

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4173306号
(P4173306)

(45) 発行日 平成20年10月29日(2008.10.29)

(24) 登録日 平成20年8月22日(2008.8.22)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 L 21/66	(2006.01)	HO 1 L	21/66	H
GO 1 R 31/26	(2006.01)	HO 1 L	21/66	S
GO 1 R 31/28	(2006.01)	GO 1 R	31/26	J
GO 1 R 31/30	(2006.01)	GO 1 R	31/28	K
		GO 1 R	31/30	

請求項の数 40 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2001-367268 (P2001-367268)	(73) 特許権者	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(22) 出願日	平成13年11月30日(2001.11.30)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2003-168709 (P2003-168709A)	(73) 特許権者	000000158 イビデン株式会社 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成15年6月13日(2003.6.13)	(74) 代理人	100096910 弁理士 小原 肇
審査請求日	平成16年9月3日(2004.9.3)	(72) 発明者	竹腰 清 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信頼性評価試験装置、信頼性評価試験システム及び信頼性評価試験方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定部と、コンタクタと電気的に一括接触した半導体ウエハを収納し且つ測定部との間で試験用信号を授受する収納部とを備え、上記測定部からの試験用信号に基づいて半導体ウエハの信頼性を試験する上記収納部において上記コンタクタを押圧する押圧機構と、この押圧機構を介して上記コンタクタと一括接触する上記半導体ウエハを所定の高温に加熱する加熱機構と、この加熱機構を制御する温度コントローラとを備え、加速条件下で上記半導体ウエハに形成された多層配線及び絶縁膜の信頼性を評価する信頼性評価試験装置であって、上記収納部は、上記半導体ウエハを載置する断熱構造の載置台と、この載置台を囲み且つ上記コンタクタと電気的に接触する接続リングと、この接続リングと電気的に接触し且つ上記測定部からの試験用信号を授受する配線基板とを有し、筐体に対して出し入れ可能に構成されていることを特徴とする信頼性評価試験装置。

【請求項2】

上記接続リング上に上記コンタクタと接触して上記収納部内を外部から封止するシール部材を設けると共に、上記収納部に上記収納部内に不活性ガスまたは還元性ガスを供給する手段を設けたことを特徴とする請求項1に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項3】

上記収納部は、上記コンタクタの外周縁部を上記シール部材に押さえる押さえ機構を有することを特徴とする請求項2に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項4】

10

20

上記押圧機構は、上記コンタクタを押圧する押圧板と、この押圧板に下端が連結されたペローズと、このペローズの上端に連結された昇降可能な支持体と、これらの部材内に気体を圧入する手段とを有することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項 5】

上記加熱機構は、上記半導体ウエハ全面を下面側から均一に加熱し且つ上記載置台を兼ねる加熱体を有することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項 6】

上記加熱体は、上記半導体ウエハの中央部を加熱する第 1 加熱部と、第 1 加熱部を囲み上記半導体ウエハの外周縁部を加熱する第 2 加熱部を有することを特徴とする請求項 5 に記載の信頼性評価試験装置。

10

【請求項 7】

上記加熱機構は、上記半導体ウエハ全面を上面側から加熱する補助加熱体を有することを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項 8】

上記測定部はエレクトロマイグレーション測定部及びリーク電流測定部を有することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項 9】

20

上記各測定部を交互に切り換える切換機構を設けたことを特徴とする請求項 8 に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項 10】

上記エレクトロマイグレーション試験時に、直流、パルス直流、交流の三種の電流を印加する機能を有することを特徴とする請求項 8 または請求項 9 に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項 11】

上記半導体ウエハ上に形成された複数の試験パターンをグループ分けし、同時に 5 グループ以上の信頼性評価試験を行う試験パターンのグルーピング機能を有することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 10 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置。

30

【請求項 12】

上記コンタクタと半導体ウエハの間に異方性導電性シートを介在させることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 11 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項 13】

上記測定部は、上記半導体ウエハ内の 100 個以上の半導体素子について同時に信頼性評価試験を行うことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 12 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項 14】

上記収納部は、上記半導体ウエハを 160 以上の温度に維持する断熱構造を有することを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 13 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置。

40

【請求項 15】

上記コンタクタは耐熱性基板を有し、上記耐熱性基板の熱膨張率が 1 ~ 50 ppm / であることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 14 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置。

【請求項 16】

コンタクタと半導体ウエハとウエハホルダーとを一体化してシェルを形成するアライナーと、このシェルを搬送する搬送具と、この搬送具を介して搬送された上記半導体ウエハの信頼性評価試験を行う、請求項 1 ~ 請求項 15 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置とを備えたことを特徴とする信頼性評価試験システム。

【請求項 17】

50

上記ライナーと上記信頼性評価試験装置をデータ通信可能に構成したことを特徴とする請求項 16 に記載の信頼性評価試験システム。

【請求項 18】

上記ライナーは上記半導体ウエハを試験結果に基づいて観察する顕微鏡を有することを特徴とする請求項 16 または請求項 17 に記載の信頼性評価試験システム。

【請求項 19】

上記搬送具は上記コンタクト、上記ウエハホルダー及び上記半導体ウエハを一体化するための磁石を有することを特徴とする請求項 16 ~ 請求項 18 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験システム。

【請求項 20】

上記搬送具は、磁気回路と、この磁気回路を開閉する開閉手段とを有し、上記開閉手段を介して上記磁気回路を励磁し、消磁することにより、上記コンタクト及び上記半導体ウエハを上記搬送具に吸着し、上記搬送具から脱離させることを特徴とする請求項 16 ~ 請求項 18 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験システム。

【請求項 21】

請求項 1 ~ 請求項 15 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置を用いて、上記信頼性評価試験装置の測定部からの試験信号に基づいて信頼性評価試験を行う信頼性評価試験方法であって、

コンタクトと半導体ウエハをアライメントする工程と、

アライメントされたコンタクト、半導体ウエハ及びウエハホルダーを一体化してシェルを形成する工程と、

上記シェルを上記信頼性評価試験装置の収納部内の載置台上に載置する工程と、

上記信頼性評価試験装置の押圧機構により上記コンタクトを上記半導体ウエハに押圧する工程と、

上記コンタクトと接触する上記半導体ウエハを上記信頼性評価試験装置の温度コントローラにより所定の温度に制御する工程と、

加速条件下で上記半導体ウエハに形成された電気回路の信頼性を評価する工程と、を備えた

ことを特徴とする信頼性評価試験方法。

【請求項 22】

上記押圧機構は、上記コンタクトを押圧する押圧板と、上記押圧板にその下端が連結されたペローズと、上記ペローズの上端に連結された昇降可能な支持体と、上記押圧板、ペローズ及び支持体で形成された空間内に気体を圧入する手段と、を備えたことを特徴とする請求項 21 に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 23】

上記加熱機構は、上記半導体ウエハの全面を下面側から均一に加熱し且つ上記載置台を兼ねる加熱体を備えたことを特徴とする請求項 21 または請求項 22 に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 24】

上記コンタクトと上記半導体ウエハの間に異方性導電性フィルムを設けた状態で上記信頼性評価試験を行うことを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 23 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 25】

上記コンタクトは、耐熱性基板を有し、上記耐熱性基板の熱膨張率が $1 \sim 50 \text{ ppm}$ / であることを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 24 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 26】

上記半導体ウエハと上記コンタクトを電氣的に一括接触させ、上記半導体ウエハについて異なった信頼性評価試験を同時に行うことを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 25 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

10

20

30

40

50

【請求項 27】

上記半導体ウエハと上記コンタクタを電氣的に一括接触させた状態で、上記半導体ウエハを160 以上に加熱した後、上記半導体ウエハを加圧し、その後上記半導体ウエハに電気を導通させ、上記半導体ウエハについて信頼性評価試験を行うことを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 26 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 28】

上記半導体ウエハ内の100以上の半導体素子について同時に信頼性評価試験を行うことを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 27 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 29】

上記信頼性評価試験としてエレクトロマイグレーション試験とリーク電流試験の少なくともいづれか一方の試験を行うことを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 28 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

10

【請求項 30】

上記信頼性評価試験として上記エレクトロマイグレーション試験とリーク電流試験の両方の試験を行う場合には、上記エレクトロマイグレーション試験とリーク電流試験を交互に切り換えて行うことを特徴とする請求項 29 に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 31】

上記半導体ウエハ面内を160 ~ 350 の範囲内で ± 2.0 以内の温度分布に制御することを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 30 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

20

【請求項 32】

上記収納部に不活性ガスを供給する手段を設けた場合には、上記不活性ガスを供給する手段から上記収納部内に上記不活性ガスを供給して上記半導体ウエハと上記コンタクタを不活性ガス雰囲気置き、また、上記収納部に還元性ガスを供給する手段を設けた場合には、上記還元性ガスを供給する手段から上記収納部内に上記還元性ガスを供給して上記半導体ウエハと上記コンタクタを還元性ガス雰囲気置くことを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 31 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 33】

酸素濃度が100 ppm以下であることを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 32 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

30

【請求項 34】

上記信頼性評価試験は、直流、パルス直流及び交流の三種の電流を印加する機能を備えたことを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 33 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 35】

上記半導体ウエハ上に形成された複数の試験パターンをグループ分けし、これらのグループについて同時に信頼性評価試験を行うことを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 34 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 36】

上記コンタクタ、上記ウエハホルダー及び上記半導体ウエハは、ライナーによって一体化されて、搬送具によって上記収納部に搬送されることを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 35 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

40

【請求項 37】

上記信頼性評価試験によって得られたデータが上記ライナーに送信されることを可能にすることを特徴とする請求項 21 ~ 請求項 36 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 38】

上記ライナーは、上記半導体ウエハの試験結果に基づいて上記半導体ウエハを観察するための顕微鏡を備えていることを特徴とする請求項 37 に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項 39】

50

上記搬送具は、上記コンタクタ、上記ウエハホルダー及び上記半導体ウエハを一体化するための磁石を有することを特徴とする請求項36～請求項38のいずれか1項に記載の信頼性評価試験方法。

【請求項40】

上記搬送具は、磁気回路と、上記磁気回路を励磁し、消磁することにより、上記コンタクタ、上記ウエハホルダー及び上記半導体ウエハを上記搬送具に吸着し、上記搬送具から脱離させることを特徴とする請求項36～請求項39のいずれか1項に記載の信頼性評価試験方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、信頼性評価試験装置、信頼性評価試験システム及び信頼性評価試験方法に関し、更に詳しくは半導体ウエハ内に形成された多数の半導体素子を一括接触させた半導体ウエハ内の半導体素子の多層配線を形成する配線及び絶縁膜の信頼性評価試験を行う信頼性評価試験装置、信頼性評価試験システム及び信頼性評価試験方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体検査工程では半導体ウエハ（以下、「ウエハ」と称す。）の表面に多数形成された半導体素子（以下、「デバイス」と称す。）についてウエハレベルで電気的特性検査を行い、電気的特性に欠陥のないチップをスクリーニングしている。その後、検査の最終工程として、ウエハをダイシングした後、各デバイスについて加速条件下でウエハ内の多層配線のエレクトロマイグレーション試験や同一面内及び上下の配線間のリーク電流試験等の信頼性評価試験を行う。

20

【0003】

信頼性評価試験を行う場合には、試験用のパッケージを作製し、デバイスをパッケージングする。引き続き、例えば70個程度のパッケージを加熱炉内で所定の高温（例えば、300）下で各デバイスについて信頼性評価試験を行う。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のように加熱炉内で信頼性評価試験の場合にはウエハをダイシングした後、試験用パッケージを作製し、この試験用パッケージを用いて各デバイスをパッケージングするため、ウエハのダイシング、試験用パッケージの作製及び各デバイスのパッケージングに相当の期間と費用が必要になるという課題があった。更に、従来の加熱炉では一度に数10個のパッケージ、換言すれば数10個のデバイスしか試験を行うことができないという課題があった。

30

【0005】

また、例えば銅、銅合金等の酸化しやすい金属配線を有するデバイスの場合には、加熱炉内を不活性ガス雰囲気にするが、加熱炉は気密性に劣り、例えば銅配線の酸化を防止する程度まで酸素濃度を下げることができない。そのため、銅配線の場合には、銅配線のパッド部のみならずパッド部を介して銅配線そのものが酸化してしまうため、ウエハサンプル作製時に酸化防止用のアルミパッド層を銅パッド部に追加しなくてはならない。また、複数種のサンプルを試験する場合には、その種類に応じてダイシング方法及びワイヤーボンディング箇所を工夫しなくてはならない等の問題もあった。従って、信頼性評価試験結果が出るまでに3週間以上という長時間を要するという課題があった。

40

【0006】

更に、信頼性上重要なパラメータや様々な試験パターンと関連した依存性等は、何回も試験を行って試験データを取得しなければならないため、試験効率に劣るという課題があった。また、例えば、エレクトロマイグレーション試験の場合には、エレクトロマイグレーションにより発生したボイドの場所を一つずつ観察し、その観察結果をその後のプロセス開発にフィードバックするが、この観察時には試験用パッケージを一つ一つ解体してそれ

