

【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】平成 18 年 4 月 27 日 (2006.4.27)

【公開番号】特開 2000-269337 (P2000-269337A)

【公開日】平成 12 年 9 月 29 日 (2000.9.29)

【出願番号】特願 平 11-75097

【国際特許分類】

**H 0 1 L 21/768 (2006.01)**

**H 0 1 L 23/522 (2006.01)**

**H 0 1 L 21/316 (2006.01)**

【F I】

H 0 1 L 21/90 K

H 0 1 L 21/316 M

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 3 月 14 日 (2006.3.14)

【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】

配線と、この配線の少なくとも一面に接して形成された第 1 の層間絶縁膜である第 1 の絶縁膜と、この第 1 の絶縁膜上に接して形成され、前記第 1 の絶縁膜よりもヤング率の高い第 2 の層間絶縁膜である第 2 の絶縁膜とを具備してなる半導体装置であって、

前記配線、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜のそれぞれの線膨張係数を  $\alpha_M, \alpha_S, \alpha_H$  とし、それぞれのヤング率を  $E_M, E_S, E_H$  とし、それぞれの膜厚を  $d_M, d_S, d_H$  とし、前記配線を構成する材料により定まる係数を  $k_1, k_2$  とし、 $d_I = d_S + d_H$ 、 $E_I = (d_S E_S + d_H E_H) / d_I$ 、 $\alpha_I = (d_S \alpha_S + d_H \alpha_H) / d_I$  と定義し、前記配線に働く応力の温度勾配を  $s$  とすると、前記配線、前記第 1 の絶縁膜、前記第 2 の絶縁膜は、

【数 1】

$$s = k_1 \frac{E_M E_I}{E_M + E_I} \cdot \left( \alpha_M - k_2 \alpha_I \frac{d_I}{d_M} \right) < 5 \times 10^{-4}$$

の条件を満たすことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

Cu 配線からなる配線と、この配線の少なくとも一面に接して形成された第 1 の絶縁膜と、この第 1 の絶縁膜上に接して形成され、前記第 1 の絶縁膜よりもヤング率の高い第 2 の絶縁膜とを具備してなる半導体装置であって、

前記配線、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜のそれぞれの線膨張係数を  $\alpha_M, \alpha_S, \alpha_H$  とし、それぞれのヤング率を  $E_M, E_S, E_H$  とし、それぞれの膜厚を  $d_M, d_S, d_H$  とし、 $d_I = d_S + d_H$ 、 $E_I = (d_S E_S + d_H E_H) / d_I$ 、 $\alpha_I = (d_S \alpha_S + d_H \alpha_H) / d_I$  と定義し、前記配線に働く応力の温度勾配を  $s$  とすると、前記配線、前記第 1 の絶縁膜、前記第 2 の絶縁膜は、

【数 2】

$$s = 1.2 \times \frac{E_M E_I}{E_M + E_I} \cdot \left( \alpha_M - 1.0 \times 10^{-3} \times \alpha_I \frac{d_I}{d_M} \right) < 5 \times 10^{-4}$$

の条件を満たすことを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】

配線と、この配線の底面に接して形成された第 1 の絶縁膜と、この第 1 の絶縁膜上に接して形成され、前記第 1 の絶縁膜よりもヤング率の高い第 2 の絶縁膜とを具備してなる半導体装置であって、

前記配線、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜のそれぞれの線膨張係数を  $\alpha_M, \alpha_s, \alpha_h$  とし、それぞれのヤング率を  $E_M, E_s, E_h$  とし、それぞれの膜厚を  $d_M, d_s, d_h$  とし、前記配線を構成する材料により定まる係数を  $k_1, k_2$  とし、 $d_I = d_s + d_h$ 、 $E_I = (d_s E_s + d_h E_h) / d_I$ 、 $\alpha_I = (d_s \alpha_s + d_h \alpha_h) / d_I$  と定義し、前記配線に働く応力の温度勾配を  $s$  とすると、前記配線、前記第 1 の絶縁膜、前記第 2 の絶縁膜は、

【数 3】

$$s = k_1 \frac{E_M E_I}{E_M + E_I} \cdot \left( \alpha_M - k_2 \alpha_I \frac{d_I}{d_M} \right) < 5 \times 10^{-4}$$

の条件を満たすことを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】

配線材料で形成された主構成部と、この主構成部の上面及び下面の少なくとも一方に接して形成された少なくとも一つの導電層とを含む配線と、

この配線の少なくとも一面に接して形成された第 1 の層間絶縁膜である第 1 の絶縁膜と

この第 1 の絶縁膜上に接して形成され、前記第 1 の絶縁膜よりもヤング率の高い第 2 の層間絶縁膜である第 2 の絶縁膜とを具備してなる半導体装置であって、

前記配線の主構成部、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜のそれぞれの線膨張係数を  $\alpha_M, \alpha_s, \alpha_h$  とし、それぞれのヤング率を  $E_M, E_s, E_h$  とし、前記配線、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜の膜厚を  $d_M, d_s, d_h$  とし、前記配線材料により定まる係数を  $k_1, k_2$  とし、 $d_I = d_s + d_h$ 、 $E_I = (d_s E_s + d_h E_h) / d_I$ 、 $\alpha_I = (d_s \alpha_s + d_h \alpha_h) / d_I$  と定義し、前記配線に働く応力の温度勾配を  $s$  とすると、前記配線、前記第 1 の絶縁膜、前記第 2 の絶縁膜は、

