

【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7部門第2区分

【発行日】令和3年3月11日(2021.3.11)

【公表番号】特表2020-509608(P2020-509608A)

【公表日】令和2年3月26日(2020.3.26)

【年通号数】公開・登録公報2020-012

【出願番号】特願2019-562235(P2019-562235)

【国際特許分類】

H 01 L 39/24 (2006.01)

H 01 L 21/768 (2006.01)

H 01 L 23/522 (2006.01)

H 01 L 21/3205 (2006.01)

H 01 L 27/18 (2006.01)

【F I】

H 01 L 39/24 Z A A W

H 01 L 21/90 B

H 01 L 21/88 S

H 01 L 27/18

【手続補正書】

【提出日】令和3年1月25日(2021.1.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

超伝導集積回路を製造するための方法であって、前記方法が、

基板上に第1の超伝導金属層を堆積させることであって、前記第1の超伝導金属層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である、堆積させることと、

前記第1の超伝導金属層をパターニングして第1の配線層を形成することであって、前記第1の配線層が、1つ以上の超伝導トレースの第1の組を含む、形成することと、

前記第1の配線層の少なくとも一部分の上に重なるように第2の超伝導金属層を堆積させることであって、前記第2の超伝導金属層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である、堆積させることと、

前記第2の超伝導金属層をパターニングして前記第2の超伝導金属層内に第1の複数の超伝導スタッドビアを形成することであって、前記第1の複数の超伝導スタッドビアの各超伝導スタッドビアが、前記1つ以上の超伝導トレースの第1の組内の前記トレースのうちの少なくとも1つに電気的に結合される、形成することと、

前記複数の超伝導スタッドビアのうちの少なくとも1つの上に重なるように力学インダクタンス層を堆積させることであって、前記力学インダクタンス層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である材料を含み、前記材料が、前記力学インダクタンス層内に貯蔵されたエネルギーのより大きな割合を磁気インダクタンスよりも力学インダクタンスとして貯蔵させる、堆積させることと、を含む、方法。

【請求項2】

基板上に第1の超伝導金属層を堆積させることが、ケイ素を含む基板上に第1の超伝導金属層を堆積させることを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

第1の超伝導金属層を堆積させることが、ニオブ及びアルミニウムのうちの少なくとも1つを含む第1の超伝導金属層を堆積させることを含む、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】

第1の超伝導金属層を堆積させることが、ニオブからなる第1の超伝導金属層を堆積させることを含む、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項5】

第2の超伝導金属層を堆積させることが、アルミニウム及びニオブのうちの少なくとも1つを含む第2の超伝導金属層を堆積させることを含む、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項6】

力学インダクタンス層を堆積させることが、窒化チタン(TiN)、窒化ニオブ(NbN)、窒化ニオブチタン(NbTiN)、窒化モリブデン(MoN)、及びタンクスチルサイド(WSi)のうちの少なくとも1つを含む力学インダクタンス層を堆積させることを含む、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項7】

窒化チタン(TiN)、窒化ニオブ(NbN)、窒化ニオブチタン(NbTiN)、窒化モリブデン(MoN)、及びタンクスチルサイド(WSi)のうちの少なくとも1つを含む力学インダクタンス層を堆積させることが、25nm～100nmの範囲の厚さを有する力学インダクタンス層を堆積させることを含む、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

力学インダクタンス層を堆積させることが、窒化チタン(TiN)からなる力学インダクタンス層を堆積させることを含む、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項9】

前記複数の超伝導スタッドビアのうちの少なくとも1つの超伝導スタッドビアの上に重なるように力学インダクタンス層を堆積させることが、前記複数の超伝導ビアのうちの少なくとも2つの上に重なるように力学インダクタンス層を堆積させることを含み、前記方法が、前記力学インダクタンス層をパターニングして2つの電極を備える力学インダクタを形成することであって、各電極が、前記第1の複数の超伝導スタッドビアの各超伝導スタッドビアによって形成され、各電極が、前記1つ以上の超伝導トレースの第1の組内の前記トレースのうちの少なくとも1つに電気的に結合される、形成することを更に含む、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項10】

前記力学インダクタの少なくとも一部分の上に重なるように第1の保護層を堆積させることを更に含む、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

第1の保護層を堆積させることが、窒化ケイ素(SiN)を含む第1の保護層を堆積させることを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記第1の保護層の少なくとも一部分の上に重なるように第3の超伝導金属層を堆積させることであって、前記第3の超伝導金属層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である、堆積させることと、

