

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年12月19日(19.12.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/239448 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/322 (2006.01) *H01L 29/861* (2006.01)
H01L 21/316 (2006.01) *H01L 29/868* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/022158

(22) 国際出願日: 2018年6月11日(11.06.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 新 電 元 工 業 株 式 会 社 (**SHIN-DENGEN ELECTRIC MANUFACTURING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小 笠 原 淳 (**OGASAWARA Atsushi**); 〒3578585 埼玉県飯能市南町10番13号 新電元工業株式会社工場内 Saitama (JP). 伊 東 浩 二 (**ITO Koji**); 〒3578585 埼玉

県飯能市南町10番13号 新電元工業株式会社工場内 Saitama (JP).

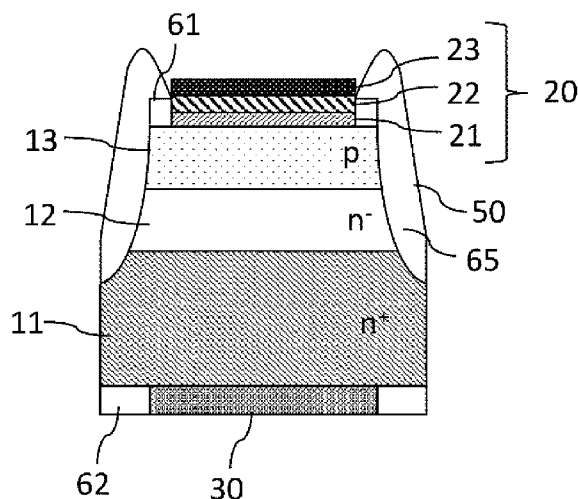
(74) 代理人: 大 野 聖 二, 外 (**OHNO Seiji et al.**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目6番5号 丸の内北口ビル21階 大野総合法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) **Title:** SEMICONDUCTOR DEVICE MANUFACTURING METHOD AND SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置の製造方法及び半導体装置

[図1]



(57) **Abstract:** This semiconductor device manufacturing method comprises: a step for either charging a glass material into a metal container 100 containing a first metal and a second metal, or charging a glass material and a second metal into a metal container 100 containing a first metal; a step for forming a metal-containing glass composition 100 containing the first metal or the second metal by melting the glass material in the metal container 100 at a first heating temperature for a first period of time; and a step for providing the metal-containing glass composition to a semiconductor layer.



WO 2019/239448 A1

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 半導体装置の製造方法は、第一金属及び第二金属を含む金属容器100内にガラス材料を投入する、又は第一金属を含む金属容器100内に第二金属及びガラス材料を投入する工程と、第一時間の間、第一加熱温度で前記ガラス材料を前記金属容器100内で熔融することで、前記第一金属又は前記第二金属を含有する金属含有ガラス組成100を生成する工程と、前記金属含有ガラス組成を半導体層に設ける工程と、を有する。

明 細 書

発明の名称：半導体装置の製造方法及び半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス材料を用いた半導体装置の製造方法及びガラス膜を有する半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、半導体装置に関してライフタイムキラーを導入することが試みられている。例えば特開昭62-73730号公報では、各領域(1)(2)(3)表面を露出してその表面に膜厚500～1000Åの重金属薄膜を蒸着し、800～1000℃、60～120分のN₂雰囲気での熱処理を処することにより、ライフタイムキラー物質を基板中へ拡散させる。このライフタイムキラーの拡散によりシリコン中の格子位置あるいは格子間位置に固溶した重金属の不純物準位が再結合中心となって、動作時、領域間を移動する電子あるいは正孔を前記再結合中心でトラップさせることによりトランジスタのスイッチング時間を短縮させている。

[0003] しかしながら、このように蒸着を用いて手法では重金属の添加量を正確にコントロールすることが難しく、さらに重金属の拡散は係数がいずれも $10^{-7} \sim 10^{-8} \text{ cm}^2/\text{sec}$ と速いため、ライフタイムの重金属添加時の温度依存性が大きく、そのコントロールが極めて困難であるというような問題があった。

[0004] このような問題を解決するために、特開平2-51235では、多結晶シリコン粒子からなるパウダーに重金属元素を混在させたパウダーをシリコン基板表面に付着し、熱処理を加えることにより重金属をシリコン基板内へ拡散させることを特徴とするライフタイムキラーの導入する方法が提案されている。

[0005] しかしながら、従来のような方法では、ライフタイムをコントロールしない半導体装置と比較すると、工程数が増えることとなり、製造コストが高く

になってしまう。

[0006] また、 t_{rr} （逆回復時間）を μs の単位でコントロールするには電子線照射等を用いる必要があるが、電子線照射等を用いる場合には、高額な装置を導入する必要がある。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、このような点を考慮してなされたものであり、工程数を増やすことなく、 t_{rr} を μs の単位でコントロールすることができる半導体装置の製造方法と、このような製造方法によって製造された半導体装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] [概念1]

本発明による半導体装置の製造方法は、

第一金属及び第二金属を含む金属容器内にガラス材料を投入する、又は第二金属を含む金属容器内に第一金属及びガラス材料を投入する工程と、

第一時間の間、第一加熱温度で前記ガラス材料を前記金属容器内で熔融することで、前記第一金属又は前記第二金属を含有する金属含有ガラス組成を生成する工程と、

前記金属含有ガラス組成を半導体層に設ける工程と、

を備えてもよい。

[0009] [概念2]