50

それぞれのデバイスを取り出し、ボンディングワイヤーを取り外した後、デバイスを顕微鏡で観察するという多大な労力と時間を要するという課題があった。

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、半導体素子をウエハレベルで信頼性評価試験を迅速且つ効率良くしかも高い信頼性を持って行うことができると共に信頼性評価試験に要する労力及び費用を格段に低減することができる信頼性評価試験装置、信頼性評価試験システム及び信頼性評価試験方法を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1に記載の信頼性評価試験装置は、測定部と、コンタクタと電氣的に一括接触した半導体ウエハを収納し且つ測定部との間で試験用信号を授受する収納部とを備え、上記測定部からの試験用信号に基づいて半導体ウエハの信頼性を試験する、上記収納部において上記コンタクタを押圧する押圧機構と、この押圧機構を介して上記コンタクタと一括接触する上記半導体ウエハを所定の高温に加熱する加熱機構と、この加熱機構を制御する温度コントローラとを備え、加速条件下で上記半導体ウエハに形成された多層配線及び絶縁膜の信頼性を評価する信頼性評価試験装置であって、上記収納部は、上記半導体ウエハを載置する断熱構造の載置台と、この載置台を囲み且つ上記コンタクタと電氣的に接触する接続リングと、この接続リングと電氣的に接触し且つ上記測定部からの試験用信号を授受する配線基板とを有し、筐体に対して出し入れ可能に構成されていることを特徴とするものである。

【0009】

また、本発明の請求項2に記載の信頼性評価試験装置は、請求項1に記載の発明において、上記接続リング上に上記コンタクタと接触して上記収納部内を外部から封止するシール部材を設けると共に、上記収納部内に不活性ガスまたは還元性ガスを供給する手段を設けたことを特徴とするものである。

【0010】

また、本発明の請求項3に記載の信頼性評価試験装置は、請求項2に記載の発明において、上記収納部は、上記コンタクタの外周縁部を上記シール部材に押さえる押さえ機構を有することを特徴とするものである。

【0011】

また、本発明の請求項4に記載の信頼性評価試験装置は、請求項1～請求項3のいずれか1項に記載の発明において、上記押圧機構は、上記コンタクタを押圧する押圧板と、この押圧板に下端が連結されたベローズと、このベローズの上端に連結された昇降可能な支持体と、これらの部材内に気体を圧入する手段とを有することを特徴とする信頼性評価試験装置。

【0012】

また、本発明の請求項5に記載の信頼性評価試験装置は、請求項1～請求項4のいずれか1項に記載の発明において、上記加熱機構は、上記半導体ウエハ全面を下面側から均一に加熱し且つ上記載置台を兼ねる加熱体を有することを特徴とするものである。

【0013】

また、本発明の請求項6に記載の信頼性評価試験装置は、請求項5に記載の発明において、上記加熱体は、上記半導体ウエハの中央部を加熱する第1加熱部と、第1加熱部を囲み上記半導体ウエハの外周縁部を加熱する第2加熱部を有することを特徴とするものである。

【0014】

また、本発明の請求項7に記載の信頼性評価試験装置は、請求項5または請求項6に記載の発明において、上記加熱機構は、上記半導体ウエハ全面を上面側から加熱する補助加熱体を有することを特徴とするものである。

【0015】

10

20

30

40

50

また、本発明の請求項 8 に記載の信頼性評価試験装置は、請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記測定部はエレクトロマイグレーション測定部及びリーク電流測定部を有することを特徴とするものである。

【 0 0 1 6 】

また、本発明の請求項 9 に記載の信頼性評価試験装置は、請求項 8 に記載の発明において、上記各測定部を交互に切り換える切換機構を設けたことを特徴とするものである。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の請求項 1 0 に記載の信頼性評価試験装置は、請求項 8 または請求項 9 に記載の発明において、上記エレクトロマイグレーション試験時に、直流、パルス直流、交流の三種の電流を印加する機能を有することを特徴とするものである。

10

【 0 0 1 8 】

また、本発明の請求項 1 1 に記載の信頼性評価試験装置は、請求項 1 ~ 請求項 1 0 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記半導体ウエハ上に形成された複数の試験パターンをグループ分けし、同時に 5 グループ以上の信頼性評価試験を行う試験パターンのグルーピング機能を有することを特徴とするものである。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の請求項 1 2 に記載の信頼性評価試験装置は、請求項 1 ~ 請求項 1 1 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記コンタクタと半導体ウエハの間に異方性導電性シートを介在させることを特徴とするものである。

【 0 0 2 0 】

20

また、本発明の請求項 1 3 に記載の信頼性評価試験装置は、請求項 1 ~ 請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記測定部は、上記半導体ウエハ内の 1 0 0 個以上の半導体素子について同時に信頼性評価試験を行うことを特徴とするものである。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の請求項 1 4 に記載の信頼性評価試験装置は、請求項 1 ~ 請求項 1 3 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記収納部は、上記半導体ウエハを 1 6 0 以上の温度に維持する断熱構造を有することを特徴とするものである。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の請求項 1 5 に記載の信頼性評価試験装置は、請求項 1 ~ 請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記コンタクタは耐熱性基板を有し、上記耐熱性基板の熱膨張率が 1 ~ 5 0 p p m / であることを特徴とするものである。

30

【 0 0 2 3 】

また、本発明の請求項 1 6 に記載の信頼性評価試験システムは、コンタクタと半導体ウエハとウエハホルダーとを一体化してシェルを形成するアライナーと、このシェルを搬送する搬送具と、この搬送具を介して搬送された上記半導体ウエハの信頼性評価試験を行う、請求項 1 ~ 請求項 1 5 のいずれか 1 項に記載の信頼性評価試験装置とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 4 】

また、本発明の請求項 1 7 に記載の信頼性評価試験システムは、請求項 1 6 に記載の発明において、上記アライナーと上記信頼性評価試験装置をデータ通信可能に構成したことを特徴とするものである。

40

【 0 0 2 5 】

また、本発明の請求項 1 8 に記載の信頼性評価試験システムは、請求項 1 6 または請求項 1 7 に記載の発明において、上記アライナーは上記半導体ウエハを試験結果に基づいて観察する顕微鏡を有することを特徴とするものである。

【 0 0 2 6 】

また、本発明の請求項 1 9 に記載の信頼性評価試験システムは、請求項 1 6 ~ 請求項 1 8 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記搬送具は上記コンタクタ、上記ウエハホルダー及び上記半導体ウエハを一体化するための磁石を有することを特徴とするものである。

50

【0027】

また、本発明の請求項20に記載の信頼性評価試験システムは、請求項16～請求項18のいずれか1項に記載の発明において、上記搬送具は、磁気回路と、この磁気回路を開閉する開閉手段とを有し、上記開閉手段を介して上記磁気回路を励磁し、消磁することにより、上記コンタクト及び上記半導体ウエハを上記搬送具に吸着し、上記搬送具から脱離させることを特徴とするものである。

【0028】

また、本発明の請求項21に記載の信頼性評価試験方法は、請求項1～請求項15のいずれか1項に記載の信頼性評価試験装置を用いて、上記信頼性評価試験装置の測定部からの試験信号に基づいて信頼性評価試験を行う信頼性評価試験方法であって、コンタクトと半導体ウエハをアライメントする工程と、アライメントされたコンタクト、半導体ウエハ及びウエハホルダーを一体化してシェルを形成する工程と、上記シェルを上記信頼性評価試験装置の収納部内の載置台上に載置する工程と、上記信頼性評価試験装置の押圧機構により上記コンタクトを上記半導体ウエハに押圧する工程と、上記コンタクトと接触する上記半導体ウエハを上記信頼性評価試験装置の温度コントローラにより所定の温度に制御する工程と、加速条件下で上記半導体ウエハに形成された電気回路の信頼性を評価する工程と、を備えたことを特徴とするものである。

10

【0029】

また、本発明の請求項22に記載の信頼性評価試験方法は、請求項21に記載の発明において、上記押圧機構は、上記コンタクトを押圧する押圧板と、上記押圧板にその下端が連結されたペローズと、上記ペローズの上端に連結された昇降可能な支持体と、上記押圧板、ペローズ及び支持体で形成された空間内に気体を圧入する手段と、を備えたことを特徴とするものである。

20

【0030】

また、本発明の請求項23に記載の信頼性評価試験方法は、請求項21または請求項22に記載の発明において、上記加熱機構は、上記半導体ウエハの全面を下面側から均一に加熱し且つ上記載置台を兼ねる加熱体を備えたことを特徴とするものである。

【0031】

また、本発明の請求項24に記載の信頼性評価試験方法は、請求項21～請求項23のいずれか1項に記載の発明において、上記コンタクトと上記半導体ウエハの間に異方性導電性フィルムを設けた状態で上記信頼性評価試験を行うことを特徴とするものである。

30

【0032】

また、本発明の請求項25に記載の信頼性評価試験方法は、請求項21～請求項24のいずれか1項に記載の発明において、上記コンタクトは、耐熱性基板を有し、上記耐熱性基板の熱膨張率が1～50ppm/であることを特徴とするものである。

【0033】

また、本発明の請求項26に記載の信頼性評価試験方法は、請求項21～請求項25のいずれか1項に記載の発明において、上記半導体ウエハと上記コンタクトを電氣的に一括接触させ、上記半導体ウエハについて異なった信頼性評価試験を同時に行うことを特徴とするものである。

40

【0034】

また、本発明の請求項27に記載の信頼性評価試験方法は、請求項21～請求項26に記載の発明において、上記半導体ウエハと上記コンタクトを電氣的に一括接触させた状態で、上記半導体ウエハを160℃以上に加熱した後、上記半導体ウエハを加圧し、その後上記半導体ウエハに電気を導通させ、上記半導体ウエハについて信頼性評価試験を行うことを特徴とするものである。

【0035】

また、本発明の請求項28に記載の信頼性評価試験方法は、請求項21～請求項27のいずれか1項に記載の発明において、上記半導体ウエハ内の100以上の半導体素子について同時に信頼性評価試験を行うことを特徴とするものである。

50

【 0 0 3 6 】

また、本発明の請求項 2 9 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 2 1 ~ 請求項 2 8 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記信頼性評価試験としてエレクトロマイグレーション試験とリーク電流試験の少なくともいずれか一方の試験を行うことを特徴とするものである。

【 0 0 3 7 】

また、本発明の請求項 3 0 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 2 9 に記載の発明において、上記信頼性評価試験として上記エレクトロマイグレーション試験とリーク電流試験の両方の試験を行う場合には、上記エレクトロマイグレーション試験とリーク電流試験を交互に切り換えて行うことを特徴とするものである。

10

【 0 0 3 8 】

また、本発明の請求項 3 1 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 2 1 ~ 請求項 3 0 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記半導体ウエハ面内を 1 6 0 ~ 3 5 0 の範囲内で ± 2 . 0 以内の温度分布に制御することを特徴とするものである。

また、本発明の請求項 3 2 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 2 1 ~ 請求項 3 1 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記収納部に不活性ガスを供給する手段を設けた場合には、上記不活性ガスを供給する手段から上記収納部に上記不活性ガスを供給して上記半導体ウエハと上記コンタクトを不活性ガス雰囲気置き、また、上記収納部に還元性ガスを供給する手段を設けた場合には、上記還元性ガスを供給する手段から上記収納部に上記還元性ガスを供給して上記半導体ウエハと上記コンタクトを還元性ガス雰囲気置くことを特徴とするものである。

20

また、本発明の請求項 3 3 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 2 1 ~ 請求項 3 2 のいずれか 1 項に記載の発明において、酸素濃度が 1 0 0 p p m 以下であることを特徴とするものである。

また、本発明の請求項 3 4 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 2 1 ~ 請求項 3 3 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記信頼性評価試験は、直流、パルス直流及び交流の三種の電流を印加する機能を備えたことを特徴とするものである。

また、本発明の請求項 3 5 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 2 1 ~ 請求項 3 4 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記半導体ウエハ上に形成された複数の試験パターンをグループ分けし、これらのグループについて同時に信頼性評価試験を行うことを特徴とするものである。

30

また、本発明の請求項 3 6 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 2 1 ~ 請求項 3 5 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記コンタクト、上記ウエハホルダー及び上記半導体ウエハはライナーによって一体化され、搬送具によって上記収納部に搬送されることを特徴とするものである。

また、本発明の請求項 3 7 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 2 1 ~ 請求項 3 6 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記信頼性評価試験によって得られたデータが上記ライナーに送信されることを可能にすることを特徴とするものである。

また、本発明の請求項 3 8 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 3 7 に記載の発明において、上記ライナーは、上記半導体ウエハの試験結果に基づいて上記半導体ウエハを観察するための顕微鏡を備えていることを特徴とするものである。

40

また、本発明の請求項 3 9 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 3 6 ~ 請求項 3 8 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記搬送具は、上記コンタクト、上記ウエハホルダー及び上記半導体ウエハを一体化するための磁石を有することを特徴とするものである。

また、本発明の請求項 4 0 に記載の信頼性評価試験方法は、請求項 3 6 ~ 請求項 3 9 のいずれか 1 項に記載の発明において、上記搬送具は、磁気回路と、上記磁気回路を励磁し、消磁することにより、上記コンタクト、上記ウエハホルダー及び上記半導体ウエハを上記搬送具に吸着し、上記搬送具から脱離させることを特徴とするものである。

【 0 0 3 9 】

【 発明の実施の形態 】

50

以下、図 1 ~ 図 2 に示す実施形態に基づいて本発明を説明する。

本実施形態の信頼性評価試験システムは、信頼性評価試験装置 10 とアライナー 50 とを備え、これら両者はデータ通信可能に通信ネットワークで結ばれている。そこで、まず本実施形態の信頼性評価試験装置 10 について説明した後、アライナー 50 について説明する。