前記第3の超伝導金属層をパターニングして第2の配線層を形成することであって、前記第2の配線層が、1つ以上の超伝導トレースの第2の組を含む、形成することと、を更に含む、請求項10に記載の方法。

【請求項13】

第3の超伝導金属層を堆積させることが、ニオブを含む第3の超伝導金属層を堆積させることを含む、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記第3の超伝導金属層をパターニングすることが、前記第3の超伝導金属層をパターニングして、前記1つ以上の超伝導トレースの第2の組内の前記トレースのうちの少なくとも1つを、前記第1の複数のスタッドビアの各超伝導スタッドビアによって、前記1つ

以上の超伝導トレースの第1の組内の前記トレースのうちの少なくとも1つに電気的に結合することを含む、請求項1_2に記載の方法。

【請求項15】

前記第3の超伝導金属層をパターニングすることが、前記第3の超伝導金属層をパターニングしてコンデンサを形成することを含み、前記コンデンサが、

前記第1の複数の超伝導スタッドビアのうちの超伝導スタッドビアにより形成された第1の電極と、

前記1つ以上の超伝導トレースの第2の組内の前記トレースのうちの1つの少なくとも一部分によって形成された第2の電極と、を備え、前記第1及び前記第2の電極が、前記第1の保護層の少なくとも一部分によって、かつ前記力学インダクタンス層の少なくとも一部分によって分離されている、請求項1_2に記載の方法。

【請求項16】

前記第2の配線層の少なくとも一部分の上に重なるように第4の超伝導金属層を堆積させることであって、前記第4の超伝導金属層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である、堆積させることと、

前記第4の超伝導金属層をパターニングして第2の複数の超伝導スタッドビアを形成することであって、前記第2の複数の超伝導スタッドビアの各超伝導スタッドビアが、前記1つ以上の超伝導トレースの第2の組内の前記トレースのうちの少なくとも1つに電気的に結合される、形成することと、を更に含む、請求項1_2に記載の方法。

【請求項17】

中間層を伴うか又は伴わないかのいずれかで、前記第4の超伝導金属層の少なくとも一部分の上に重なるように第2の保護層を堆積させることと、

前記第2の保護層の少なくとも一部分の上に重なるように第5の超伝導金属層を堆積させることであって、前記第5の超伝導金属層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である、堆積させることと、

前記第5の超伝導金属層をパターニングして第3の配線層を形成することであって、前記第3の配線層が、1つ以上の超伝導トレースの第3の組を含む、形成することと、を更に含む、請求項1_6に記載の方法。

【請求項18】

第5の超伝導金属層を堆積させることが、ニオブ及びアルミニウムのうちの少なくとも1つを含む第5の超伝導金属層を堆積させることを含む、請求項1_7に記載の方法。

【請求項19】

前記第5の超伝導金属層をパターニングすることが、前記第5の超伝導金属層をパターニングして、前記1つ以上の超伝導トレースの第3の組内の前記トレースのうちの少なくとも1つを、前記第2の複数のスタッドビアの各超伝導スタッドビアによって、前記1つ以上の超伝導トレースの第2の組内の前記トレースのうちの少なくとも1つに電気的に結合することを含む、請求項1_8に記載の方法。

【請求項20】

前記第5の超伝導金属層をパターニングすることが、前記第5の超伝導金属層をパターニングしてコンデンサを形成することを含み、前記コンデンサが、

前記1つ以上の超伝導トレースの第3の組内の前記トレースのうちの1つの少なくとも一部分によって形成された第1の電極と、

前記第2の複数の超伝導ビアのうちの超伝導スタッドビアによって形成された第2の電極と、を備え、前記第1及び前記第2の電極が、前記第2の保護層の少なくとも一部分によって分離されている、請求項1_8に記載の方法。

【請求項21】

超伝導集積回路であって、

基板に重なった1つ以上の超伝導トレースの第1の組を含む第1の配線層であって、前記第1の配線層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である、第1の配線層と、

第1の複数の超伝導スタッドビアであって、前記超伝導スタッドビアが、それぞれの温

度範囲内で超伝導性であり、前記第1の複数の超伝導スタッドビアの各超伝導スタッドビアが、前記1つ以上の超伝導トレースの第1の組内の1つ以上の超伝導トレースに電気的に結合されている、第1の複数の超伝導スタッドビアと、