本発明の概念1による半導体装置の製造方法において、

第一時間の間、第一加熱温度で前記ガラス材料を前記金属容器内で熔融することで、前記金属含有ガラス組成内に前記第一金属及び前記第二金属を含有させてもよい。

[0010] [概念3]

本発明の概念1又は2による半導体装置の製造方法において、

前記第一加熱温度は、前記第一金属の融点よりも高く、かつ前記第二金属

の融点よりも低くてもよい。

[0011] [概念 4]

本発明の概念 1 乃至 3 のいずれか一つによる半導体装置の製造方法において、

前記金属容器は前記第一金属及び前記第二金属を含み、

前記金属容器のうち、前記第一金属は 3 重量%～10 重量%で含まれ、前記第二金属は 90 重量%～97 重量%で含まれてもよい。

[0012] [概念 5]

本発明の概念 1 乃至 4 のいずれか一つによる半導体装置の製造方法において、

前記第一金属は金であり、前記第二金属はプラチナであってもよい。

[0013] [概念 6]

本発明の概念 1 乃至 5 のいずれか一つによる半導体装置の製造方法において、

前記ガラス材料は、 SiO_2 の含有量が 49.5 mol%～64.3 mol%の範囲内にあり、 Al_2O_3 の含有量が 3.7 mol%～14.8 mol%の範囲内にあり、 B_2O_3 の含有量が 8.4 mol%～17.9 mol%の範囲内にあり、 ZnO の含有量が 3.9 mol%～14.2 mol%の範囲内にあり、アルカリ土類金属の酸化物の含有量が 7.4 mol%～12.9 mol%の範囲内にあり、

前記第一時間は 1 時間～3 時間であり、

前記第一加熱温度は 1350℃以上 1700℃以下であってもよい。

[0014] [概念 7]

本発明による半導体装置は、

半導体層と、

前記半導体層に設けられたガラス膜と、

を備え、

前記半導体層が分散した金を含み、

前記半導体層は、前記ガラス膜から拡散された金によってライフタイムコントロールされてもよい。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、工程数を増やすことなく、 t_{rr} を μs の単位でコントロールすることができる半導体装置の製造方法と、このような製造方法によって製造された半導体装置を提供できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本発明の第1の実施の形態で用いられうる半導体装置の断面図である。

[図2]図2は、本発明の第1の実施の形態で用いられうる半導体装置の製造工程の過程を示した断面図である。

[図3]図3は、図2から工程が進んだ半導体装置の製造工程の過程を示した断面図である。

[図4]図4は、図3から工程が進んだ半導体装置の製造工程の過程を示した断面図である。

[図5]図5は、図4から工程が進んだ半導体装置の製造工程の過程を示した断面図である。

[図6]図6は、本発明の各実施の形態で用いられうる金属容器と金属含有ガラス組成を示した断面図である。

[図7]図7は、加熱時間及び加熱温度と t_{rr} との関係をグラフで示した図である。

発明を実施するための形態

[0017] 第1の実施の形態

本実施の形態の半導体装置は、ダイオード、サイリスタ等のPN接合を有する装置である。半導体装置は、例えば図1に示すように、第一導電型からなる第一導電型半導体基板11と、第一導電型半導体基板11に設けられ、第一導電型半導体基板11よりも第一導電型の不純物濃度が薄い第一導電型からなる第一導電型半導体層12と、第一導電型半導体層12に設けられる

第二導電型半導体層 1 3 と、を有してもよい。第一導電型は例えば n 型であり、第二導電型は例えば p 型である。但し、これに限られることはなく、第一導電型が p 型であり、第二導電型が n 型であってもよい。

[0018] 第一導電型半導体基板 1 1 としてはシリコン基板、炭化珪素基板、窒化ガリウム基板等を用いることができ、その不純物濃度は例えば $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3} \sim 1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ である。第一導電型半導体層 1 2 は第一導電型半導体基板 1 1 に例えばエピタキシャル成長させることで形成され、第一導電型半導体層 1 2 における不純物濃度は例えば $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3} \sim 1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ である。第一導電型半導体基板 1 1 の厚みは例えば $180 \mu\text{m}$ であり、第一導電型半導体層 1 2 の厚みは例えば $50 \mu\text{m}$ である。第二導電型半導体層 1 3 は第一導電型半導体層 1 2 に例えば p 型不純物（例えばボロン）を注入することにより形成することができ、第二導電型半導体層 1 3 における不純物濃度は例えば $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3} \sim 1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ であり、厚みは例えば $8 \mu\text{m}$ である。

[0019] 第二導電型半導体層 1 3 のおもて面に第一電極 2 0 が設けられ、第一導電型半導体基板 1 1 の裏面に第二電極 3 0 が設けられてもよい。第一電極 2 0 は例えばアノード電極であり、第二電極 3 0 は例えばカソード電極であってもよい。第一電極 2 0 は、例えば、アルミニウム・シリサイド膜 2 1 と、ニッケル・シリサイド膜 2 2 と、Ni（ニッケル）-P 膜 2 3 とを有してもよい。第二電極 3 0 は、シリサイド化された膜を有するニッケル膜を有してもよい。