【0040】

本実施形態の信頼性評価試験装置 10 は、図 1 の (a)、(b) 及び図 2 に示すように、後述のコンタクタ 11 (図 3 の (a)、(b) 参照) と電氣的に一括接触したウエハを収納するウエハ収納部 12 と、このウエハ収納部 12 の上方に配置され且つコンタクタ 11 を押圧する押圧機構 13 と、この押圧機構 13 を介して押圧されたウエハを直接加熱する加熱機構 14 (図 2 参照) と、この加熱機構 14 を介して加熱されたウエハの電氣的測定を行う測定部 15 と、この測定部 15 の測定用信号を生成すると共に測定結果信号を処理するテスト部 16 と、ウエハの温度を制御する温度コントローラ 17 と、テスト部 16 を管理するテスト管理部 18 と、これらの機器を収納する筐体 19 と、この筐体 19 内の各機器を制御するコントローラ 20 (図 1 の (b) 参照) とを備え、温度、電流密度等の加速条件下で上記半導体ウエハに形成された配線膜、絶縁膜の信頼性を評価する。コントローラ 20 は、図 1 の (b) に示すように、デスクトップタイプのコンピュータによって構成され、筐体 19 に隣接して配置されている。コンピュータのモニタ画面 20 A には例えば試験結果がウエハマップ (図 16 参照) として表示され、ウエハマップの各デバイスをマウス 20 B でクリックすることによってその試験結果をモニタ画面 20 A に瞬時表示することができる。更に、コントローラ 20 は後述するアライナーとのデータ通信機能を有し、信頼性評価試験の結果をアライナーへ送信することができる。また、ウエハ収納部 12 はスライド機構 21 を介して筐体 19 に対して図 1 の矢印 A 方向に出し入れできるようになっている。また、測定部 15 は例えばエレクトロマイグレーション (EM) 測定部 15 A と、リーク電流 (BT) 測定部 15 B とから構成され、テスト部 16 はこれらの測定部 15 A、15 B に対応して構成されている。この信頼性評価試験装置 10 の構造の要部を示したものが図 2 である。

【0041】

上記ウエハ収納部 12 は、例えば図 2 に示すように、コンタクタ 11 と電氣的に一括接触したウエハ W を後述する加熱体を介して載置する断熱、絶縁性材料からなる載置台 22 と、この載置台 22 を断熱性及び絶縁性材料からなる筒体 23 を介して囲み且つコンタクタ 11 と耐熱性の接触端子 (例えば、ポゴピン) 24 A を介して電氣的に接触する耐熱性の接続リング 24 と、この接続リング 24 と電氣的に接触し且つ測定部 15 からの試験用信号を授受する配線基板 25 とを備え、押圧機構 13 を介してコンタクタ 11 とウエハ W が確実に電氣的に一括接触すると共にコンタクタ 11 が接続リング 24 及び配線基板 25 を介して測定部 15 と導通可能に構成されている。

【0042】

また、図 2 に示すように、接続リング 24 の外周縁部には例えばシリコンゴム等の耐熱性樹脂からなるシールリング 26 が配置され、このシールリング 26 とコンタクタ 11 が弾力的に接触してウエハ収納部 12 内に気密空間を形成する。更に、ウエハ収納部 12 は、コンタクタ 11 の外周縁部を押さえる押さえ機構 27 を備え、押さえ機構 27 を介してコンタクタ 11 と接続リング 24 が確実に電氣的に接触する。この押さえ機構 27 は、例えば、耐熱性材料 (例えば、セラミック) によってコンタクタ 11 の外周縁部に合わせて形成された第 1 リング状部材 27 A と、このリング状部材 27 A と略同一大きさに形成された第 2 リング状部材 27 B と、第 1、第 2 リング状部材 27 A、27 B 間に介在する耐熱性バネ部材 27 C と、第 2 リング状部材 27 B と一体的に形成され且つウエハ収納部 12 の後方でヒンジ結合されたアーム 27 D と、このアーム 27 D を支持する一对のガススプリング (図示せず) とを備え、ガススプリングの働きで第 1、第 2 リング状部材 27 A、27 B が軽い力で開閉するようになっている。また、この押さえ機構 27 はロック機構 27 E を備え、ロック機構 27 E を介して第 1、第 2 リング状部材 27 A、27 B をコンタ

10

20

30

40

50

クタ 1 1 の外周縁部に固定する。従って、ウエハ収納部 1 2 は、一体化したコンタクタ 1 1 及びウエハ W を収納し、押圧機構 1 3 及び押さえ機構 2 7 を介してコンタクタ 1 1 を押圧すると、内部が外部から断熱され、気密を保つ構造になっている。

【 0 0 4 3 】

また、例えば図 2 に示すよう載置台 2 2 には上下方向に貫通する一対の給排気孔 2 2 A、2 2 B がそれぞれ形成され、給気孔 2 2 A から窒素ガス等の不活性ガス及び / または水素ガス等の還元性ガスを供給してウエハ収納部 1 2 内のコンタクタ 1 1 とウエハ W の接触部という極めて限られた最小限の空間に不活性ガス雰囲気または還元性ガス雰囲気を形成し、排気孔 2 2 B から不活性ガス及び / または還元性ガスを排気する。還元性ガスを供給する場合には不活性ガスに所定量の還元性ガスを添加することが好ましい。ウエハ収納部 1 2 内の狭い空間で不活性ガス雰囲気及び / または還元性ガス雰囲気を形成することによってウエハ W に形成された銅配線等の酸化されやすい金属配線の高温下での酸化を防止し、あるいは金属酸化膜を還元することができ、しかも不活性ガス及び / または還元性ガスの供給量を最小限に抑えることができる。また、ウエハ収納部 1 2 は気密構造になっているため、不活性ガス及び / または還元性ガスで空気を置換すると酸素濃度を銅等の酸化されやすい金属配線またはパッドの酸化を防止し得る濃度、例えば 1 0 p p m 以下、具体的には 1 ~ 5 p p m 以下まで下げることができる。酸素濃度はウエハ収納部 1 2 内に配置された従来公知の酸素センサ (図示せず) を介して検出し、この検出信号に基づいて筐体 1 9 内に配設された酸素濃度測定部 2 8 (図 1 参照) において酸素濃度を算出する。従って、従来のように試験用パッドに酸化防止用のアルミパッド層を設ける必要がない。還元性ガスで置換すれば高温下で金属酸化膜を還元するため、試験直前までに形成された金属酸化膜を還元し、ウエハ W とコンタクタ 1 1 間の電氣的な導通を確実に取ることができる。

【 0 0 4 4 】

上記押圧機構 1 3 は、図 1 に示すように、筐体 1 9 内に挿入されたウエハ収納部 1 2 の真上に固定されている。この押圧機構 1 3 は、図 1、図 2 に示すように、コンタクタ 1 1 を押圧する押圧板 1 3 A と、この押圧板 1 3 A の上面に下端が連結された金属製のペローズ 1 3 B と、このペローズ 1 3 B の上端に連結され且つペローズ 1 3 B を支持する支持板 1 3 C と、この支持板 1 3 C に連結され且つ筐体 1 9 内で垂下して固定されたシリンダ機構 1 3 D とを備えている。また、図 2 に示すように支持板 1 3 C には貫通孔 1 3 E が形成され、この貫通孔 1 3 E から圧縮空気を供給し、押圧板 1 3 A、ペローズ 1 3 B 及び支持板 1 3 C 内を加圧する。この加圧によりシリンダ機構 1 3 D を介して降下した支持板 1 3 C からペローズ 1 3 B が下降に伸び、押圧板 1 3 A を介してコンタクタ 1 1 を押下し、コンタクタ 1 1 全面を均等に押圧することによってコンタクタ 1 1 のパンプとウエハ W の電極パッドを確実に一括接触させることができる。また、図 2 に示すように押圧板 1 3 A の下面中央には後述する補助加熱体が固定され、ウエハ W をコンタクタ 1 1 側からも加熱する。また、押さえ機構 2 7 は、上述したようにウエハ収納部 1 2 の後方でヒンジ結合され、ガススプリング等の補助機構を介して開閉自在に構成され、一体化したコンタクタ 1 1 とウエハ W をウエハ収納部 1 2 内に載置した後、前方に倒し、ロック機構 2 7 E を介してウエハ収納部 1 2 内のコンタクタ 1 1 周縁部に対して水平に接合して図 2 に示すようにウエハ収納部 1 2 に収納されたコンタクタ 1 1 の外周縁部を押さえる構造になっている。

【 0 0 4 5 】

上記加熱機構 1 4 は、載置台 2 2 上に配置され且つウエハ W を下面側から加熱する加熱体 2 9 を主体に構成され、ウエハ W 全面を均一に加熱する。更に、この加熱体 2 9 は、例えば、載置台 2 2 上の中央部に配置された円形状の第 1 加熱部 2 9 A と、第 1 加熱部 2 9 A を囲むリング状の第 2 加熱部 2 9 B とからなり、第 1 加熱部 2 9 A を介してウエハ W の中央部を加熱すると共に第 2 加熱部 2 9 B を介してウエハ W の外周縁部を加熱する。第 2 加熱部 2 9 B がウエハ W 外周縁部からの放熱分を補完する役割を果たしている。加熱体 2 9 はウエハ W 全面を均一に加熱できれば第 1 加熱部 2 9 A 及び第 2 加熱部 2 9 B として分割しなくても良い。また、加熱機構 1 4 は、加熱体 2 9 の他に、コンタクタ 1 1 の上面から接触する円盤状の補助加熱体 2 9 C を備え、加熱体 2 9 と協働してウエハ W をより確実に

10

20

30

40

50

所定の高温まで加熱し、その温度を維持する。この加熱機構 14 は上述したようにウエハ W を上下両面から直接加熱し、しかも加熱空間が極めて限られているため、ウエハ W を短時間で目標温度まで加熱することができ、しかもウエハ W を 160 以上、最大で 350 の高温まで加熱、維持し、高温下でウエハ W の金属配線のエレクトロマイグレーション及びリーク電流等を高精度に測定することができる。この加熱機構 14 は、ウエハ W を 160 以上に加熱した時にはウエハ W 全面の温度分布を ± 2.0 以内で温度制御し、ウエハ W 全面を均一に加熱することができる。従って、例えば配線材料として銅を用いた場合にも高温、高密度電流の加速条件下で信頼性評価試験を行い、配線、絶縁膜を高精度で評価することができる。

【0046】

また、上記ウエハ収納部 12 を構成する配線基板 25 は筐体 19 の奥側（図 2 の右側）に延長され、この延長部分 25 A の上下両面それぞれに外部接続端子（図示せず）が形成されている。一方、図 1 に示す EM 測定部 15 A 及び BT 測定部 15 B の接続基板 15 C、15 D が図 2 に示すように延長部分 25 A を挟むように配置され、これらの接続基板 15 C、15 D は駆動機構（図示せず）を介して延長部分 25 A の上下両面の外部接続端子と交互に電氣的に接触し、EM 測定部 15 A と BT 測定部 15 B 間を交互に切り換える。即ち、接続基板 15 C、15 D は EM 測定部 15 A と BT 測定部 15 B 間の切換機構として機能する。これらの測定部 15 A、15 B それぞれは例えば 512 チャンネルを有するボードからなり、512 個のデバイスを同時に測定することができる。

【0047】

上記コンタクタ 11 とウエハ W は、図 2 に示すように異方性導電性シート 31 を介して一括接触している。コンタクタ 11 のバンプ及びウエハ W の電極パッドは円形または多角形、またはこれらの組み合わせのいずれかが好ましい。バンプのピッチ方向の最大長はウエハの電極パッドのピッチサイズ以下が好ましく、例えば直径が約 75 μm の大きさに形成され、それぞれの中心を基準として約 120 μm の間隔を空けて形成されている。一方、異方性導電性シート 31 は、コンタクタ 11 のバンプ及びウエハ W の電極パッドに高低差があっても、この高低差を吸収し得る弾性構造を有している。このような異方性シート 31 としては、例えばゴアメイト（ゴア社製の商品名）が好適に用いられる。ゴアメイトは、例えば図 7 の（a）、（b）に示すように、四フッ化エチレン樹脂シート 31 A と、この四フッ化エチレン樹脂シート 31 A 全面を所定間隔（例えば、70 μm ）を空けて均等に貫通するニッケル微粒子の集合体（例えば、直径が 25 μm ）31 B とから形成されている。集合体 31 B は金微粒子が集合して形成されているため、集合体 31 B に圧力が掛かるとニッケル微粒子が圧密状態になる。従って、コンタクタ 11 とウエハ W 間に異方性導電性シート 31 を介在させるだけでコンタクタ 11 のバンプとウエハ W の電極パッドは異方性導電性シート 31 を介して弾力的に一括接触し、両者 11、W 間の導通を確実に取ることができる。このゴアメイトは通常使い捨てにする。また、図 2、図 7 において、32 は例えば鉄系材料等の磁性材料からなるウエハホルダーである。尚、コンタクタ 11 のバンプとウエハ W の電極パッドをアライメントするには後述のアライナーを用いることができる。

【0048】

而して、上記コンタクタ 11 は、例えば図 3 の（a）、（b）に示すように、後述の材料によって形成された耐熱性基板 11 A と、この耐熱性基板 11 A の上面に例えば銅または銅合金等の導電性金属によって形成された導体回路 11 B と、この導体回路 11 B と一体的にそれぞれ複数ずつ形成されたバンプ 11 C 及びウエハ W 用の接続パッド部 11 D と、信頼性評価試験装置 10 の接続リング 24 のポゴピン 24 A と電氣的に接触する接続用パッド部 11 E と、これらのバンプ 11 C、接続パッド部 11 D 及び接続用パッド部 11 E 以外の部分を被覆する絶縁性被膜 11 F とを備え、160 以上の温度で信頼性評価試験を行う際に好適に使用される。絶縁性被膜 11 F を設けることで、コンタクタ 11 とウエハ W 間の余分な電氣的接触を防止し、コンタクタ 11 とウエハ W 間で安定した電氣的導通を取ることができる。耐熱性基板 11 A は、高温下での熱膨張率が極めて小さく、160

