

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 3 部門第 4 区分

【発行日】平成 20 年 1 月 24 日 (2008.1.24)

【公開番号】特開 2001-200363 (P2001-200363A)

【公開日】平成 13 年 7 月 24 日 (2001.7.24)

【出願番号】特願 2000-368569 (P2000-368569)

【国際特許分類】

C 2 3 C 16/24 (2006.01)

C 2 3 C 16/40 (2006.01)

H 0 1 L 21/8242 (2006.01)

H 0 1 L 27/108 (2006.01)

【F I】

C 2 3 C 16/24

C 2 3 C 16/40

H 0 1 L 27/10 6 2 1 B

H 0 1 L 27/10 6 2 1 C

H 0 1 L 27/10 6 2 5 B

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 12 月 3 日 (2007.12.3)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 集積回路中にキャパシタを形成する方法であって、テクスチャ加工されたシリコン層（当該テクスチャ加工されたシリコン層は半球形粒子（HSG）形態を有する）を含むボトム電極を構築すること；およびテクスチャ加工されたシリコン層上に直接に高 k (high k) 誘電体層を堆積すること、を包含し、ここで、堆積は、第 1 反応物種への暴露により、テクスチャ加工されたシリコン層上に第 1 材料の約 1 以下の単層を形成すること；第 2 材料の約 1 以下の単層を残すために、第 2 反応物種を第 1 材料と反応させること；および第 3 材料の約 1 以下の単層を残すために、第 2 材料を第 3 反応物種へ暴露すること、を包含し、当該誘導体層は 2 つの異なる金属及び酸素を含む、方法。

【請求項 2】 約 1 以下の単層を形成することが第 2 反応物種を実質的に除外する第 1 成分を供給することを包含し、反応させることが第 1 反応物種を実質的に除外する第 2 成分を供給することを包含し、暴露することが第 2 反応物種を実質的に除外する第 3 成分を供給することを包含する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 第 1 成分を供給すること、第 2 成分を供給すること、および第 3 成分を供給することを、誘電体層が約 10 ～ 200 の厚さを有するように形成するまで交互に繰返すことを更に包含する、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】 第 1 成分を供給すること、第 2 成分を供給すること、および第 3 成分を供給することを交互に繰返しなが、キャリアガスを供給することを更に包含する、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】 第 1 成分を供給することと第 2 成分を供給することとの間、および第 2 成分を供給することと第 3 成分を供給することとの間に、キャリアガスが反応物をパージする、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】 第 1 成分を供給することが終結され、第 2 成分を供給する前に反応チャンバーが約 2 倍を越えるチャンバー体積のパージガスを用いてパージされる、請求項 5 に記

載の方法。

【請求項 7】 誘電体層が金属、シリコンおよび酸素を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】 誘電体層が約 10 を越える誘電率を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】 誘電体層が約 20 と等しいか又はそれを越える誘電率を有する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】 第 1 材料が自己終結式 (self-terminated) である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】 第 1 材料がハロゲン化物リガンドで終結 (terminated) される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】 集積回路中にキャパシタを形成する方法であって、テクスチャ加工されたシリコン層 (当該テクスチャ加工されたシリコン層は半球形粒子 (HSG) 形態を有する) を含むボトム電極を構築すること; およびテクスチャ加工されたシリコン層上に直接に高 k (high k) 誘電体層を堆積すること、を包含し、ここで、堆積は、第 1 反応物種への暴露により、テクスチャ加工されたシリコン層上に第 1 材料の約 1 以下の単層を形成すること (当該第 1 材料はハロゲン配位子 (halide ligands) により自己終結される); および第 2 材料の約 1 以下の単層を残すために、第 2 反応物種を第 1 材料と反応させること、を包含し、ここで前記第 1 反応物種がハロゲン化ジルコニウムを含み、第 2 反応物種が酸素含有源ガス (source gas) を含む、方法。

【請求項 13】 第 1 材料が有機リガンドで終結 (terminated) される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】 集積回路中にキャパシタを形成する方法であって、テクスチャ加工されたシリコン層 (当該テクスチャ加工されたシリコン層は半球形粒子 (HSG) 形態を有する) を含むボトム電極を構築すること; およびテクスチャ加工されたシリコン層上に直接に高 k (high k) 誘電体層を堆積すること、を包含し、ここで、堆積は、第 1 反応物種への暴露により、テクスチャ加工されたシリコン層上に第 1 材料の約 1 以下の単層を形成すること (当該第 1 材料はハロゲン配位子 (halide ligands) により自己終結される); および第 2 材料の約 1 以下の単層を残すために、第 2 反応物種を第 1 材料と反応させること、を包含し、ここで前記第 1 材料がエトキシド終結タンタルを含み、第 2 反応物種が酸素含有源ガスを含む、方法。