[0020] 第一電極 2 0 の周りにパッシベーション膜としてのガラス膜 5 0 が設けられてもよい。このような半導体装置は以下のようにして製造されてもよい。

[0021] 第一導電型からなる第一導電型半導体基板 1 1 と、第一導電型半導体基板 1 1 に設けられ、第一導電型半導体基板 1 1 よりも第一導電型の不純物濃度が薄い第一導電型からなる第一導電型半導体層 1 2 と、第一導電型半導体層 1 2 に設けられる第二導電型半導体層 1 3 と、を有する基板を準備する（図 2 参照）。

[0022] 次に、第二導電型半導体層 13 に SiO_2 等からなる絶縁膜 61 を形成する（図 2 参照）。また、第一導電型半導体基板 11 の裏面に、 SiO_2 等からなる絶縁膜 62 を形成する（図 2 参照）。

[0023] 次に、図 3 に示すように、形成された絶縁膜 61 をマスクとして使用して、エッチングを行い、メサ溝 65 を形成する。本実施の形態のエッチングとしては、ドライエッチング又はウェットエッチング等を用いることができる。

[0024] 次に、図 4 に示すように、形成されたメサ溝 65 および絶縁膜 61 を覆うように、ガラス膜 50 による保護膜（パッシベーション膜）を形成する。

[0025] 次に、図 5 に示すように、形成された絶縁膜 61 及びガラス膜 50 に、エッチングにより開口部 70 を形成する。

[0026] そして、おもて面側の開口部に第一電極 20 を形成し、裏面側に第二電極 30 を形成する（図 1 参照）。

[0027] 次に、本実施の形態で用いられ得るガラス膜 50 の製造方法の一例について説明する。

[0028] 本実施の形態によるガラス膜 50 を製造する際には、第一金属及び第二金属を含む金属容器 100（図 6 参照）内にガラスを作るための原料であるガラス材料を投入する（ガラス材料投入工程）。金属容器 100 は例えば金属製のつぼである。第一金属は金（Au）であり、第二金属はプラチナ（Pt）であってもよい。金属容器 100 のうち、第一金属は 3 重量%～10 重量%で含まれ、第二金属は 90 重量%～97 重量%で含まれてもよい。第一金属としては、金以外であればロジウム（Rh）を用いてもよい。金属容器 100 は、第一金属及び第二金属以外の金属を含有してもよく、第一金属、第二金属及び第三金属の三成分の合金からなってもよいし、四成分以上の合金からなってもよい。

[0029] ガラス材料は、例えば、 SiO_2 の含有量が 49.5 mol%～64.3 mol% の範囲内にあり、 Al_2O_3 の含有量が 3.7 mol%～14.8 mol% の範囲内にあり、 B_2O_3 の含有量が 8.4 mol%～17.9 mol%

の範囲内にあり、ZnOの含有量が3.9mol%~14.2mol%の範囲内にあり、アルカリ土類金属の酸化物の含有量が7.4mol%~12.9mol%の範囲内にある。

[0030] 次に、第一時間の間、第一加熱温度でガラス材料を金属容器100内で溶融する（溶融工程）。このようにガラス材料を金属容器100内で溶融することで、ガラス組成内に第一金属、第二金属又は第一金属及び第二金属の両方を含有する金属含有ガラス組成110を生成する。第一加熱温度は、第一金属の融点よりも高く、かつ第二金属の融点よりも低くてもよい。第一時間は例えば1時間~3時間であり、第一加熱温度は例えば1350℃以上1700℃以下であってもよい。なお、金の融点は1064℃であり、プラチナの融点は1768℃である。

[0031] 以上のようにして準備された金属含有ガラス組成110を前述した第二導電型半導体層13のような半導体層に設けることで、ガラス膜50が形成される（ガラス膜形成工程）。より具体的には溶融した金属含有ガラス組成110を冷却した後で数 μm の粒径に粉砕し、粉砕した金属含有ガラス組成110を第一導電型半導体基板11、第一導電型半導体層12、第二導電型半導体層13等の半導体層に設けた後で、当該金属含有ガラス組成110を溶融する（図4参照）。図4では、第一導電型半導体基板11までメサ溝65が設けられている態様を示しているが、あくまでも一例であり、第一導電型半導体基板11及び第一導電型半導体層12にメサ溝65が設けられ、第一導電型半導体基板11にはメサ溝65が設けられない態様を採用してもよい。

[0032] 本実施の形態のガラス膜50は第一金属等の金属を含有している。このため、このようなガラス膜50を設けることで、 t_{rr} 制御に影響する第一導電型半導体層12のような半導体層内にごく微量の第一金属等の金属を分散させることができる。この結果、本願の発明者らが確認したところによると、半導体層における t_{rr} （逆回復時間）を5 μs 以上15 μs 以下とすることができ、ライフタイムコントロールすることができる。なお、好ましく

は t_{rr} が $5\ \mu\text{s}$ 以上 $11\ \mu\text{s}$ 以下であり、より好ましくは t_{rr} が $5\ \mu\text{s}$ 以上 $8\ \mu\text{s}$ 以下である。ちなみに、従来のように重金属を添加する態様では、本実施の形態と比較すると大量に重金属が添加されることから、 μs 単位で t_{rr} をコントロールすることはできない。