10

20

30

40

50

以上の温度下でコンタクタ 11 の平面方向の熱膨張率が $1 \sim 50 \text{ ppm} /$ 、好ましくは $2 \sim 30 \text{ ppm} /$ の材料によって形成されている。そして、耐熱性基板 11 A は、 160 以上、例えば 350 の高温下であってもウエハ W の熱膨張との間に殆どズレがなく一括接触状態を維持して確実に電氣的導通を取ることができ、信頼性評価試験を確実に行うことができる。この耐熱性基板 11 は、例えばポリイミド、ビスマレイミドトリアジン等の耐熱性樹脂、補強材（例えば、ガラスクロス、炭素繊維等）入りの耐熱性樹脂、アルミニウム、銅、ステンレス、インバー合金、インバー等の金属、シリコン等の導体及び窒化アルミニウム、炭化珪素等を主体としたセラミックの中から選択される少なくとも一種の材料によって形成されている。これらの材料を二種以上用いる場合には適宜組み合わせ耐熱性基板 11 A を形成することができる。絶縁性被膜 11 F を形成する材料は特に制限されないが、例えばポリイミド系樹脂等の耐熱性樹脂が好ましく用いられる。絶縁性被膜 11 F は信頼性評価試験を行う際に導通する部分を除いた表面に形成されていれば良い。また、図 4 に示すように耐熱性基板 11 A の種類に応じてその表面にシリコン酸化膜等の絶縁層 11 G を設けても良い。

10

【0049】

また、上記コントローラ 20 は、表示装置にウエハ W の試験結果をウエハマップ（図 16 参照）として表示できると共に、データ通信回線（図示せず）を介してアライナー 50 に試験結果を送信できるようになっている。

【0050】

而して、上記アライナーは例えば図 5 の（a）、（b）に示すように構成されている。このアライナー 50 は、図 5 の（a）に示すように、ウエハ W を収納し且つウエハ W をロード、アンロードするローダ室 51 と、このローダ室 51 に隔壁を介して隣接し且つウエハ W とコンタクタ 11 とを位置合わせ（アライメント）するアライメント室 52 とを備え、ウエハ W からコンタクタ 11 とを一括接触させるためにこれら両者のアライメントを行うように構成されている。そして、図示していないがローダ室 51 には搬送機構（ピンセット）及び予備位置合わせ機構（サブチャック）がそれぞれ配設され、ピンセットを介してキャリア内からウエハ W を一枚ずつ搬送し、搬送過程でサブチャック上でオリフラまたはノッチを基準にしてウエハ W を予備位置合わせ（プリアライメント）した後、ピンセットを介してウエハ W をアライメント室 52 へ搬送するようにしてある。

20

【0051】

また、図 5 の（a）に示すように上記アライメント室 52 にはヘッドプレート 53 が開閉可能に取り付けられ、このヘッドプレート 53 にコンタクタ 11 を装着し、開閉駆動機構 54 を介してアライメント室 52 の上面開口を開閉する。このヘッドプレート 53 の中央にはコンタクタ 11 より小径の第 1 開口部 53 A が形成され、その内面（図 5 では開放されて上向きになっている）にはコンタクタ 11 を固定する固定機構 53 B が第 1 開口部 53 A を囲むように 4 個配設されている。この固定機構 53 B は、例えば同図の（b）に示すように、第 1 開口部 53 A の周囲 4 箇所形成された凹陷部 53 C 内に枢着された押さえ部材 53 D と、押さえ部材 53 D の基端部に連結されたエアシリンダ 53 E とを備えている。エアシリンダ 53 E が駆動すると押さえ部材 53 D が反時計方向に回転して第 1 開口部 53 A に載置されたコンタクタ 11 をヘッドプレート 53 に固定する。

30

40

【0052】

また、図 5 の（a）に示すようにアライメント室 52 内のヘッドプレート 53 の下方には X、Y、Z 及び 方向で移動可能なメインチャック 55 が配設され、このメインチャック 55 上にウエハホルダー 32 を介してウエハ W を載置する。メインチャック 55 は XY ステージ 56 を介して X、Y 方向に移動する。このメインチャック 55 は回転昇降機構（図示せず）を内蔵し、回転昇降機構を介して XY ステージ 56 上で昇降すると共に 方向に正逆回転する。そして、ローダ室 51 内のピンセットを介してプリアライメント後のウエハ W をアライメント室 52 内のメインチャック 55 上の予め載置された鉄系合金等の磁性材料からなるウエハホルダー 32 上へ移載する。このウエハホルダー 32 は後述するウエハ搬送具で一体化したウエハ W とコンタクタ 11 を搬送する時に機能する。

50

【 0 0 5 3 】

アライメント室 5 2 内には図示しないアライメント機構が配設され、このアライメント機構はアライメントブリッジに固定された上カメラと、メインチャック 5 5 側に固定された下カメラとを備え、これらのカメラでによる撮像画像を表示装置 5 7 に表示する。この表示装置 5 7 の表示画面にはタッチパネルも表示し、画面上でアライナー 5 0 を操作することができる。そして、メインチャック 5 5 を移動させて上カメラでウエハ W の電極パッドを撮像すると共にメインチャック 5 5 を移動させて下カメラでヘッドプレート 5 3 に装着されたコンタクタ 1 1 のパンプ (図 3 参照) を撮像し、これらの画像データに基づいてウエハ W の電極パッドとコンタクタ 1 1 のパンプをアライメントする。このアライメント機構としては例えば特願平 1 0 - 5 4 4 2 3 号において提案した技術を用いることができる。

10

【 0 0 5 4 】

また、上記表示装置 5 7 の表示画面には上記信頼性評価試験装置 1 0 とのデータ通信によって送信されてくる信頼性評価試験結果をウエハマップ (図 1 6 参照) として表示できる。ウエハマップには試験結果が数値で表示される。そして、ウエハマップを介して試験後の不良個所とその様子を選択し、この不良デバイスを顕微鏡で観察できるようになっている。即ち、ヘッドプレート 5 3 には第 1 開口部 5 3 A に隣接させた第 2 開口部 5 3 F が形成されている。この第 2 開口部 5 3 F の表面には顕微鏡 (例えば、最高倍率が 2 0 0 0 倍以上) (図示せず) が装着され、この顕微鏡を介してメインチャック 5 5 上に載置されたウエハ W の各デバイスを観察できるようになっている。従って、信頼性評価試験装置 1 0 において試験を行ったウエハ W をアライナー 5 0 のメインチャック 5 5 上に載置した後、信頼性評価試験装置 1 0 からの試験結果をアライナー 5 0 へ通信回線を介して送信する。そして、試験結果を表示装置 5 7 の表示画面にウエハマップとして表示し、試験に用いたデバイスを画面上で選択すれば、メインチャック 5 5 の操作によってこの試験後のデバイスを顕微鏡の真下に移動させ、顕微鏡によってエレクトロマイグレーション現象によるボイド等をウエハ状態のまま観察することができる。

20

【 0 0 5 5 】

而して、アライナー 5 0 において一括接触したウエハ W とコンタクタ 1 1 はウエハ搬送具 6 0 を介して信頼性評価試験装置 1 0 まで搬送される。このウエハ搬送具 6 0 は、例えば図 6 に示すように、ケース 6 1 内に設けられた磁気回路 (図示せず) と、この磁気回路を開閉操作するためにケース 6 1 に枢着された操作レバー 6 2 と、この操作レバー 6 2 の左右に配置してケースに取り付けられた一対の取っ手 6 3 とを備えている。尚、磁気回路に代えて磁石を用い、磁石を操作レバー 6 2 によって昇降するようにしても良い。従って、ヘッドプレート 5 3 の第 1 開口部 5 3 A からウエハ搬送具をコンタクタ 1 1 上に載置した状態でハンドル操作を行うと、磁気回路が励磁してウエハホルダー 3 2 を強力に吸着し、図 6 に示すようにコンタクタ 1 1 、異方性導電性シート 3 1 及びウエハ W を位置ズレすることなく一体化する。

30

【 0 0 5 6 】

次に、図 5 ~ 図 1 7 を参照しながら本発明の信頼性評価試験方法の一実施形態を上記信頼性評価試験システムの動作と共に説明する。まず、アライナー 5 0 を用いてコンタクタ 1 1 のパンプとウエハ W の電極パッドを位置合わせする。それには開閉駆動機構 5 4 を介してヘッドプレート 5 3 を開き、ヘッドプレート 5 3 の内面側から第 1 開口部 5 3 A にコンタクタ 1 1 を固定機構 5 3 B を介して装着すると共にメインチャック 5 5 上にウエハホルダー 3 2 を載置する。次いで、開閉駆動機構 5 4 を介してヘッドプレート 5 3 を閉じる。その後、ローダ室 5 1 内でピンセット及びサブチャックを介してウエハ W をプリアライメントした後、ピンセットを介してウエハ W をウエハホルダー 3 2 上へ載置する。引き続き、XY ステージ 5 6 及び回転昇降機構が作動すると共にアライメント機構が作動し、ウエハ W の電極パッドとコンタクタ 1 1 のパンプのアライメントを行う。アライメント終了後、ヘッドプレート 5 3 を一旦開き、アライメント後のウエハ W 上に異方性導電性シート 3

40

50

1を配置する。次いで、開閉駆動機構54を介してヘッドプレート53でアライメント室52の開口部を閉じると、メインチャック55が回転昇降機構が駆動して上昇し、コンタクタ11のバンプとウエハWの電極パッドが異方性導電性シート31を介して一括接触し、ウエハホルダー32を含むシェルとして一体化する。

【0057】

その後、オペレータがヘッドプレート53の第1開口部53Aからウエハ搬送具60をコンタクタ11上に載置し、ウエハ搬送具60の操作レバー62を介して磁気回路を励磁してコンタクタ11側からウエハホルダー32を強力な磁力によって吸着し、コンタクタ11、異方性導電性シート31、ウエハW及びウエハホルダー32を位置ズレさせることなく一体化して固定する。そして、固定機構53Bを解除しヘッドプレート53を開いた後、ウエハ搬送具60をシェルと一緒にメインチャック55上から取り外した後、ウエハ搬送具60を持って信頼性評価試験装置10まで搬送し、その筐体19から引き出されたウエハ収納部12の加熱体29上に載置する。次いで、ウエハ収納部12の押さえ機構27をハンドル操作によって倒してウエハ収納部12内のコンタクタ11を外周縁部から接続リング24上のシールリング26に押圧して固定する。この操作によってウエハWがウエハホルダー32を介して載置台22上の加熱体29と仮接触する。また、コンタクタ11の外周縁部が接続リング24上のシールリング26と弾接して気密状態を形成すると共に接続リング24のポゴピン24Aと弾接し、コンタクタ11と接続リング24が電氣的に接触する。次いで、ウエハ搬送具60の操作レバー62を介して磁気回路を消磁してシェルを解放し、ウエハ搬送具60をコンタクタ11から外した後、ウエハ収納部12を筐体19内に押し込む。

【0058】

然る後、コントローラ20を介して押圧機構13のシリンダ機構13Dが駆動すると共に貫通孔13Eからベローズ13B内に圧縮空気を圧入すると、シリンダ機構13Dを介して押圧板13A及びベローズ13Bと一緒に下降し、押圧板13A下面の補助加熱体29Cが押さえ機構27の内側に嵌入する。押圧板13Aが下降端に達して押圧板13A下面の補助加熱体29Cがコンタクタ11と接触する。この時、図7の(a)に示すようにベローズ13B内の加圧空気の圧力によって同図の矢印方向で示すように押圧板13Aが補助加熱体29Cを介してコンタクタ11の中央部を押下し、コンタクタ11をウエハWに対して全面均等に圧接させる。

【0059】

押圧板13A及び押さえ機構27からの押圧力でコンタクタ11のバンプ11CとウエハWの電極パッドは異方性導電性シート31を介して電氣的に一括接触する。この際、図7の(b)に示すようにコンタクタ11が僅かに波打った状態に変形していてもベローズ13B内の加圧空気で補助加熱体29Cを介してコンタクタ11の変形を同図の(a)及び図2に示すように矯正し、異方性導電性シート31の働きと相俟ってコンタクタ11の全バンプとウエハWの全電極パッドが確実に均等な押圧力を持って電氣的に一括接触する。信頼性評価試験に際しては512チャンネルを用いて512個のデバイスを一度に測定することができるため、加熱炉を使用する従来方法に比べて試験時間を格段に削減することができる。

【0060】

上述した状態でウエハ収納部12内には給気孔22Aから不活性ガスを所定時間(例えば、約30分)供給すれば、ウエハ収納部12内の空気を排気孔22Bから排気し、ウエハ収納部12内に不活性ガス雰囲気形成して酸素濃度を10ppm以下、具体的には1~5ppm以下まで下げることができる。この酸素濃度になればウエハWの電極パッド及び金属配線が例えば酸化しやすい銅または銅合金によって形成されていても金属の酸化を確実に防止する。例えば、図8の(a)に示すように最近使用されている銅、銅合金からなるパッドPの場合には、ウエハWに銅、銅合金のパッドPを形成してから試験まで長い日数放置しておく、パッドPの表面に酸化膜が形成され、電氣的な導通を取り難い場合がある。このような場合であっても窒素ガス等の不活性ガスをウエハ収納部12内に予め供

10

20

30

40

50

給し、不活性ガス雰囲気を形成して酸素濃度を数ppm程度まで下げた後に加熱すれば、その状態で加圧してコンタクタ11とウエハWとの電氣的接続が良くなる。また、パッドPの表面の酸化が著しく進んでいる場合には、窒素ガス等の不活性ガスに水素ガス等の還元性ガスを数%程度添加して供給すれば、200以上の加熱下でパッドPの酸化膜を還元性ガスで還元し、コンタクタ11との電氣的接続が良好になる。このようにコンタクタ11とウエハWの電氣的導通が良好になった後、押圧機構13を介してコンタクタ11を加圧すれば、コンタクタ11とウエハWが電氣的に確実に接続され、信頼性の高い信頼性評価試験を行うことができる。この際、窒素ガス等の不活性ガスや水素ガス等の還元性ガスは排気孔22Bから排気されるが、ウエハ収納部12内の最小限の空間に不活性ガス雰囲気を形成するため、これらのガスの使用量を最小限に抑制することができる。

