C

【図３Ｄ】

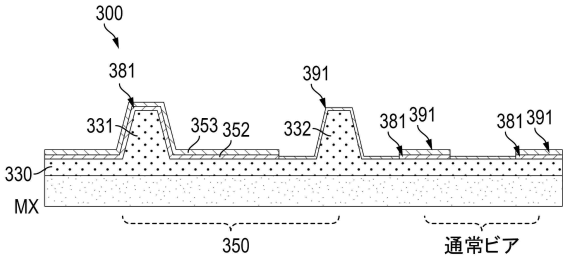


図3D

【図３Ｅ】

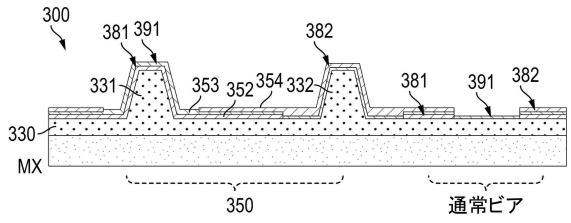


図3E

【図３Ｆ】

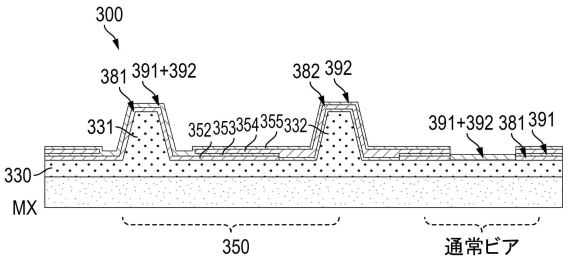


図3F

【図３Ｇ】

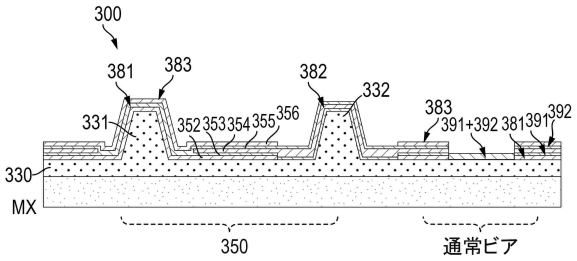


図3G

【図３Ｈ】

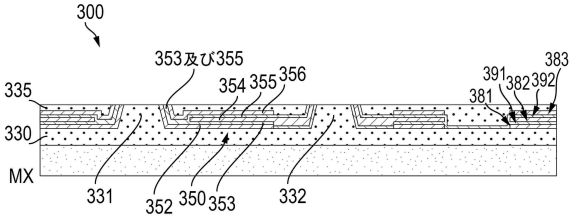


図3H

【図３Ｉ】

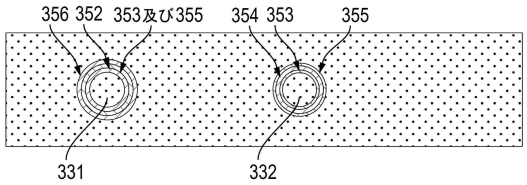


図3I

【図３Ｊ】

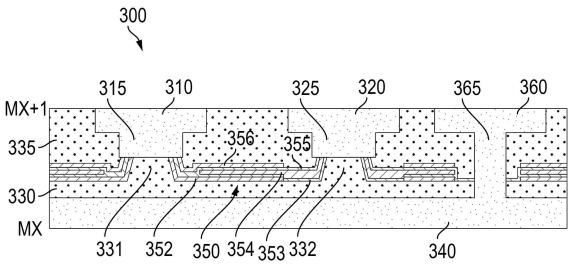


図3J

【図３Ｋ】

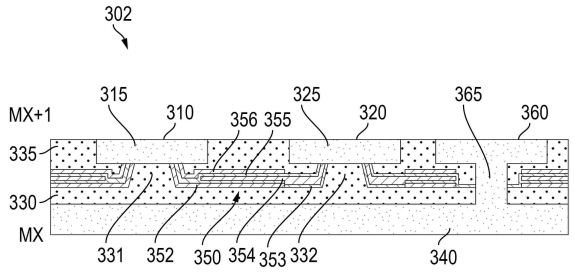


図3K

【図４】

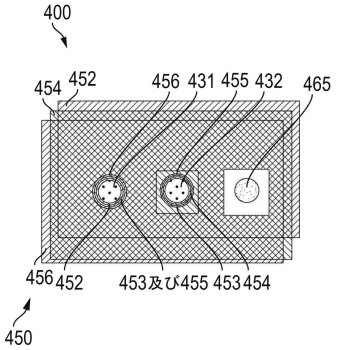


図4

【図５】

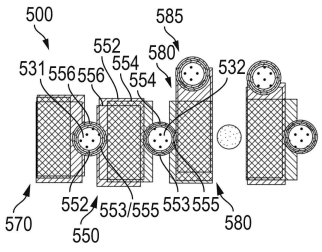


図5

【図６】

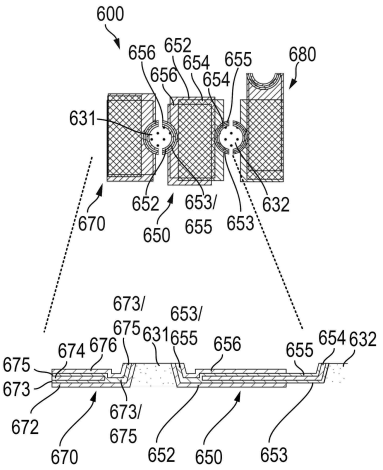


図6

【図７】

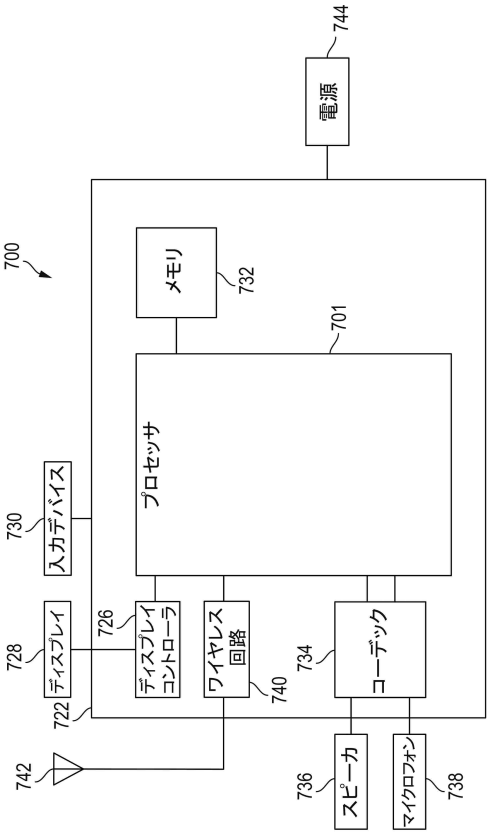


図7

【図８】

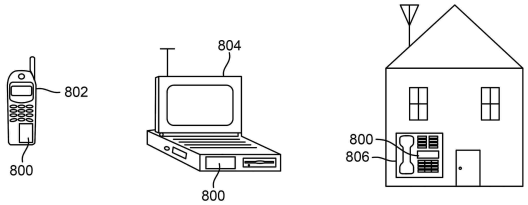


図8

【図９】

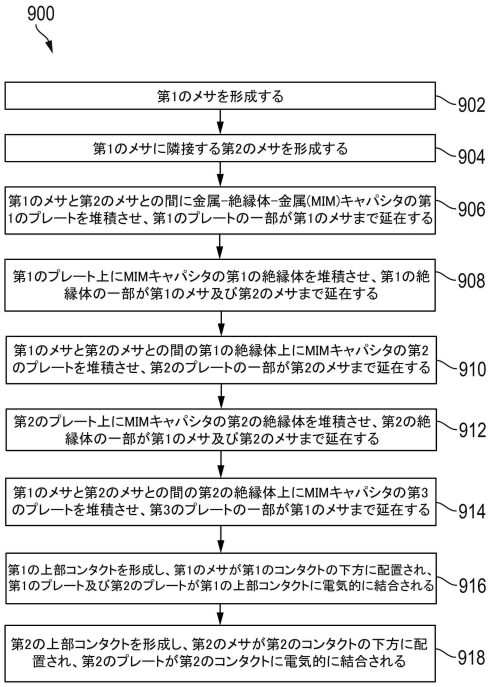


図9

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2022/074289

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L23/522 H01L49/02
ADD.

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)
H01L

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2018/197946 A1 (LEOBANDUNG EFFENDI [US]) 12 July 2018 (2018-07-12)	1,2, 4-17, 19-30
A	the whole document	3,18
A	US 2020/176557 A1 (YIN JIN-MU [TW] ET AL) 4 June 2020 (2020-06-04) the whole document	1-30
A	US 2010/224960 A1 (FISCHER KEVIN JOHN [US]) 9 September 2010 (2010-09-09) paragraphs [0023] - [0126]; figures 2-6, 9, 10	1-30