[0033] 実験結果を図7で示す。当該実験では、比抵抗 $\rho = 30\ \Omega\text{cm}$ のウェハを用いた。図7で示されるように、金属容器100として純粋なPtを用いた場合には t_{rr} は $22\ \mu\text{s}$ 程であったが、プラチナに金が含まれたPt-Auるつぼ（Auの含有量は5重量%）を用いた場合には t_{rr} を下げることができた。具体的には、図7に示すように、Pt-Auるつぼ内において 1350°C で5時間の間ガラス材料を溶融させた後、当該ガラス組成物（金属含有ガラス組成110）を半導体層に設けたところ、当該半導体層における t_{rr} は $15\ \mu\text{s}$ 程になった。Pt-Auるつぼ内において 1450°C で1時間の間ガラス材料を溶融させた後、当該ガラス組成物（金属含有ガラス組成110）を前述した半導体層に設けたところ、当該半導体層における t_{rr} は $14\ \mu\text{s}$ 程になった。Pt-Auるつぼ内において 1450°C で2時間の間ガラス材料を溶融させた後、当該ガラス組成（金属含有ガラス組成110）を前述した半導体層に設けたところ、当該半導体層における t_{rr} は $11\ \mu\text{s}$ 程になった。Pt-Auるつぼ内において 1560°C で1時間の間ガラス材料を溶融させた後、当該ガラス組成物（金属含有ガラス組成110）を前述した半導体層に設けたところ、当該半導体層における t_{rr} は $8\ \mu\text{s}$ 程になった。Pt-Auるつぼ内において 1560°C で2時間の間ガラス材料を溶融させた後、当該ガラス組成物（金属含有ガラス組成110）を前述した半導体層に設けたところ、当該半導体層における t_{rr} は $8\ \mu\text{s}$ 程になった。なお、発明者らが確認したところ、金はガラス組成物に溶解しやすい性質を有していると考えられることから、第一金属としてロジウム（Rh）よりも金（Au）を用いる方が t_{rr} を容易に制御できる点で有益である。

[0034] 《効果》

次に、本実施の形態による効果の一例について説明する。なお、「効果」

で説明するあらゆる態様を採用することができる。

[0035] 従前からるつぼ等の容器内でガラスを溶融させることが行われている。本実施の形態では、従前から利用されている工程に準じてガラスを溶融させるだけであることから、重金属を添加したり電子線照射を行ったりする態様とは異なって工程数を増やすことなく、 t_{rr} をコントロールすることができる。また、本実施の形態によれば t_{rr} を μs の単位でコントロールすることができる。これらのことから、チップ等の半導体装置の製造コストが上がることを防止しつつ t_{rr} を μs の単位でコントロールすることができる。

[0036] t_{rr} を μs の単位でコントロールする方法としては、より具体的には、温度及び時間を調整することで図7に示すように半導体層における t_{rr} を調整することができる。このため、半導体装置毎において必要とされる t_{rr} に応じて温度及び時間を調整するだけでよく、極めて簡易な手法で t_{rr} を調整できる。なお、図7に示されているように、時間よりは温度を調整することでより効果的に t_{rr} をコントロールすることができる。特に1400℃以上で加熱することが好ましく、1500℃以上で加熱することがより好ましく、1550℃以上で加熱することがさらに好ましい。

[0037] なお、近年、エアコンのPFC (Power Factor Correction) 部においては部分スイッチ方式(簡易PAM)が大部分を占めてきている。簡易PAMの動作モードでブリッジダイオードを部分スイッチとして使用する用途が増えており、ブリッジダイオードの t_{rr} 特性改善が求められている。また、IGBTのように一定程度のスイッチング速度でよいが順方向ロスは大きくしたくない半導体装置では、 μs の単位での t_{rr} のコントロールが必要となることがある。この点、本実施の形態によれば、追加工程を行うことなく、その結果としてコストを抑えつつ、 μs の単位で t_{rr} 特性を改善できる点で有益である。

[0038] 従来の重金属拡散を用いる場合には、 t_{rr} を ns の単位でコントロールすることができるものの、 μs の単位でコントロールすることは難しい。電子線照射を用いれば t_{rr} を μs の単位でコントロールすることができるも

の、高額な機械の導入が必要になる。この点、本実施の形態によれば、高額な機械を導入することなく μs の単位でコントロールすることができる点でも有益である。

[0039] 第一加熱温度を第一金属の融点よりも高くすることで第一金属、第二金属又は第一金属及び第二金属の両方をガラス組成内に含有させることができる。なお、金属容器 100 において第一金属と第二金属とが合金となっている場合には、第一金属の融点より高い温度に加熱しても第一金属がすぐに溶融するわけではない。このことは図 7 において、温度を上げることで t_{rr} が下がることによって裏付けられている。つまり、前述したように、金の融点は 1064°C であるが、温度を $1350^{\circ}\text{C} \rightarrow 1450^{\circ}\text{C} \rightarrow 1560^{\circ}\text{C}$ と上げていることで、 t_{rr} が変化しておりガラス材料に含有される金属の量が変わっており、 1064°C よりも高い温度に加熱することで金がすぐに溶融してガラス組成内に含有されていないことが裏付けられている。