10

【0061】

このように本実施形態ではウエハレベルで信頼性評価試験を行うことができるため、加熱炉を使う従来の方法で行っていたウエハのダイシング工程及びアッセンブリ(パッケージング)工程を全て省略することができ、試験時間の短縮及び試験コストを格段に削減することができる。殊に、アッセンブリ工程では銅、銅合金からなるパッドPに直接ワイヤーをボンディングすることが難しいため、図8の(b)に示すようにアルミニウムのバリア層B及びパッド層P1を設けた後、ワイヤーLをボンディングする必要がある。ところが、本実施形態ではウエハ収納部12内の酸素濃度を数ppm程度まで下げることができるため、上述のように従来のアルミニウムのバリア層B及びパッド層P1を省略することができ、試験コストを更に削減することができる。従来方法でアルミニウムパッド層の他に、アルミニウムのバリア層が必要になるのは、加熱炉は一般的に気密性が良くないため、銅、銅合金のパッド部が試験中に酸化し、電氣的導通が取れなくなるからである。

20

【0062】

次いで、加熱機構14が作動すると、加熱体29及び補助加熱体29Cが昇温し、これら両者29、29CでウエハWを上下から直接加熱する。このようにウエハWを加熱体29と補助加熱体29Cで挟んで上下から加熱するため、ウエハWを目標温度(最大350)まで短時間(例えば、1時間以内)で昇温することができ、しかも、ウエハ収納部12が断熱構造になっているため、ウエハ収納部12内からの放熱による温度低下を格段に抑制することができ、ウエハWを目標温度で維持することができる。仮に、コンタクタ11の外周縁部からの放熱があっても加熱体29は個別に機能する第1、第2加熱部29A、29Bによって構成されているため、外側の第2加熱部29Bの働きでコンタクタ11の外周縁部からの放熱分を確実に補ってウエハW全面を目標温度に維持することができる。この際、ウエハW面内の温度分布を160~350の範囲で ± 2.0 以下に抑制することができる。

30

【0063】

而して、高温下でエレクトロマイグレーション試験を行う場合には、図2に示すようにEM測定部15Aの接続基板15Cを配線基板25の延長部分25Aの外部接続端子に接触した後、EM測定部15Aを介してウエハW内の512個のデバイスについて同時にエレクトロマイグレーション測定を実施し、テストユニット16において試験結果を解析する。この場合、ウエハWを350の高温を安定的に維持することができるため、例えば各デバイスの銅配線の金属原子の移動を誘起し易く、短時間で試験結果を得ることができ、ウエハWの各デバイスを短時間で評価することができる。

40

【0064】

エレクトロマイグレーション試験を行うに際して電流を印加する場合には、本実施形態ではEM測定部15Aを介して直流、パルス直流及び交流の三種類の電流を印加することができる。従来の加熱炉を使用する方法の場合には電流の印加方式は直流のみ、あるいはパルス直流または交流のみであるが、本実施形態の信頼性評価試験装置10は一台で三種類の電流印加方式に対応することができる。

【0065】

これら三種類の電流を印加する場合には試験パターンとして例えば図9の(a)、(b)

50

に示すウエハW上に形成された試験パターンが用いられる。これらの試験パターンは通常最も頻繁に使用されるものである。基本的な試験パターンは、同図の(a)に示すように電子の流れに対して上流端に接続孔を有する片終端タイプの試験パターンと、同図の(b)に示すように電子の流れの上流端と下流端それぞれに接続孔を有する両終端タイプの試験パターンとがある。同図の(a)に示す片終端タイプの試験パターンの場合には電子が下層配線から接続孔を介して上流の配線に流れる時に用いられる。試験配線の長さLは通常加速試験電流密度として $0.5 \sim 2.0 \text{ MA/cm}^2$ を用いるが、この際バックフロー効果が起きない長さに試験配線を設定する必要がある。配線長さLは $50 \mu\text{m}$ 以上あれば十分であるが、例えば $100 \sim 200 \mu\text{m}$ が好ましい。また、試験配線幅はデバイスや対象としている検討内容によっても変わる。更に、試験を行う配線廻りにはダミーの配線が通常デバイスの片側に10本、両側で20本程度配置されている。これらのダミー配線は、試験配線が細い時にウエハプロセスのフィソグラフィ工程での近接効果を回避して目標の配線幅に仕上げるためと、エレクトロマイグレーション試験時に配線から配線材料である金属が吹き出し(Extrusion)を検知するために配置してある。試験は基本的には四端子測定を行い、吹き出しモニターで監視する。

【0066】

まず、直流を用いる場合には、図9の(a)の片終端タイプの試験パターンを使用し、配線長さLは $100 \mu\text{m}$ に設定されたものを使用する。試験配線が銅、銅合金の場合には $250 \sim 350$ の試験温度を使用することが好ましい。配線がアルミニウム、アルミニウム合金の場合には $150 \sim 250$ の試験温度が好ましい。印加電流密度は、ジュール発熱による温度上昇を起こさないようにするために $0.5 \sim 3 \text{ MA/cm}^2$ 程度が好ましい。図9の(a)に示す試験パターンを用いた時の相対抵抗値の変化の様子を図10に示した。この図からも明らかのように、抵抗値が全く上昇しない時間(Incubation Time)が長くあり、その後、急激に抵抗値が上昇(Growth Time)していることが判る。この時、例えば抵抗値が10%、20%に上昇した時点での時間を不良に至る時間(Time To Failure)と定義し、同じ試験パターンを用いて例えば30個同時に試験をした場合、その累積不良のグラフを示したのが図11である。図11では統計上の分布としては対数正規分布を用いているが、信頼性評価試験装置10はワイブル分布、正規分布も対数正規分布と同様に出力することができる。図11において、50%不良に至る時間をMTF(Median Time to Failure)と定義し、直線近似した時の傾きの逆数がエレクトロマイグレーションのパラッキとなる。これらの二つの値はLSIのエレクトロマイグレーション寿命を予測する上で非常に重要なパラメータになる。

【0067】

パルス直流を用いる場合には、例えば図12に示すパルス直流を印加する。ここで重要なのはパルス周波数である。パルス周波数としては例えば $50 \text{ KHz} \sim 10 \text{ MHz}$ 程度必要であり、本実施形態の信頼性評価試験装置10はこれに対応している。パルス直流によるエレクトロマイグレーション試験時には、パルス周波数によって金属原子の移動モードが遷移することが知られている。今までの報告では、遷移する周波数は $100 \text{ KHz} \sim$ 数MHzと云われている。従って、本実施形態の信頼性評価試験装置10は金属原子の移動モードを確実に測定することができる。また、交流電流を印加する場合には周波数と、図13に示すように周波数の正の領域と負の領域の面積を同一に保った状態でディーティ比(t_{on}/t_{cycle})を変えることが重要である。これは、LSIの回路で頻繁に起きている金属原子の挙動を非常に類似しているからである。

【0068】

ウエハW上でエレクトロマイグレーション試験を行う場合には512個のデバイスを同時に試験することができる。これに対し、従来の加熱炉を使用する従来方法の場合には多くても100個程度しか試験することができない。従って、試験能力が4、5倍向上する。また、ウエハW上の試験パターンの配置と信頼性評価試験装置10の試験パターンのグルーピング機能を使用することにより、高信頼化技術開発の観点から非常に重要なデータ、即ち配線幅依存性(主拡散パスの同定)(図14の(a)~(c)参照)、臨界長さ(L_c)

10

20

30

40

50

:Critical Length) (図15の(a)参照)、Reservoir長依存(図15の(b)参照)等を一度に効率良く得ることができる。これに対し、従来の加熱炉を使用する従来方法の場合には各データ毎に何回もパッケージをセットしなくてはならず、試験が非常に煩雑で結果を得るまでに長時間を要していた。

【0069】

また、ウエハレベルで試験を行うことによって信頼性に関係するアウトプットパラメータ、例えばMTFや初期抵抗値等がウエハW面内に如何なる状態で分布状態にあるかが図16に示すウエハマップとして出力され、その分布状態がすぐに判る。例えば図16中、二重の でデバイスの出力結果は、図10に示した相対抵抗値の変化を示す図であり、図11に示した累積不良分布を示す図で、これらのグラフから相対抵抗値の時間に対する変化や時間に対する累積不良がすぐに判る。従って、試験結果に基づいて目的のデータを短時間で効率良く得ることができ、しかもテストユニット16においてデータ解析を短時間で効率良く正確に行うことができる。これに対し、従来の加熱炉を使用する従来方法の場合にはウエハのダイシング後、デバイスを取り出してパッケージに入れる時にどのデバイスかを記入する等の手間が掛かる上に、記入ミス等の間違いが発生する虞がある。

【0070】

また、エレクトロマイグレーション試験後には、試験結果を信頼性評価試験装置10からライナー50へデータ通信で送信し、ライナー50に試験結果を取り込むことができる。ライナー50にはアライメント用のカメラと顕微鏡が設けられているため、アライメント室52内に試験後のウエハWをセットした後、アライメント機構を介して不良品を顕微鏡の真下に位置合わせすることで、ボイド等のエレクトロマイグレーションによる不良を即座に観察することができる。しかも512個の試験パターンを観察結果を画像として保存することができる。また、例えば、ウエハマップ上で抵抗挙動のおかしいものなどがあれば、その画像をすぐに表示装置57の画面に映し出すことができる。ライナー50は必要に応じてマニュアルモードでカメラを操作し、高倍率で不良部分及びその近辺を観察することができる。更に、予め抽出したい抵抗挙動、ボイドの発生箇所等を指定すれば、試験後にライナー50によるボイド観察後、自動的にそれらをリストアップすることができる。これに対し、従来の加熱炉を使用する従来方法の場合にはパッケージ内からデバイスを取り出し、顕微鏡で一つ一つ観察しているため、観察に多大な労力と時間が必要である。

【0071】

上記エレクトロマイグレーション試験を行う場合にはウエハW面内の温度分布を例えば160~350の範囲で ± 2.0 以内に制御する。エレクトロマイグレーション試験は温度と電流密度の加速条件下で行われ、試験結果としてMTF及びバラツキを得る。更に、温度条件と電流密度条件を変えて加速パラメータである E_a (Activation energy)と n (Current exponent)を求め、最終的に $J_{u,s,e}$ (Use current density at operating condition)を求める。この $J_{u,s,e}$ が大きいほど良いことになる。 n はエレクトロマイグレーションの原理から1(growth timeの成分)~2(incubation timeの成分)の間を取り、試験パターンの出来具合や相対抵抗の変化で何%を不良とみなすかで変わる。 E_a は、拡散に対する活性化エネルギーで、試験パターンを如何なる材料とプロセスで形成するかで決まるものである。 E_a と n はウエハW側で決まるもので、信頼性評価試験装置10側で決まるものではない。これに対し、信頼性評価試験装置10の性能が影響するものとしてバラツキがある。MTF及び $J_{u,s,e}$ に対する影響の度合いを図17に示す。図17から判るように、バラツキの影響は著しく大きい。換言すると、 $J_{u,s,e}$ が大きいと、例えば $J_{u,s,e}$ が0.5以上になるとMTFがいくら長くても意味がない。バラツキは、ウエハW(LSIの製造プロセス)に起因するものと、信頼性評価試験装置10に起因するものがある。信頼性評価試験装置10に起因するバラツキが小さければ小さい程良い。信頼性評価試験装置10から発生するバラツキとしてはウエハW面内の温度分布に起因するものと、電流のバラツキに起因するものの二種類がある。図18の(a)、(b)は、それぞれ電流のバラツキに起因する $J_{u,s,e}$ ロスと、温度分布(バラツキ)に起因

10

20

30

40

50

する J_{use} ロスを示したものである。これらの計算結果から判るように、温度分布によるロスが非常に大きいことが判る。このことから信頼性評価試験装置 10 では、加熱機構 14 を用いて極めて狭い空間でウエハ W 全面を直接且つ均等に加熱することにより、350 の高温下でも温度分布を ± 2.0 以内に抑制するようになっている。従って、信頼性評価試験装置 10 に起因するバラツキを格段に抑制することによって信頼性の高いエレクトロマイグレーション試験を行うことができる。

【0072】

上述のエレクトロマイグレーション試験以外に、リーク電流測定 (Bias-Temperature Testing: BT 試験) または TDD (Time Dependent Dielectric Breakdown) 試験を行う場合には、切換機構を介して EM 測定部 15A の接続基板 15C を BT 測定部 15B の接続基板 15D に切り換え、一台の装置で全く異なった試験を行うことができる。従って、従来のアセンブリ工程を省略することができると共に大量のデバイスを一度の試験することができ、試験コストの削減を実現することができると共に試験効率を格段に高めることができる。