前記複数の超伝導スタッドビアのうちの少なくとも1つの上に重なった力学インダクタンス層であって、前記力学インダクタンス層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である材料を含み、前記材料が、前記力学インダクタンス層内に貯蔵されたエネルギーのより大きな割合を磁気インダクタンスよりも力学インダクタンスとして貯蔵させる、力学インダクタンス層と、を備える、超伝導集積回路。

【請求項22】

前記力学インダクタンス層が、窒化チタン(TiN)を含む、請求項21に記載の超伝導集積回路。

【請求項23】

前記力学インダクタンス層が、前記複数の超伝導スタッドビアのうちの少なくとも2つの上に重なり、前記超伝導集積回路が、力学インダクタを形成するために、前記力学インダクタンス層の少なくとも一部分の上に重なった保護層を更に備え、前記力学インダクタが、少なくとも2つの電極を備え、各電極が、前記第1の複数の超伝導スタッドビアの各超伝導スタッドビアによって、前記1つ以上の超伝導トレースの第1の組内の前記トレースのうちの少なくとも1つに電気的に結合されている、請求項21に記載の超伝導集積回路。

【請求項24】

前記保護層が、窒化ケイ素(SiN)を含む、請求項23に記載の超伝導集積回路。

【請求項25】

第2の配線層を更に備え、前記第2の配線層が、1つ以上の超伝導トレースの第2の組を備え、前記第2の配線層の前記1つ以上の超伝導トレースが、それぞれの温度範囲内で超伝導性である、請求項21に記載の超伝導集積回路。

【請求項26】

前記1つ以上の超伝導トレースの第2の組内の前記超伝導トレースのうちの少なくとも1つが、前記第1の複数の超伝導スタッドビアの前記超伝導スタッドビアのうちの少なくとも1つによって、前記1つ以上の超伝導トレースの第1の組内の前記超伝導トレースのうちの少なくとも1つに電気的に結合されている、請求項25に記載の超伝導集積回路。

【請求項27】

コンデンサを更に備え、前記コンデンサが、

前記1つ以上の超伝導トレースの第1の組内の前記トレースのうちの1つの少なくとも一部分によって形成された第1の電極と、

前記1つ以上の超伝導トレースの第2の組内の前記トレースのうちの1つの少なくとも一部分によって形成された第2の電極と、を含み、前記第1及び前記第2の電極が、前記保護層の少なくとも一部分によって分離されている、請求項25に記載の超伝導集積回路。

【請求項28】

前記第2の配線層の少なくとも一部分の上に重なる第2の複数の超伝導スタッドビアを更に備え、前記第2の複数の超伝導スタッドビアの各超伝導スタッドビアが、前記1つ以上の超伝導トレースの第2の組内の前記トレースのうちの少なくとも1つに電気的に結合されている、請求項25に記載の超伝導集積回路。

【請求項29】

超伝導集積回路を製造するための方法であって、前記方法が、

基板上に第1の超伝導金属層を堆積させることであって、前記第1の超伝導金属層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である、堆積させることと、

前記第1の超伝導金属層をパターニングして配線層を形成することであって、前記配線層が、1組の1つ以上の超伝導トレースを含む、形成することと、

前記配線層の少なくとも一部分の上に重なるようにエッティングトップ層を堆積させる

ことであって、前記エッティングトップ層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である、堆積させることと、

前記エッティングトップ層の少なくとも一部分の上に重なるように第2の超伝導金属層を堆積させることであって、前記第2の超伝導金属層が、それぞれの温度範囲内で超伝導性である、堆積させることと、

前記第2の超伝導金属層の少なくとも第1の部分の上に重なるようにハードマスクを堆積させることと、

前記第2の超伝導金属層の前記第1の部分及び前記第2の超伝導金属層の少なくとも第2の部分の上に重なるようにソフトマスクを堆積させることであって、前記第2の部分が、前記第1の部分とは異なり、前記ソフトマスクが、前記ハードマスクの上面及び少なくとも1つの側面を取り囲む、堆積させることと、

前記第2の超伝導金属層の少なくとも第3の部分をエッティングするエッティングすること、前記第3の部分が、前記第1の部分及び前記第2の部分とは異なり、第1及び第2の部分が、前記ソフトマスクによって保護されている、エッティングすることと、

前記第2の超伝導金属層から少なくとも1つの超伝導スタッドビアを形成することであって、前記超伝導スタッドビアが、前記1組の1つ以上の超伝導トレースのうちの少なくとも1つのトレースに電気的に結合される、形成することと、を含む、方法。