[0040] また、金属容器 100 においては合金の比率も重要である。例えば金である第一金属が 3 重量%～10 重量%で含まれ、例えばプラチナである第二金属が 90 重量%～97 重量%で含まれる態様であれば、効果的に t_{rr} を調整することができる。第一金属の量が 3 重量%よりも少ないとガラス組成内に金属を含有させることが困難となり、 t_{rr} を調整しづらいことがある。他方、第一金属の量が 10 重量%よりも多いと加熱温度を高くした際に金属容器 100 としての強度が弱くなることもある。

[0041] 第 2 の実施の形態

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

[0042] 第 1 の実施の形態では、第一金属及び第二金属を含む金属容器 100 を用いた態様であった。本実施の形態では、第二金属を含む金属容器 100 内に第一金属及びガラス材料を投入する態様を用いて説明する。その他については、第 1 の実施の形態と同様であり、第 1 の実施の形態で採用したあらゆる構成を第 2 の実施の形態でも採用することができる。

[0043] 本実施の形態で用いられ得るガラス膜 50 の製造方法の一例について説明

する。

[0044] 第二金属（典型的にはプラチナ）からなる金属容器100に、第一金属（典型的には金）とガラス材料とを投入する。

[0045] 次に、第一時間の間、第一加熱温度でガラス材料を金属容器100内で溶融する（溶融工程）。このようにガラス材料を金属容器100内で溶融することで、第一金属を含有する金属含有ガラス組成110を生成する。第一加熱温度は、第一金属の融点よりも高く、かつ第二金属の融点よりも低くてもよい。第一時間は例えば1時間～3時間であり、第一加熱温度は例えば1350℃以上1700℃以下であってもよい。

[0046] 以上のようにして準備された金属含有ガラス組成110を前述した第二導電型半導体層13のような半導体層に設けることで、ガラス膜50が形成される（ガラス膜形成工程）。このように本実施の形態のガラス膜50は第一金属等の金属を混入している。このため、このようなガラス膜50を設けることで、 t_{rr} 制御に影響する第一導電型半導体層12のような半導体層内に第一金属を分散させることができる。

[0047] 以上の次第ではあるが、本願の発明者らが確認したところ、第一金属を第二金属からなる金属容器100の中に入れた場合には、金属容器100が溶け出したり孔があいてしまったりすることがあった。このように金属容器100に孔があいてしまうとガラス材料が流れ出てしまうことから量産には不向きである。特にPtは反応性が高いことから、このように溶け出したり孔があいてしまったりしやすい。また、第二金属がPtである場合には非常に高価な金属容器100となるが、このような金属容器100に孔があいてしまうことはコスト的にも許容され難いものである。したがって、この観点からすると第1の実施の形態の方が第2の実施の形態よりも有益である。

[0048] 第3の実施の形態

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。

[0049] 本実施の形態では、第一金属及び第二金属を含む金属容器100内に第一金属及びガラス材料を投入する態様を用いて説明する。その他については、

第1の実施の形態と同様であり、第1の実施の形態で採用したあらゆる構成を第3の実施の形態でも採用することができる。

[0050] 本実施の形態で用いられ得るガラス膜50の製造方法の一例について説明する。

[0051] 第一金属（典型的には金）及び第二金属（典型的にはプラチナ）からなる金属容器100に、第一金属（典型的には金）とガラス材料とを投入する。

[0052] 次に、第一時間の間、第一加熱温度でガラス材料を金属容器100内で溶融する（溶融工程）。このようにガラス材料を金属容器100内で溶融することで、第一金属、第二金属又は第一金属及び第二金属の両方を含有する金属含有ガラス組成110を生成する。第一加熱温度は、第一金属の融点よりも高く、かつ第二金属の融点よりも低くてもよい。第一時間は例えば1時間～3時間であり、第一加熱温度は例えば1350℃以上1700℃以下であってもよい。

[0053] 以上のようにして準備された金属含有ガラス組成110を前述した第二導電型半導体層13のような半導体層に設けることで、ガラス膜50が形成される（ガラス膜形成工程）。このように本実施の形態のガラス膜50は第一金属等の金属を混入している。このため、このようなガラス膜50を設けることで、 t_{rr} 制御に影響する第一導電型半導体層12のような半導体層内に第一金属等の金属を分散させることができる。

[0054] 第一金属がガラス材料内に含有されるということは金属容器100から第一金属が徐々に無くなっていくことを意味している。本実施の形態では、このように少なくなった第一金属を補充する意味があり、例えば、所定回数以上使った金属容器100を用いてガラス材料を溶融させる場合に採用してもよい。他方、第2の実施の形態で説明したように第一金属を金属容器100内に入れると金属容器100に孔があいてしまうことがあることから、金属容器100内に加えられる第一金属の量は極めて少量である。

[0055] 上述した各実施の形態の記載及び図面の開示は、請求の範囲に記載された発明を説明するための一例に過ぎず、上述した実施の形態の記載又は図面の

開示によって請求の範囲に記載された発明が限定されることはない。また、出願当初の請求項の記載はあくまでも一例であり、明細書、図面等の記載に基づき、請求項の記載を適宜変更することもできる。