【0073】

リーク電流試験に用いる試験パターンの一例を図 19 の (a) ~ (d) に示す。この場合の試験パターンは、同図に示すように基本的には櫛型パターンと異なる配線間での平面パターン若しくは配線パターンである。同図の (b) 及び同図の (d) において、斜線で示した部分はそれぞれ同図 (a) 及び (b) に一点鎖線で示す方向からの配線の断面を示し、同図の (c)、(d) の は上層配線との接続孔を示す。リーク電流試験ではウエハ W をある温度に保って電圧を印加し、配線間のリーク電流の変化を時間の経過と共にモニターする。リーク電流がある一定の値に達した時点の時間が、そのサンプルの不良に至る時間になる。エレクトロマイグレーション試験の時と同様に、不良に至る時間の分布をプロットする。リーク電流試験の場合にはワイル分布が良く一致する。この場合もエレクトロマイグレーション試験の場合と同様に、大量のデバイスを一度の測定することができ、試験パターンによってそれぞれの試験結果のグルーピングを行うことができるため、一度に電界依存性等の複数の測定データを取得することができる。また、コンタクタ 11 を作製する時に、エレクトロマイグレーション試験用とリーク電流試験用のパッドは位置を同一コンタクタ 11 内に配置しておくことで、エレクトロマイグレーション試験とリーク電流試験を同時に行うことができる。但し、エレクトロマイグレーション試験とリーク電流試験の加速温度が同一温度に制限される。エレクトロマイグレーション試験とリーク電流試験の加速温度が異なる場合には、信頼性評価試験装置 10 を適宜使い分ける必要がある。

【0074】

以上説明したように本実施形態によれば、コンタクタ 11 と電気的に一括接触したウエハ W を収納するウエハ収納部 12 においてコンタクタ 11 を押圧する押圧機構 13 と、この押圧機構 13 を介してコンタクタ 11 と一括接触するウエハ W を直接加熱する加熱機構 14 とを備えているため、ウエハレベルで 100 個以上、具体的には 512 個のデバイスをエレクトロマイグレーション試験やリーク電流試験等の信頼性評価試験を行うことができる。従って、従来のようにウエハ W をデバイス単位にダイシングする工程及びそのアセンブリ工程を削減し、試験コストを削減することができると共に短時間で効率良く複数種の信頼性評価試験を行うことができる。

【0075】

また、ウエハ収納部 12 は、コンタクタ 11 と電気的に一括接触したウエハ W を載置する載置台 22 と、この載置台 22 を囲み且つコンタクタ 11 と電気的に接触する接続リング 24 と、この接続リング 24 と電気的に接触し且つ載置台 22 を支承する配線基板 25 とを有するため、最小限のウエハ収納空間で済ませることができ、短時間でウエハ W を 160 以上、具体的には 350 まで短時間で昇温することができる。

【0076】

また、押圧機構 13 は、コンタクタ 11 に接触する押圧板 13A と、この押圧板 13A に下端が連結された金属製のペローズ 13B と、このペローズ 13B に連結された支持板 1

10

20

30

40

50

3 Cと、これらの部材内に空気を圧入する手段とを有するため、空気圧によってコンタクタ11とウエハWの接触圧を最適制御することができる。

【0077】

また、接続リング24上にコンタクタ11と接触してウエハ収納部12内を外部から封止するシールリング26を設けると共に、ウエハ収納部12内に窒素ガス等の不活性ガスを供給する手段を設けたため、ウエハ収納部12内の酸素濃度を10ppm以下、具体的には1~5ppm以下まで下げることができ、ウエハWに形成された銅配線等の金属配線の酸化を防止してコンタクタ11とウエハWを電氣的に確実に接続し、信頼性評価試験を確実に行うことができる。または、必要に応じて水素ガス等の還元性ガスを不活性ガスに添加して供給することにより、金属パッドの酸化が著しい場合であっても、酸化膜を確実に還元してコンタクタ11とウエハWを電氣的に確実に接続し、信頼性評価試験を確実に行うことができる。

10

【0078】

また、加熱機構14は、加熱体29の第1、第2加熱部29A、29Bを介してウエハWを下面側から加熱すると共に補助加熱体29Cを介してウエハWを上面側から加熱するため、ウエハW両面を上下から直接加熱し、目標温度(160以上、具体的には350)まで短時間に昇温することができる。また、ウエハ収納部12が断熱、気密構造になっているため、試験中に目標温度を確実に維持することができると共にウエハW全面の温度分布を±2.0以下に抑制することができ、温度のパラッキの殆どない信頼性の高い試験結果を得ることができる。

20

【0079】

また、EM測定部15A及びBT測定部15Bを設けると共に、これらの測定部15A、15Bを交互に切り換える切換機構を設けたため、一台の装置でエレクトロマイグレーション試験とリーク電流試験を交互に切り換えて、あるいは同時に行うことができ、試験効率を格段に高めることができ、試験コストを削減することができる。

【0080】

また、本実施形態によれば、エレクトロマイグレーション試験時に、直流、パルス直流、交流の三種の電流を印加する機能を有するため、一度の試験で三種類の試験を行うことができ、試験時間を格段に短縮することができる。また、ウエハW上に形成された複数の試験パターンをグループ分けし、同時に5グループ以上の試験を行う試験パターンのグループピング機能を有するため、一度の試験で信頼性に関係する複数のパラメータを得ることができ、試験効率及びデータの解析効率を格段に高めることができる。

30

【0081】

また、本実施形態によれば、コンタクタ11が耐熱性基板11Aを備え、この耐熱性基板11Aの平面方向の熱膨張率が1~50ppm/であるため、160以上、例えば350の高温下であってもウエハWとの熱膨張に殆ど差が無く、コンタクタ11とウエハW間の電氣的接続を確実に取ることができる。また、耐熱性基板11Aの材料として、例えばポリイミド、ビスマレイミドトリアジン等の耐熱性樹脂、補強材(例えば、ガラスクロス、炭素繊維等)入りの耐熱性樹脂、アルミニウム、銅、ステンレス、インバー合金、インバー等の金属、シリコン等の導体及び窒化アルミニウム、炭化珪素等を主体としたセラミックの中から選択される少なくとも一種の材料を使用することにより、上記熱膨張率を確保することができる。更に、ウエハWとの接続部や接続リング24のポゴピン24Aとの接続部以外を絶縁性被膜11Fで被覆してあるため、コンタクタ11とウエハW間の余分な電氣的接触を防止し、コンタクタ11とウエハW間で安定した電氣的導通を取ることができる。また、コンタクタ11とウエハWの間に異方性導電性シート31を介在させるため、コンタクタ11のランプとウエハWの電極パッドを確実に電氣的に導通させることができる。

40

【0082】

また、本実施形態によれば、コンタクタ11とウエハWとを一括接触させるアライナー50と、このアライナー50において一括接触したコンタクタ11とウエハWをそのまま

50

搬送するウエハ搬送具 60 と、このウエハ搬送具 60 を介して一体化したまま収納されたコンタクタ 11 を用いてウエハ W の信頼性評価試験を行う信頼性評価試験装置 10 とを備えているため、アライナー 50 においてコンタクタ 11 のバンプとウエハ W の電極パッドを確実に接触させてシェルとして一体化した後、ウエハ搬送具 60 を介して信頼性評価試験装置 10 までシェルを搬送し、信頼性評価試験装置 10 において確実に信頼性評価試験を行うことができる。また、信頼性評価試験装置 10 とアライナー 50 はデータ通信可能に構成されているため、信頼性評価試験装置 10 において得られた試験結果をそのままアライナー 50 に送信し、試験結果をアライナー 50 においてウエハマップとして表示して利用することができる。また、アライナー 50 はウエハ W を試験結果に基づいて観察する顕微鏡を有するため、試験に用いたデバイスをウエハマップ上で指定し、試験後のデバイスのポイド等を直接観察することができ、後のプロセス開発に有効利用することができる。また、この観察画像はアライナー 50 及び信頼性評価試験装置 10 の双方で保存することができる。

10

【0083】

また、本実施形態によれば、ウエハ搬送具 60 は磁石を有するため、アライナー 50 において一括接触したコンタクタ 11、異方性導電性シート 31 及びウエハ W をウエハホルダー 32 を介して確実にシェルとして一体化し、その状態を固定することができ、コンタクタ 11 とウエハ W を位置ズレすることなく確実に搬送することができる。

【0084】

【実施例】

20

本発明のコンタクタを製造する場合の方法及びその性能について図 20 ~ 図 22 を参照しながら具体的に説明する。

【0085】

実施例 1

本実施例では図 3 に示すコンタクタ 11 を製造する場合について説明する。まず、例えば平均粒径 0.6 μm の窒化アルミニウム粉末 100 重量部、平均粒径 0.4 μm のイットリア粉末 4 重量部、アクリル系樹脂バインダ 12 重量部及びアルコール 20 重量部からなる組成物のスプレードライを行って顆粒状の組成物粉末を調製した。次いで、この顆粒状の組成物粉末を金型に投入し、平板状に成形して成形体（グリーン）を得た。この成形体を 1890、圧力 15 MPa で 10 時間ホットプレスし、厚さ 5 mm の窒化アルミニウム焼結体を得た。この焼結体から直径 310 mm の円板状に切り出して図 20 の (a) に示す耐熱性基板 11A を得た。この耐熱性基板 11A の平面方向の熱膨張率は 4.5 ppm / であつた。

30

【0086】

次いで、スパッタリング装置を用いて耐熱性基板 11A の表面に銅をスパッタリングし、図 20 の (b) に示すように厚さ 5 μm の銅薄膜 11B₁ を形成した。更に、ラミネート用フィルム 101 で銅薄膜 11B₁ をラミネートした後、ラミネート用フィルム 101 を露光、現像処理し、銅薄膜 11B₁ が部分的に露呈する開口部 101A を有するエッチング用レジスト膜 101 として形成した（同図の (c) 参照）。その後、55 の HF / HNO₃ 水溶液（HF / HNO₃ / 水 = 1 / 1 / 2）を用いてエッチングレジスト膜 101 が形成された部分以外の銅薄膜 11B₁ を除去した後（同図の (d) 参照）、エッチング用レジスト膜 101 を除去して金属銅からなる導体回路 11B を形成した（同図の (e) 参照）。

40

【0087】

次いで、スピコート法を用いて耐熱性基板 11A の主面（導体回路 11B の形成された方の面）にバンプ形成用の液体レジストを塗布した後、温度 160 で 20 分間乾燥させてレジスト塗膜を形成した。次いで、レジスト塗膜を露光、現像処理し、図 21 の (a) に示すようにバンプ形成用の開口部 102A を有するメッキ用レジスト膜 102 を形成した。次いで、無電解ニッケルメッキ浴内で開口部 102A から導体回路 11B に対してニッケルメッキ 11C₁ を施した後（同図 (b) 参照）、同図の (c) に示すようにメッキ

50

用レジスト膜 102 を除去してウエハ W と接続するためのパンプ 11C を形成した。更に、導体回路 11A 及びパンプ 11C に対してニッケルメッキ膜 103 を施した（同図（d）参照）。

【0088】

また、図 22 の（a）に示すようにスピンコート法を用いて予め粘度を $30 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ に調整した感光性カルド型ポリマーの溶液をニッケルメッキ膜 103 及び耐熱性基板 11A の表面全面に塗布した後、温度 160°C で 20 分間乾燥させ、フォトレジスト膜 104 を形成した。次いで、同図の（b）、（c）に示すようにパンプ開口部に相当する部分に黒円が描画されたフォトエッチング用マスクをフォトレジスト膜 104 上に載置した後、紫外線を $400 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ の条件で照射してフォトレジスト膜 104 を露光、現像処理し、ウエハ W と接続するための接続用開口 104A を形成した。更に、同図に（d）に示すように開口部 104A からパンプ 11C 及び導体回路 11B に貴金属（例えば、金）メッキ 105 を施した。これらの一連の処理により耐熱性基板 11A 上に導体回路 11B 及びパンプ 11C が形成されたことになる。また、図示していないが、上記一連の処理と同様にして、信頼性評価試験装置 10 のポゴピン 24A と接続するための接続用パッド部 11E を露出するための開口部を形成した（図 3 の（a）、（b）参照）。パンプは方形形状であり、ピッチ方向の最大の長さが $75 \mu\text{m}$ であった。

【0089】

実施例 2

本実施例では図 4 に示すコンタクタ 11 を製造する方法について説明する。例えば平均粒径 $1.1 \mu\text{m}$ の炭化珪素粉末 100 重量部、焼結助剤の炭化硼素粉末 0.5 重量部、アクリル系樹脂バインダ 12 重量部及びアルコール 20 重量部からなる組成物のスプレードライを行って顆粒状の組成物粉末を調製した。次いで、この顆粒状の組成物粉末を金型に投入し、平板状に成形して成形体（グリーン）を得た。この成形体を 2100°C 、圧力 17.6 MPa で 10 時間ホットプレスし、厚さ 3 mm の炭化珪素製のセラミック基板を得た。このセラミック基板に 1500°C で溶融した珪素溶液に浸漬し、セラミック基板に珪素溶液を含浸させた。次いで、このセラミック基板を表面から直径 210 mm の円板状に切り出して複合体基板を得た。この複合体基板の平面方向の熱膨張率は $3.6 \text{ ppm} / ^\circ\text{C}$ であった。この複合体基板にガラスペースト（G-523N：昭栄化学工業（株）製）を塗布した後、 600°C で 1 時間焼成して炭化珪素を主成分とする複合体基板の表面に厚さ $2 \mu\text{m}$ のシリコン酸化膜 11G を形成して耐熱性基板 11A を得た（図 4 参照）。そして、この耐熱性基板 11A の主面に導体回路 11B 等を上述した工程に準じて形成する。

【0090】

即ち、スパッタリング装置を用いて耐熱性基板 11A の表面に銅をスパッタリングし、厚さ $5 \mu\text{m}$ の銅薄膜を形成した。更に、ラミネート用フィルムで銅薄膜をラミネートした後、ラミネート用フィルムを露光、現像処理し、銅薄膜が部分的に露呈するエッチング用レジスト膜として形成した。その後、 55°C の HF / HNO_3 水溶液（ $\text{HF} / \text{HNO}_3 / \text{水} = 1 / 1 / 2$ ）を用いてエッチングレジスト膜が形成された部分以外の銅薄膜を除去した後、エッチング用レジスト膜を除去して金属銅からなる導体回路 11B を形成した。