【数 4】

$$s = k_1 \frac{E_M E_I}{E_M + E_I} \cdot \left( \alpha_M - k_2 \alpha_I \frac{d_I}{d_M} \right) < 5 \times 10^{-4}$$

の条件を満たすことを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】

Cu からなる主構成部と、この主構成部の上面及び下面の少なくとも一方に接して形成された少なくとも一つの導電層とを含む配線と、

この配線の少なくとも一面に接して形成された第 1 の絶縁膜と、

この第 1 の絶縁膜上に接して形成され、前記第 1 の絶縁膜よりもヤング率の高い第 2 の絶縁膜とを具備してなる半導体装置であって、

前記配線の主構成部、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜のそれぞれの線膨張係数を  $\alpha_M, \alpha_s, \alpha_h$  とし、それぞれのヤング率を  $E_M, E_s, E_h$  とし、前記配線、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜の膜厚を  $d_M, d_s, d_h$  とし、 $d_I = d_s + d_h$ 、 $E_I = (d_s E_s + d_h E_h) / d_I$ 、 $\alpha_I = (d_s \alpha_s + d_h \alpha_h) / d_I$  と定義し、前記配線に働く応力の温度勾配を  $s$  とすると、前記配線、前記第 1 の絶縁膜、前記第 2 の絶縁膜は、

【数 5】

$$s = 1.2 \times \frac{E_M E_I}{E_M + E_I} \cdot \left( \alpha_M - 1.0 \times 10^{-3} \times \alpha_I \frac{d_I}{d_M} \right) < 5 \times 10^{-4}$$

の条件を満たすことを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】

配線材料で形成された主構成部と、この主構成部の上面及び下面の少なくとも一方に接して形成された少なくとも一つの導電層とを含む配線と、

この配線の下面に接して形成された第 1 の絶縁膜と、

この第 1 の絶縁膜上に接して形成され、前記第 1 の絶縁膜よりもヤング率の高い第 2 の絶縁膜とを具備してなる半導体装置であって、

前記配線の主構成部、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜のそれぞれの線膨張係数を  $\alpha_M, \alpha_s, \alpha_h$  とし、それぞれのヤング率を  $E_M, E_s, E_h$  とし、前記配線、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 2 の絶縁膜の膜厚を  $d_M, d_s, d_h$  とし、前記配線材料により定まる係数を  $k_1, k_2$  とし、 $d_I = d_s + d_h$ 、 $E_I = (d_s E_s + d_h E_h) / d_I$ 、 $\alpha_I = (d_s \alpha_s + d_h \alpha_h) / d_I$  と定義し、前記配線に働く応力の温度勾配を  $s$  とすると、前記配線、前記第 1 の絶縁膜、前記第 2 の絶縁膜は、

【数 6】

$$s = k_1 \frac{E_M E_I}{E_M + E_I} \cdot \left( \alpha_M - k_2 \alpha_I \frac{d_I}{d_M} \right) < 5 \times 10^{-4}$$

の条件を満たすことを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】

前記第 1 の絶縁膜はヤング率が 15 GPa 以下の材料により形成され、前記第 2 の絶縁膜はヤング率が 15 GPa より大の材料により形成されてなることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記第 1 の絶縁膜は、異なる材料からなる積層膜であり、前記配線側から数えて  $i$  番目の絶縁膜の膜厚を  $d_{si}$ 、ヤング率を  $E_{si}$ 、線膨張係数を  $\alpha_{si}$  とすると、

【数 7】

$$d_s = \sum_i d_{si}$$

$$E_s = \left( \sum_i d_{si} E_{si} \right) / d_s$$

$$\alpha_s = \left( \sum_i d_{si} \alpha_{si} \right) / d_s$$

で表されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 9】

前記第 1 の絶縁膜は、有機材料を含む酸化シリコンを主成分とする膜を少なくとも 1 層有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記有機材料は、メチル基を主成分とすることを特徴とする請求項 9 に記載の半導体装置。

【請求項 11】

前記半導体装置はさらに基板を有し、  
この基板の主面上に少なくとも絶縁層を介して前記配線が形成され、  
前記第1の絶縁膜は、前記配線の上面又は下面に接して形成されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項12】

前記半導体装置はさらに基板を有し、  
この基板の主面上に少なくとも絶縁層を介して前記配線が形成され、  
前記第1の絶縁膜は、前記配線の上面又は下面及び側面に接して形成されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項13】