A	US 9 397 038 B1 (UZOH CYPRIAN EMEKA [US] ET AL) 19 July 2016 (2016-07-19) figures 9, 10	1-15

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

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 November 2022	18/11/2022

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ploner, Guido

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2022/074289

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2018197946 A1	12-07-2018	US 2018197946 A1	12-07-2018
		US 2018331173 A1	15-11-2018
US 2020176557 A1	04-06-2020	CN 111261591 A	09-06-2020
		TW 202022992 A	16-06-2020
		US 2020176557 A1	04-06-2020
US 2010224960 A1	09-09-2010	US 2010224960 A1	09-09-2010
		US 2012286395 A1	15-11-2012
US 9397038 B1	19-07-2016	KR 20170121228 A	01-11-2017
		TW 201703223 A	16-01-2017
		US 9397038 B1	19-07-2016
		US 2016315047 A1	27-10-2016
		US 2017278787 A1	28-09-2017
		US 2018233447 A1	16-08-2018
		US 2019157199 A1	23-05-2019
		WO 2016137895 A1	01-09-2016

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 ９２１２１－１７１４、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ ５７７５、クゥアルコム・インコーポレイテッド内

(72)発明者 ナッラパティ、ジリダール

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 ９２１２１－１７１４、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ ５７７５、クゥアルコム・インコーポレイテッド内

Ｆターム（参考） 4E351 AA04 AA05 BB03 BB30 CC40 DD04 DD05 DD06 DD10 DD11 DD17 DD19 GG20