【0091】

次いで、スピンコート法を用いて予め粘度を $30 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ に調整した感光性カルド型ポリマーの溶液を耐熱性基板 11A の主面全面に塗布した後、温度 150°C で 20 分間乾燥させて感光性カルド型ポリマーの半硬化膜からなる樹脂層を形成した。次いで、ウエハ W のパッド部及び信頼性評価試験装置 10 のポゴピン 24A との接続用パッド部 11E に相当する開口部部分に黒円が描画されたフォトエッチング用マスクを上記樹脂層上に載置した後、紫外線を $400 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ の条件で照射して上記樹脂層を露光、現像処理し、ウエハ W と接続するための接続用開口部及び信頼性評価試験装置 10 のポゴピン 24A と接続するための接続用パッド部 11E を露出するための開口部を形成した。その後、 250°C で 120 分間で樹脂層を本硬化させ、絶縁性被膜 11F を形成した。更に、金メッキ浴を用いて厚さ $0.03 \mu\text{m}$ の金属をパッド部に形成して図 4 に示すコンタクタ 11 を得た。

【 0 0 9 2 】

実施例 3

本実施例では基板の材料としてガラスクロス入りのポリイミド基板（平面方向の熱膨張率が $30 \text{ ppm} / \text{ }^\circ\text{C}$ ）を使用した。この基板は、ガラスクロスにポリイミド樹脂を含浸させ、 80°C で1時間乾燥させてBステージとしたプリプレグを10枚積層して 7.8 MPa 、 120°C で1時間加熱、加圧して製造したものである。即ち、スパッタリング装置を用いてポリイミド基板の表面に銅をスパッタリングし、厚さ $5 \mu\text{m}$ の銅薄膜を形成した。更に、レジスト用フィルム（東京応化（株）製DF）で銅薄膜をラミネートした後、露光、現像処理し、銅薄膜が部分的に露呈するエッチング用レジスト膜として形成した。その後、 55°C の HF / HNO_3 水溶液（ $\text{HF} / \text{HNO}_3 / \text{水} = 1 / 1 / 2$ ）を用いてエッチング

10

【 0 0 9 3 】

次いで、スピコート法を用いて予め粘度を $30 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ に調整した感光性カルド型ポリマーの溶液をポリイミド基板の主面全面に塗布した後、温度 150°C で20分間乾燥させて感光性カルド型ポリマーの半硬化膜からなる樹脂層を形成した。次いで、ウエハWの패드部及び信頼性評価試験装置10のポゴピン24Aとの接続用패드部11Eに相当する開口部部分に黒円が描画されたフォトエッチング用マスクを上記樹脂層上に載置した後、紫外線を $400 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ の条件で照射して上記樹脂層を露光、現像処理し、ウエハWと接続するための接続用開口部及び信頼性評価試験装置10のポゴピン24Aと接続する

20

【 0 0 9 4 】

比較例 1

本比較例では基板の材料として炭素繊維を使用した。例えば、炭素繊維（東レ製T-300相当品：繊維径 $15 \mu\text{m}$ ）とフェノール樹脂と混合し、窒素ガス中、 1000°C の温度下、 19.6 Pa の圧力でホットプレスし、平面方向の熱膨張率が $0.9 \text{ ppm} / \text{ }^\circ\text{C}$ の炭素基板を耐熱性基板として得た。この炭素基板にガラスペースト（昭栄化学工業（株）製G-523N）を塗布し、 600°C で1時間焼成して表面に厚さ $2 \mu\text{m}$ のシリコン酸化膜を形成した。

30

【 0 0 9 5 】

スパッタリング装置を用いて耐熱性基板の表面に銅をスパッタリングし、厚さ $5 \mu\text{m}$ の銅薄膜を形成した。更に、レジスト用フィルム（東京応化（株）製DF）で銅薄膜をラミネートした後、露光、現像処理し、銅薄膜が部分的に露呈するエッチング用レジスト膜として形成した。その後、 55°C の HF / HNO_3 水溶液（ $\text{HF} / \text{HNO}_3 / \text{水} = 1 / 1 / 2$ ）を用いてエッチングレジスト膜が形成された部分以外の銅薄膜を除去した後、エッチング用レジスト膜を除去して金属銅からなる導体回路を形成した。

40

【 0 0 9 6 】

次いで、スピコート法を用いて予め粘度を $30 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ に調整した感光性カルド型ポリマーの溶液を耐熱性基板の主面全面に塗布した後、温度 150°C で20分間乾燥させて感光性カルド型ポリマーの半硬化膜からなる樹脂層を形成した。次いで、ウエハWの패드部及び信頼性評価試験装置10のポゴピン24Aとの接続用패드部11Eに相当する開口部部分に黒円が描画されたフォトエッチング用マスクを上記樹脂層上に載置した後、紫外線を $400 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ の条件で照射して上記樹脂層を露光、現像処理し、ウエハWと接続するための接続用開口部及び信頼性評価試験装置10のポゴピン24Aと接続するための接続用패드部を露出するための開口部を形成した。その後、 250°C で120分間で樹脂層を本硬化させ、絶縁性被膜11Fを形成した。更に、金メッキ浴を用いて厚さ0

50

、 $0.3\ \mu\text{m}$ の金属をウエハWとの接続パッド部及び信頼性評価試験装置10との接続用パッド部の表面に形成してコンタクタを得た。

【0097】

比較例2

本比較例ではフェノール樹脂板を使用した以外は比較例1と同様である。このフェノール樹脂板は未硬化のフェノール樹脂をフッ素樹脂製の鋳型に入れ、 120°C で硬化させたものである。この基板の平面方向の熱膨張率は $60\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ であった。

【0098】

上記各実施例及び各比較例で得られたコンタクタについてバンプアレイシートを用い、 25°C 及び 250°C におけるウエハWとコンタクタとのコンタクト率を求め、下記表1に示す結果を得た。下記表1に示す結果によれば、本実施例1、2のコンタクタ11はいずれも100%のコンタクト率を示し、 250°C の高温下での使用することができることが判った。これに対し、比較例1、2の場合には室温程度の温度下では100%のコンタクト率を示すが、 250°C の高温下での使用には耐え得ないこと判った。

【0099】

【表1】

	25°C	250°C
実施例1	100%	100%
実施例2	100%	100%
実施例3	100%	100%
比較例1	100%	50%
比較例2	100%	60%

【0100】

尚、本発明は上記実施形態に何等制限されるものではなく、本発明の範囲内において各構成要素を適宜設計変更することができる。例えば、押圧機構13の押圧板13Aを断熱材によって形成し、コンタクタ11上面からの放熱を防止できれば補助加熱体29Cは設けなくても良い。また、本実施形態ではコンタクタ11とウエハW間に異方性導電性シート31が介在しているが、コンタクタ11のバンプとウエハWの電極パッドが弾力的に接触する構造になっていれば、異方性導電性シート31は介在しなくても良い。また、本発明のコンタクタも上記実施形態に何等制限されるものではない。要は、平面方向の熱膨張率が $1\sim 50\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ を示す耐熱性基板を有するコンタクタは本発明に包含される。また、本発明のコンタクタは信頼性評価試験以外にも使用できることは云うまでもない。

【0101】

【発明の効果】

本発明によれば、半導体素子をウエハレベルで信頼性評価試験を迅速且つ効率良くしかも高い信頼性を持って行うことができると共に信頼性評価試験に要する労力及び費用を格段に低減することができる信頼性評価試験装置、信頼性評価試験システム及び信頼性評価試験方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の信頼性評価試験装置の一実施形態の構成を示す図で、(a)はその要部を示す構成図、(b)はコントローラを示す斜視図である。

【図2】図1に示す信頼性評価試験装置を用いてウエハの信頼性評価試験を行う状態の要

部を示す断面図である。

【図3】本発明のコンタクタの一実施形態を示す図で、(a)はその断面図、(b)はその平面図である。

【図4】本発明のコンタクタの他の実施形態を示す断面図である。

【図5】ウエハとコンタクタを位置合わせするライナーの一例を示す図で、(a)はその外観を示す斜視図、(b)は固定機構を示す断面図である。

【図6】ウエハ搬送具を用いてシェルを吸着した状態を示す側面図である。

【図7】(a)は図2に示す押圧機構を介してコンタクタとウエハが一括接触する状態の側面を示す模式図、(b)はコンタクタが撓んだ状態を誇張して示す側面図である。

【図8】(a)は本発明の信頼性評価試験方法で使用されるウエハの銅配線における電極パッド部を拡大して示す断面図、(b)は従来の加熱炉を用いて行う信頼性評価試験方法で使用されるウエハの銅配線における電極パッド部を拡大して示す断面図である。

【図9】エレクトロマイグレーション試験に用いられるウエハ上の試験パターンを示す平面図で、(a)は片終端タイプを示す図、(b)は両終端タイプを示す図である。

【図10】エレクトロマイグレーション試験中の相対抵抗変化とテスト時間の関係を示すグラフである。

【図11】エレクトロマイグレーション試験による累積不良を示すグラフである。

【図12】パルス直流を用いたエレクトロマイグレーション試験において印加する電流の波形である。

【図13】交流を用いたエレクトロマイグレーション試験において印加する交流の波形である。

【図14】(a)~(c)はそれぞれ主拡散パスとMTFの配線幅依存性の関係を示す図である。

【図15】(a)は臨界長測定結果を示すグラフ、(b)はMTFのReservoir長依存を示すグラフである。

【図16】TTF、初期抵抗のウエハ分布と示す図である。

【図17】MTF、のJuseに与える影響を示すグラフである。

【図18】(a)は電流のパラツキによるJuseロスを示すグラフ、(b)は温度分布によるJuseロスを示すグラフである。

【図19】BT試験(TDD B試験)で使用する試験パターンの一例を示す図で、(a)は上層配線のパターンを示す平面図、(b)は(a)の断面図、(c)は下層配線のパターンを示す平面図、(d)は(c)の断面図である。

【図20】本実施形態のコンタクタを製造する工程を示す図である。

【図21】図22に示す工程に続くコンタクタ製造工程を示す図である。

【図22】図21に示す工程に続くコンタクタ製造工程を示す図である。

【符号の説明】

10 信頼性評価試験装置

11 コンタクタ

12 ウエハ収納部(収納部)

13 押圧機構

13A 押圧板

13B 金属製ベローズ

13C 支持板

14 加熱機構

15 測定部

15A EM測定部

15B BT測定部

22 載置台

22A 給気孔(不活性ガスを供給する手段)