符号の説明

[0056]	1 0 0	金属容器
	1 1 0	金属含有ガラス組成

請求の範囲

- [請求項1] 第一金属及び第二金属を含む金属容器内にガラス材料を投入する、又は第二金属を含む金属容器内に第一金属及びガラス材料を投入する工程と、
- 第一時間の間、第一加熱温度で前記ガラス材料を前記金属容器内で溶融することで、前記第一金属又は前記第二金属を含有する金属含有ガラス組成を生成する工程と、
- 前記金属含有ガラス組成を半導体層に設ける工程と、
- を備えたことを特徴とする半導体装置の製造方法。
- [請求項2] 第一時間の間、第一加熱温度で前記ガラス材料を前記金属容器内で溶融することで、前記金属含有ガラス組成内に前記第一金属及び前記第二金属を含有させることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項3] 前記第一加熱温度は、前記第一金属の融点よりも高く、かつ前記第二金属の融点よりも低いことを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項4] 前記金属容器は前記第一金属及び前記第二金属を含み、
- 前記金属容器のうち、前記第一金属は3重量%～10重量%で含まれ、前記第二金属は90重量%～97重量%で含まれることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項5] 前記第一金属は金であり、前記第二金属はプラチナであることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項6] 前記ガラス材料は、 SiO_2 の含有量が49.5mol%～64.3mol%の範囲内にあり、 Al_2O_3 の含有量が3.7mol%～14.8mol%の範囲内にあり、 B_2O_3 の含有量が8.4mol%～17.9mol%の範囲内にあり、 ZnO の含有量が3.9mol%～14.2mol%の範囲内にあり、アルカリ土類金属の酸化物の含有量が7.4mol%～12.9mol%の範囲内にあり、

前記第一時間は 1 時間～3 時間であり、

前記第一加熱温度は 1350℃以上1700℃以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項7]