前記半導体装置はさらに基板を有し、  
この基板の主面上に少なくとも絶縁層を介して前記配線が形成され、  
前記配線は前記基板の主面上であって互いに異なる層に形成された第1の配線及び第2の配線からなり、  
前記第1の絶縁膜は前記第1の配線の側面に形成され、  
前記第2の絶縁膜は前記第1の配線と前記第2の配線との間に形成され、  
前記第1の配線の線膨張係数は  $\alpha_1$ 、ヤング率は  $E_1$ 、膜厚は  $d_1$  であり、前記第1の配線を構成する材料により係数  $k_1$  及び  $k_2$  が定まることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項14】

前記半導体装置はさらに基板を有し、  
この基板の主面上に少なくとも絶縁層を介して前記配線が形成され、  
前記配線は前記基板の主面上であって互いに異なる層に形成された第1の配線及び第2の配線からなり、  
前記第1の絶縁膜は前記第1の配線の側面に形成され、  
前記第2の絶縁膜は前記第1の配線と前記第2の配線との間に形成され、  
前記第1の配線の主構成部の線膨張係数は  $\alpha_1$ 、ヤング率は  $E_1$ 、前記第1の配線の膜厚は  $d_1$  であり、前記第1の配線の主構成部を形成する配線材料により係数  $k_1$  及び  $k_2$  が定まることを特徴とする請求項4に記載の半導体装置。

【請求項15】

前記半導体装置はさらに基板を有し、  
この基板の主面上に少なくとも絶縁層を介して前記配線が形成され、  
前記配線は前記基板の主面上であって互いに異なる層に形成された第1の配線及び第2の配線からなり、  
前記第1の絶縁膜は前記第1の配線の側面に形成され、  
前記第2の絶縁膜は前記第1の配線と前記第2の配線との間に形成され、  
前記第1の配線の線膨張係数は  $\alpha_1$ 、ヤング率は  $E_1$ 、膜厚は  $d_1$  であり、前記第1の配線を構成する材料により係数  $k_1$  及び  $k_2$  が定まり、  
前記第1の絶縁膜はヤング率が  $1.5 \text{ GPa}$  以下の材料により形成され、前記第2の絶縁膜はヤング率が  $1.5 \text{ GPa}$  より大の材料により形成されてなることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項16】

前記半導体装置はさらに基板を有し、  
この基板の主面上に少なくとも絶縁層を介して前記配線が形成され、  
前記配線は前記基板の主面上であって互いに異なる層に形成された第1の配線及び第2の配線からなり、  
前記第1の絶縁膜は前記第1の配線の側面に形成され、  
前記第2の絶縁膜は前記第1の配線と前記第2の配線との間に形成され、  
前記第1の配線の主構成部の線膨張係数は  $\alpha_1$ 、ヤング率は  $E_1$ 、前記第1の配線の膜厚は  $d_1$  であり、前記第1の配線の主構成部を形成する配線材料により係数  $k_1$  及び  $k_2$  が定

まり、

前記第 1 の絶縁膜はヤング率が 1 5 G P a 以下の材料により形成され、前記第 2 の絶縁膜はヤング率が 1 5 G P a より大の材料により形成されてなることを特徴とする請求項 4 に記載の半導体装置。

【請求項 1 7】

前記配線は A l からなり、前記係数  $k_1$  は 1、前記係数  $k_2$  は  $1 \times 10^{-3}$  であることを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載の半導体装置。

【請求項 1 8】

前記配線材料は A l からなり、前記係数  $k_1$  は 1、前記係数  $k_2$  は  $1 \times 10^{-3}$  であることを特徴とする請求項 4 又は 6 に記載の半導体装置。

【請求項 1 9】

前記配線は C u からなり、前記係数  $k_1$  は 1 . 2、前記係数  $k_2$  は  $1 \times 10^{-3}$  であることを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載の半導体装置。

【請求項 2 0】

前記配線材料は C u からなり、前記係数  $k_1$  は 1 . 2、前記係数  $k_2$  は  $1 \times 10^{-3}$  であることを特徴とする請求項 4 又は 6 に記載の半導体装置。

【請求項 2 1】

前記第 1 の絶縁膜は、前記配線の下面に接して形成されていることを特徴とする請求項 2 又は 5 に記載の半導体装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 8】

【数 8】

$$s = k_1 \frac{E_M E_I}{E_M + E_I} \cdot \left( \alpha_M - k_2 \alpha_I \frac{d_I}{d_M} \right) < 5 \times 10^{-4}$$

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 3】

【数 9】

$$d_s = \sum_i d_{si}$$

$$E_s = \left( \sum_i d_{si} E_{si} \right) / d_s$$

$$\alpha_s = \left( \sum_i d_{si} \alpha_{si} \right) / d_s$$

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 2 5 】

【数 1 0 】

$$s = \frac{d\sigma}{dT} = k_1 \frac{E_M E_I}{E_M + E_I} \cdot \left( \alpha_M - k_2 \alpha_I \frac{d_I}{d_M} \right)$$

【手続補正 5 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 4 0 】

【数 1 1 】

$$s = k_1 \frac{E_M E_I}{E_M + E_I} \cdot \left( \alpha_M - k_2 \alpha_I \frac{d_I}{d_M} \right) \quad \dots (2)$$