24 接続リング

10

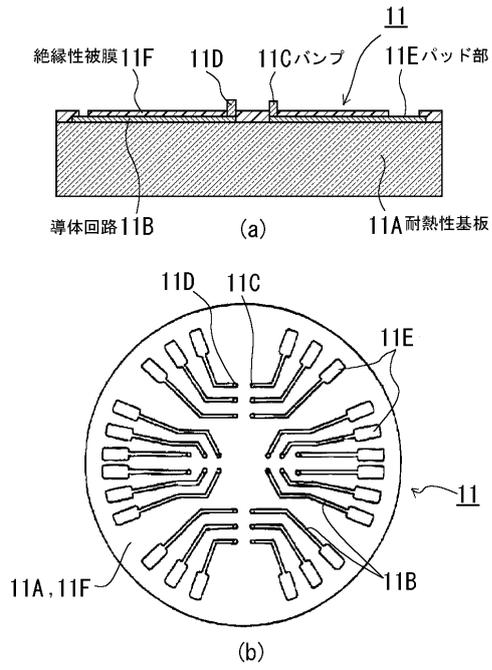
20

30

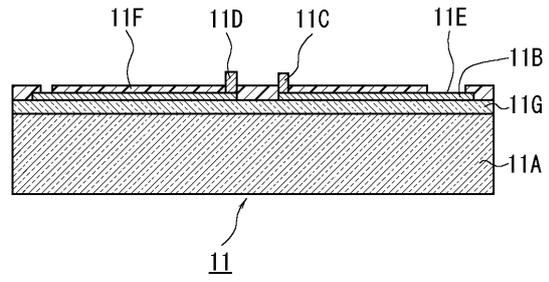
40

50

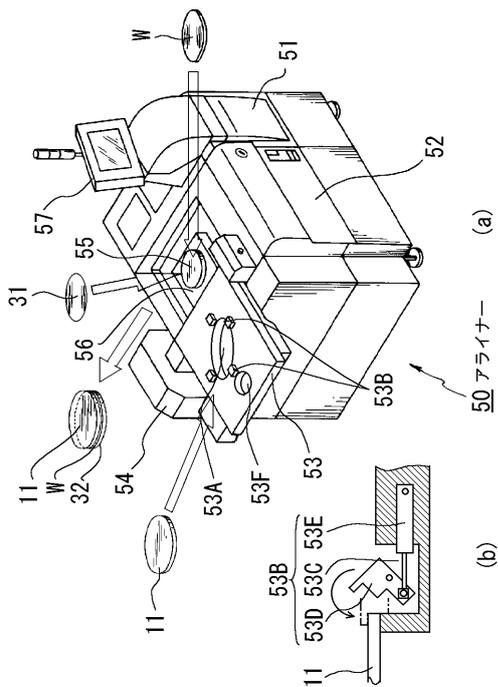
【図3】



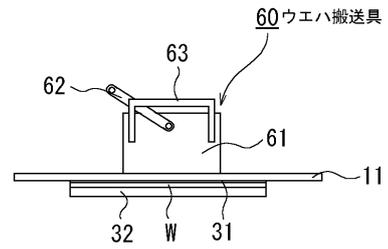
【図4】



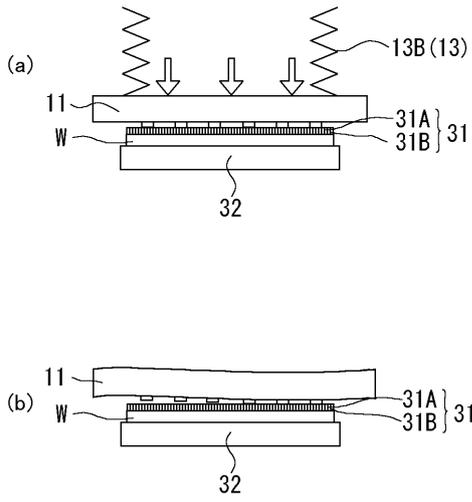
【図5】



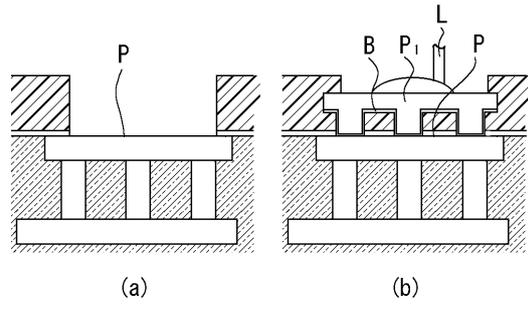
【図6】



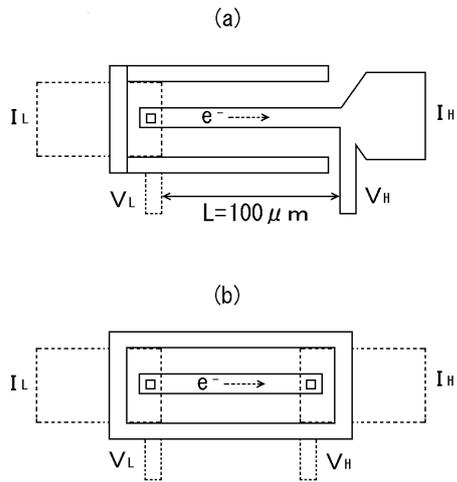
【図7】



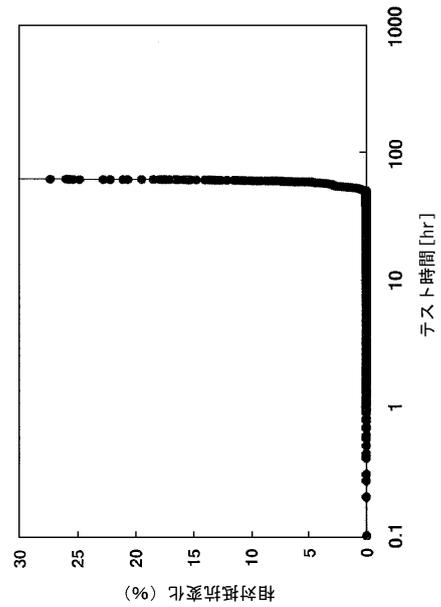
【図8】



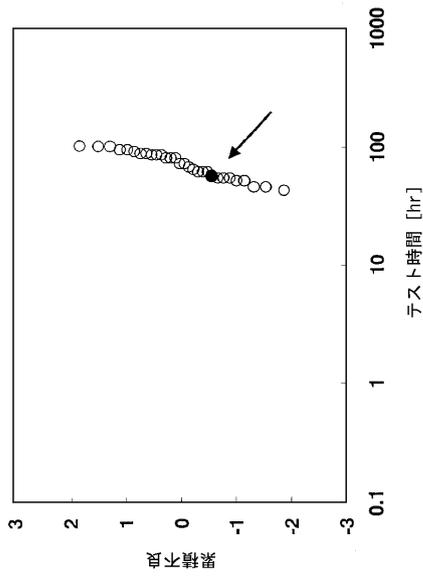
【図9】



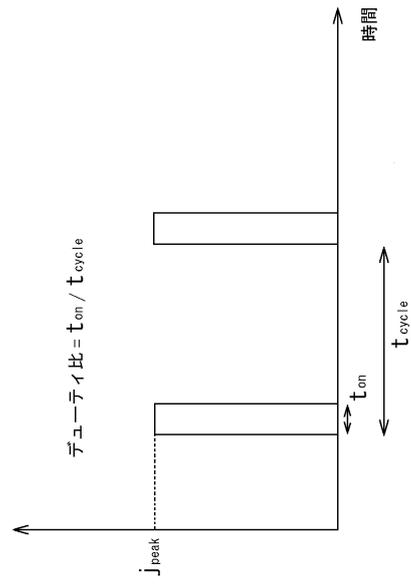
【図10】



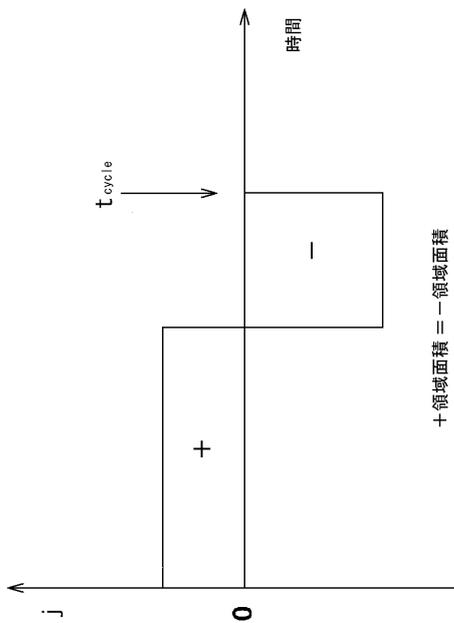
【図 1 1】



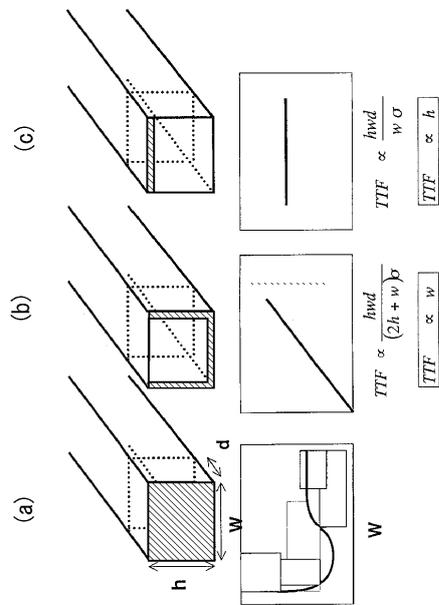
【図 1 2】



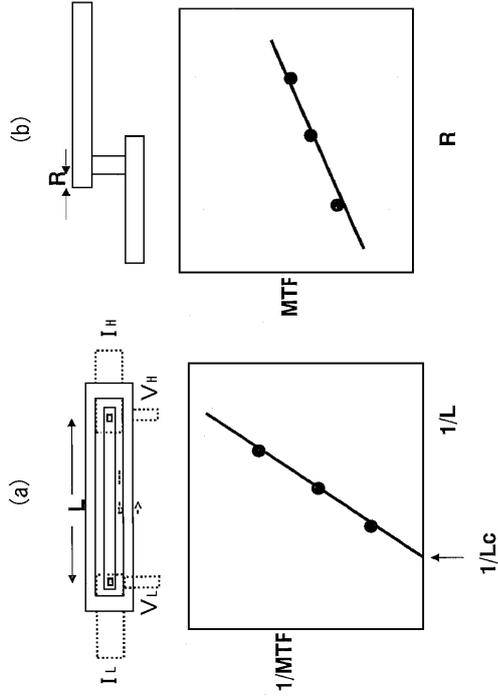
【図 1 3】



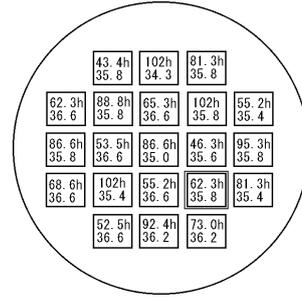
【図 1 4】



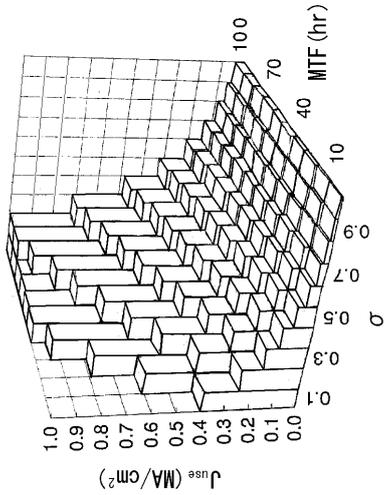
【 図 15 】



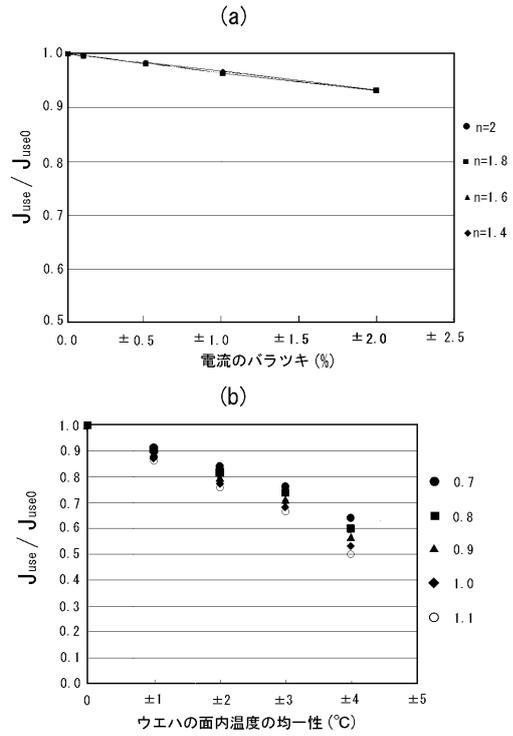
【 図 16 】



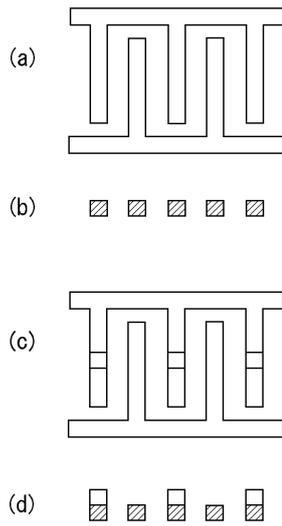
【 図 17 】



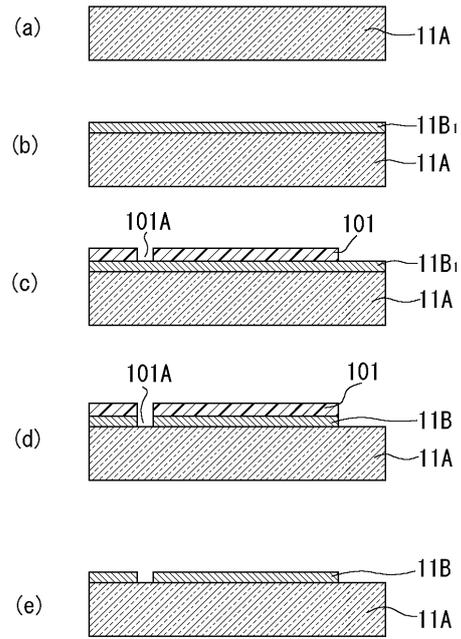
【 図 18 】



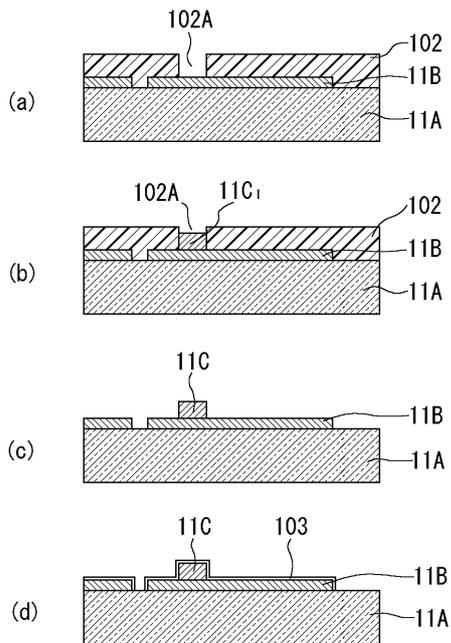
【 図 19 】



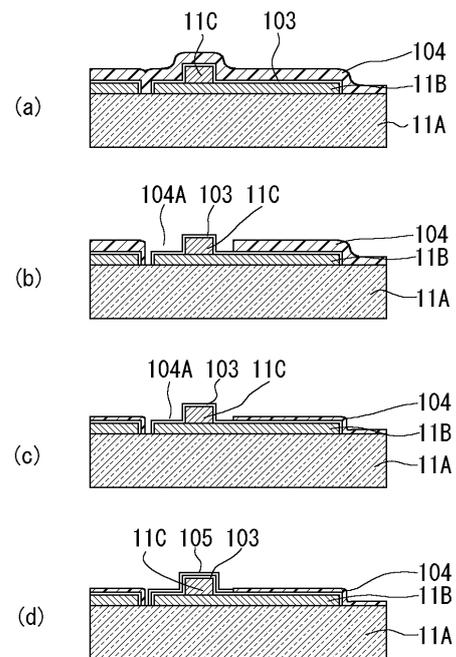
【 図 20 】



【 図 21 】



【 図 22 】



フロントページの続き

- (72)発明者 保坂 久富
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 萩原 順一
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 初鹿 国彦
東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 臼井 孝公
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 金子 尚史
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 早坂 伸夫
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝 横浜事業所内
- (72)発明者 井戸 義幸
岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社 大垣北事業所内

審査官 今井 拓也

- (56)参考文献 特開平11-163066(JP,A)
特開平11-330188(JP,A)
特開2001-203244(JP,A)
特開2002-329759(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/66
G01R 31/26
G01R 31/28
G01R 31/30