半導体層と、

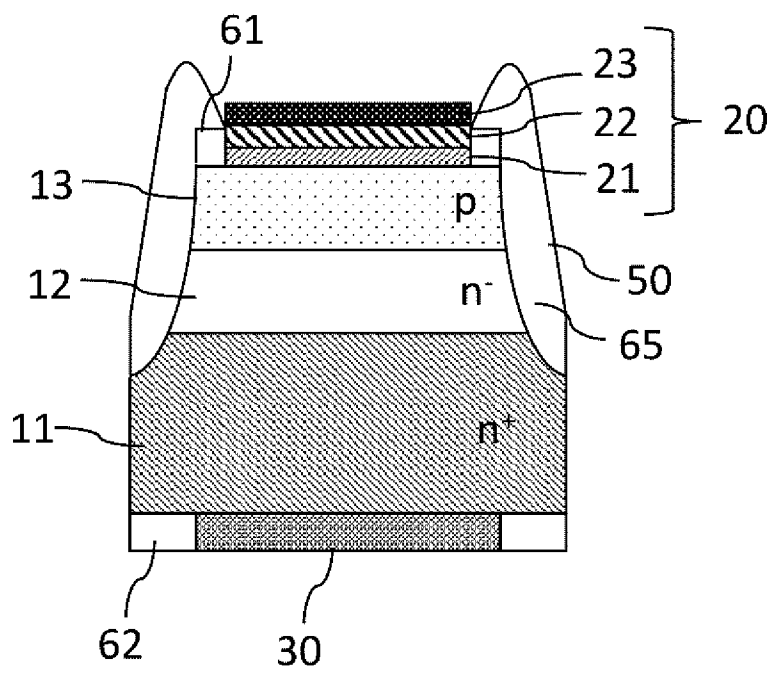
前記半導体層に設けられたガラス膜と、

を備え、

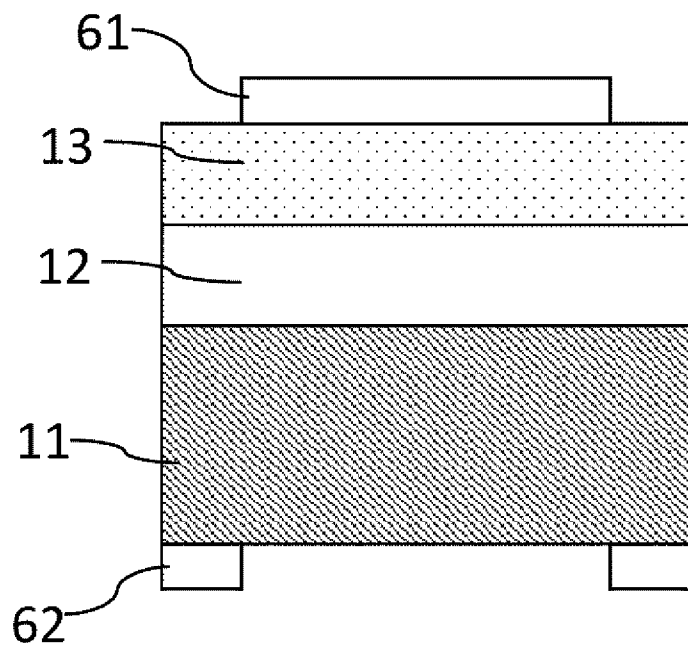
前記半導体層は分散した金を含み、

前記半導体層は、前記ガラス膜から拡散された金によってライフタイムコントロールされることを特徴とする半導体装置。

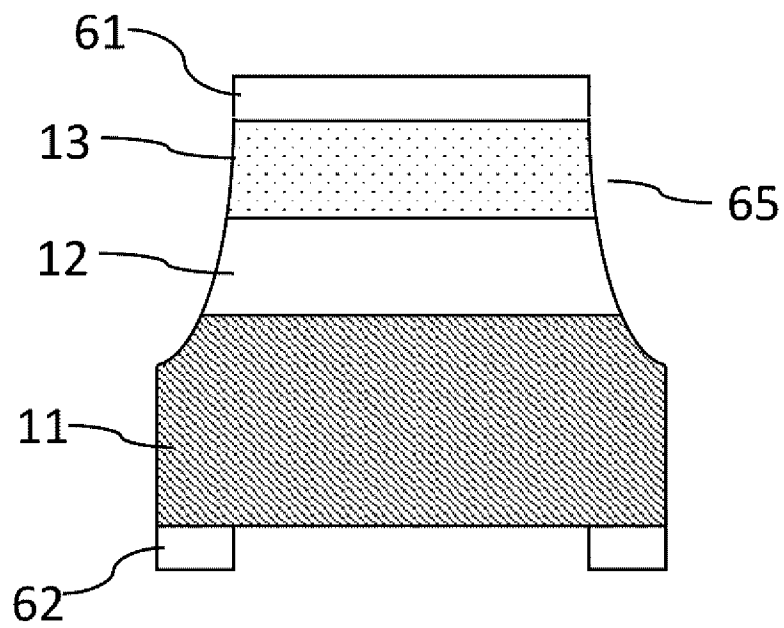
[図1]



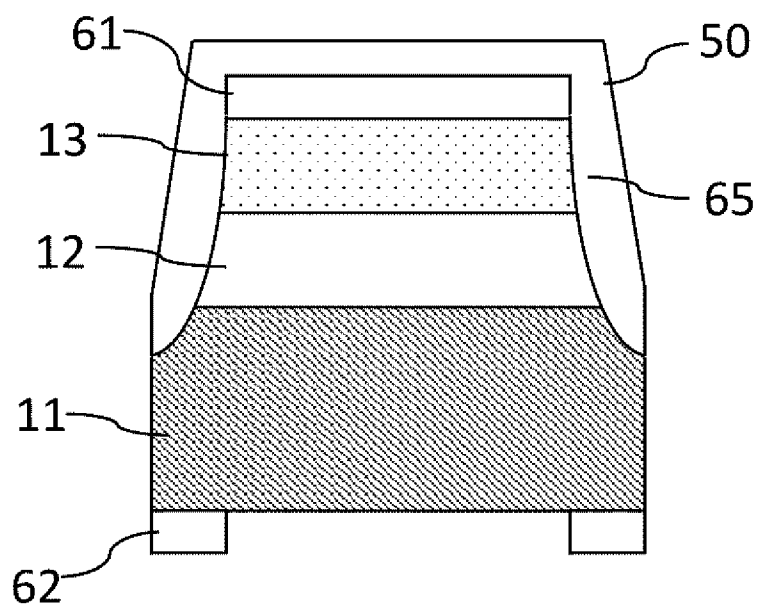
[図2]



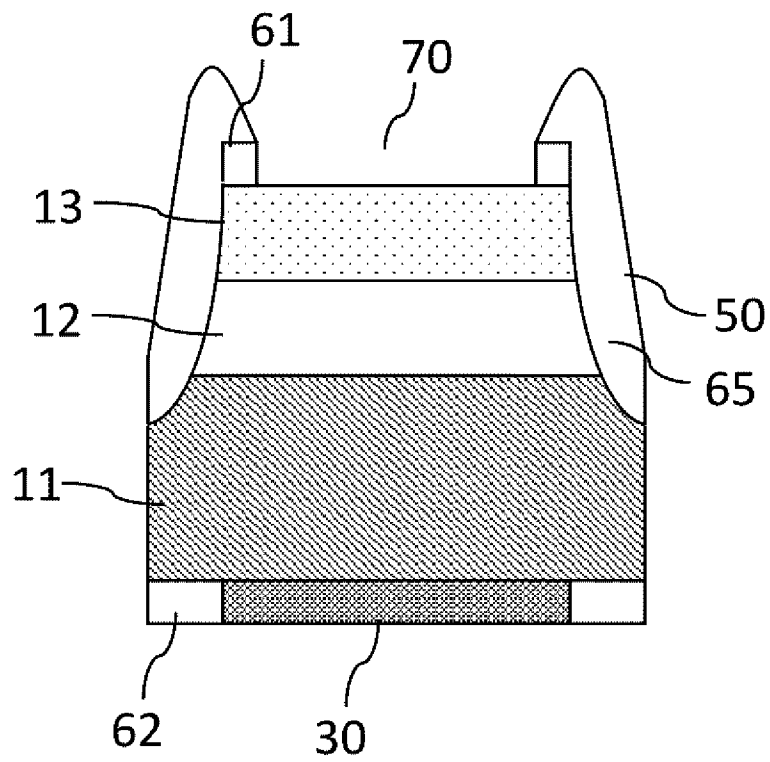
[図3]