【請求項 15】 約 1 以下の単層を形成する前に、テクスチャ加工されたシリコン表面上に直接バリアー層を形成することを更に包含する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】 バリアー層の形成がテクスチャ加工されたシリコン表面を窒素化することを包含する、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】 バリアー層の形成が、テクスチャ加工されたシリコン表面を酸化して酸化ケイ素 (silicon oxide) を形成すること、および酸化ケイ素を窒素化することを包含する、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 18】 ボトム電極が三次元折り畳み構造に適合 (conform) する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 19】 ボトム電極が半導体基板内でトレンチに適合 (conform) する、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】 三次元折り畳み形状が半導体基板上に形成される、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】 三次元形状が内部容積を規定する、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】 三次元形状がシリンダーに適合する、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】 誘電体層上に導電層を堆積することを更に包含し、ここで、導電層を堆積することは、第 4 反応物種にさらすことによって、誘電体層上に第 4 材料の約 1 以下の単層を形成すること、第 5 反応物種を第 4 材料と反応させて、第 5 材料の約 1 以下の単層を残すこと、を包含する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 24】 第 4 反応物種が金属複合体を含み、第 5 反応物種が窒素含有源ガスを含み、導電層が金属窒化物を含む、請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】 約 20 以上の誘電率を有する誘電体層を、集積回路中のテクスチャ加工された半球形粒子 (HSG) 形態を有するシリコンボトム電極上に直接に形成する方法であって、金属含有種の約 1 以下の単層を、テクスチャ加工されたシリコンボトム電極上で直接に自己制限型 (self-limited) 反応中で形成すること；および酸素含有種を単層と反応させること、を包含する、方法。

【請求項 26】 自己制限型反応がハロゲン終結式金属フィルムを形成することを包含する、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 27】 酸素含有種を反応させることがリガンド交換反応を含む、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 28】 約 1 以下の単層を形成すること、および少なくとも約 10 回酸素含有種を反応させることを、誘電体層が所望の厚さを有するまで繰返すことを更に包含する、請求項 25 に記載の方法。

【請求項 29】 集積回路中のキャパシタ構造であって、マクロ構造の三次元折り畳み形状に適合し、テクスチャ加工されたシリコン表面を有するボトム電極；及び、金属ケイ酸塩を含む ALD 堆積キャパシタ誘電体であって、該キャパシタ誘電体は前記テクスチャ加工されたシリコン表面に適合し、直に隣接しており、該誘電体は X の最大厚を有し、ここで X は約 100 未満の単一数値 (single numerical value) であり、前記ボトム電極上の全ての点において前記キャパシタ誘電体が少なくとも X の約 0.95 倍の最小厚を有し、ここで該誘電体は遷移金属を含有する化合物を含む、キャパシタ構造。

【請求項 30】 誘電体に適合する上部電極 (top electrode) を更に含み、該上部電極はテクスチャ加工された表面全体上に誘電体を連続的に接触させる、請求項 29 に記載の構造。

【請求項 31】 上部電極が、テクスチャ加工された表面全体上で誘電体と連続的に接触する導電バリアー層および導電バリアー層上に形成されたより導電性の材料を含む、請求項 30 に記載の構造。