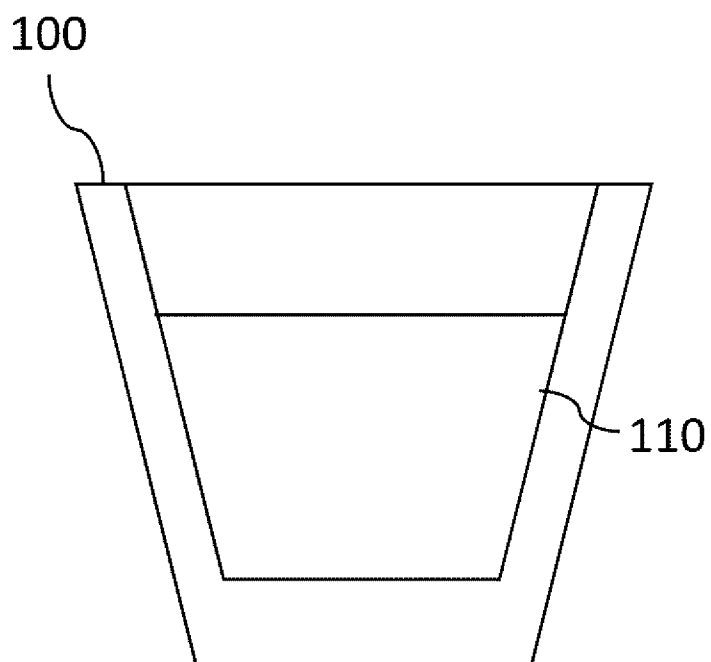
[図4]



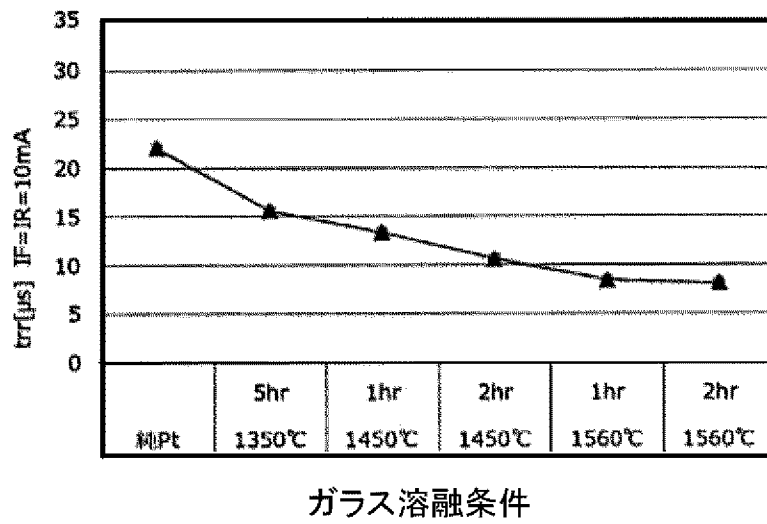
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/022158

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L21/322 (2006.01) i, H01L21/316 (2006.01) i, H01L29/861 (2006.01) i, H01L29/868 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H01L21/322, H01L21/316, H01L29/861, H01L29/868

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 49-65181 A (NEC CORP.) 24 June 1974, page 2, upper left column, line 2 to lower right column, line 3 (Family: none)	7 1-6
X A	JP 47-4811 A (HITACHI, LTD.) 10 February 1972, column 1, line 25 to line 27, column 2, line 12 to column 3, line 3, column 3, line 18 to line 25, column 4, line 10 to line 13 (Family: none)	7 1-6
X A	JP 55-26669 A (NEC CORP.) 26 February 1980, "column 3. Detailed Explanation of the Invention", fig. 2 (Family: none)	7 1-6



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
05.07.2018

Date of mailing of the international search report
24.07.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/022158

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018/096642 A1 (SHINDENGEN ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 31 May 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2014-187143 A (SHINDENGEN ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 02 October 2014, entire text, all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2002-47095 A (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) 12 February 2002, entire text, all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 53-148986 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 26 December 1978, entire text, all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/322(2006.01)i, H01L21/316(2006.01)i, H01L29/861(2006.01)i, H01L29/868(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/322, H01L21/316, H01L29/861, H01L29/868

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 49-65181 A（日本電気株式会社）1974.06.24, 第2頁左上欄第2行～右下欄第3行を参照（ファミリーなし）	7 1-6
X A	JP 47-4811 A（株式会社日立製作所）1972.02.10, 第1欄第25行～27行、第2欄第12行～第3欄第3行、第3欄第18行～第25行、第4欄第10行～第13行（ファミリーなし）	7 1-6
X A	JP 55-26669 A（日本電気株式会社）1980.02.26, 「3. 発明の詳細な説明」欄、図2（ファミリーなし）	7 1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

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

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

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

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

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.07.2018

国際調査報告の発送日

24.07.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山本 一郎

50

8395

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2018/096642 A1 (新電元工業株式会社) 2018.05.31, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2014-187143 A (新電元工業株式会社) 2014.10.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2002-47095 A (信越半導体株式会社) 2002.02.12, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-7
A	JP 53-148986 A (三菱電機株式会社) 1978.12.26, 全文、全図 (フ ァミリーなし)	1-7