【請求項 32】 上部電極が、テクスチャ加工された表面全体にわたり誘電体を連続的に接触させる元素金属層を含む、請求項 30 に記載の構造。

【請求項 33】 キャパシタ誘電体がさらに金属酸化物を含む、請求項 29 に記載の構造。

【請求項 34】 金属酸化物が酸化アルミニウムを含む、請求項 33 に記載の構造。

【請求項 35】 金属酸化物が遷移金属の酸化物を含む、請求項 33 に記載の構造。

【請求項 36】 テクスチャ加工されたシリコン層と誘電体との間に形成されるコンフォーマルバリアー層を更に含む、請求項 35 に記載の構造。

【請求項 37】 金属酸化物層が IV 族遷移金属の酸化物を含む、請求項 35 に記載の構造。

【請求項 38】 誘電体が約 25 ~ 100 の厚さを有する、請求項 29 に記載の構造。

【請求項 39】 ボトム電極上の全ての点においてキャパシタ誘電体が少なくとも X の約 0.98 倍の最小厚を有する、請求項 29 に記載の構造。

【請求項 40】 複数のメモリーセルを有する集積回路であって、各メモリーセルは、半球状粒子形態に適合する表面を有する第 1 電極；第 1 電極に隣接し半球状粒子形態に適合する ALD 堆積キャパシタ誘電体層、キャパシタ誘電体は酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ニオブ、酸化ハフニウム、酸化ケイ素および混合物およびそれらのコンパウンドからなる群から選択される材料を含む；および半球状粒子形態に隣接しそれに適合する第 2 電極、該第 2 電極は誘電体層に直に隣接する ALD 堆積層を含み、ここで前記キャパシタ誘電体層が第 1 電極上の全ての点において X の最大厚を有し、かつ第 1 電極上のどの点においても前記キャパシタ誘電体が X の 0.95 倍より小さい厚さを有さない、集積回路。

【請求項 41】 キャパシタ誘電体層が約 10 ~ 200 の厚を有する、請求項 40 に記載の集積回路。

【請求項 42】 キャパシタ誘電体層が複数の下部層 (sublayer) を更に含む、請求項 40

に記載の構造。

【請求項 4 3】 下部層が、他の金属酸化物の下部層と交互にする第 1 金属酸化物の複数の下部層を含む、請求項 4 2 に記載の集積回路。

【請求項 4 4】 半球状粒子シリコン表面上に約 20 以上の誘電率を有するキャパシタ誘電体を形成する方法であって、第 1 フェーズにおいて、半球状粒子シリコン表面をリガンド終結式金属複合体の約 1 以下の単層で直接コーティングすること；第 1 フェーズと異なる第 2 フェーズにおいて、リガンド終結式金属のリガンドを酸素で置き換えること；および第 1 および第 2 フェーズを少なくとも約 10 サイクル繰返すこと、を包含する、方法。

【請求項 4 5】 各サイクルが第 3 フェーズを含み、第 3 フェーズが第 2 フェーズの後に第 2 リガンド終結式金属の約 1 以下の単層を吸着することを包含する、請求項 4 4 に記載の方法。

【請求項 4 6】 各サイクルがさらに第 4 フェーズを含み、第 4 フェーズが第 2 リガンド終結式金属のリガンドを酸素で置き換えることを包含する、請求項 4 5 に記載の方法。

【請求項 4 7】 第 1 フェーズが、第 1 酸素含有種をパルスすることを包含する、請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 4 8】 第 4 フェーズが、異なる酸素含有種をパルスすることを包含する、請求項 4 7 に記載の方法。

【請求項 4 9】 半球状粒子シリコン表面上に約 10 の誘電率を有するキャパシタ誘電体を形成する方法であって、第 1 フェーズにおいて、半球状粒子シリコン表面をリガンド終結式金属複合体の約 1 以下の単層で直接コーティングすること；第 1 フェーズと異なる第 2 フェーズにおいて、リガンド終結式金属のリガンドを酸素で置き換えること；および第 1 と第 2 フェーズを少なくとも約 10 サイクル繰返すこと（ここでリガンド終結式金属が金属エトキシド複合体を含む）、を包含する、方法。

【請求項 5 0】 リガンド終結式金属が金属クロライド複合体を含む、請求項 4 4 に記載の方法。

【請求項 5 1】 約 350 より低い温度に維持することを包含する、請求項 4 4 に記載の方法。

【請求項 5 2】 集積回路中に高い表面積を有するキャパシタを形成する方法であって、ボトム電極を三次元折り畳み形状に形成すること；三次元折り畳み形状上に半球形粒子シリコン層を重ねること；および少なくとも 3 つの交互の自己終結式成分を周期的に供給することによりテクスチャ加工形態上に直接に高 k (high k) 誘電体層をコンフォーマルに堆積すること（ここでサイクルごとに 1 以下の単層が形成され、誘電体層はシリコン、酸素及び金属を含む）を包含する、方法。

【請求項 5 3】 集積回路中にキャパシタを形成する方法であって、テクスチャ加工されたシリコン層（当該テクスチャ加工されたシリコン層は半球形粒子（HSG）形態を有する）を含むボトム電極を構築すること；およびテクスチャ加工されたシリコン層上に直接に高 k (high k) 誘電体層を堆積すること、を包含し、ここで、堆積は、第 1 反応物種への暴露により、テクスチャ加工されたシリコン層上に第 1 材料の約 1 以下の単層を形成すること；および第 2 材料の約 1 以下の単層を残すために、第 2 反応物種を第 1 材料と反応させること（ここで誘電体層が酸化タンタル、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ニオブ、酸化ハフニウムならびにその混合物およびコンパウンドからなる群より選択される）を含む、方法。