

【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10月2日(2008.10.2)

【公開番号】特開2007-186779(P2007-186779A)  
 【公開日】平成19年7月26日(2007.7.26)  
 【年通号数】公開・登録公報2007-028  
 【出願番号】特願2006-230512(P2006-230512)  
 【国際特許分類】

C 2 2 C 21/00 (2006.01)  
 H 0 1 B 1/02 (2006.01)  
 H 0 1 L 21/3205 (2006.01)  
 H 0 1 L 23/52 (2006.01)  
 H 0 1 L 21/28 (2006.01)  
 H 0 1 L 21/285 (2006.01)  
 C 2 2 F 1/04 (2006.01)  
 C 2 2 F 1/00 (2006.01)

【F I】

C 2 2 C 21/00 N  
 H 0 1 B 1/02 B  
 H 0 1 L 21/88 N  
 H 0 1 L 21/28 3 0 1 R  
 H 0 1 L 21/285 S  
 C 2 2 F 1/04 J  
 C 2 2 F 1/00 6 9 1 B  
 C 2 2 F 1/00 6 9 1 C  
 C 2 2 F 1/00 6 6 1 A  
 C 2 2 F 1/00 6 5 0 A

【手続補正書】

【提出日】平成20年8月13日(2008.8.13)

【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】

アルミニウムにニッケルとボロンとを含有した Al - Ni - B 合金配線材料において、  
 ニッケル含有量をニッケルの原子百分率  $X \text{ at} \%$  とし、ボロン含有量をボロンの原子百分率  $Y \text{ at} \%$  とした場合、式

$$0.5 \leq X \leq 10.0$$

$$0.05 \leq Y \leq 11.00$$

$$Y + 1.15X \leq 11.50$$

の各式を満足する領域の範囲内(但し、 $0.8 \leq X \leq 6.0$ 、 $0.05 \leq Y \leq 0.80$ 、 $Y + 0.25X \leq 1.00$ の範囲は除く)にあり、残部がアルミニウムであることを特徴とする Al - Ni - B 合金配線材料。

【請求項2】

請求項1に記載の Al - Ni - B 合金配線材料により形成された配線回路層と、半導体層と、透明電極層とを備える表示デバイスの素子構造であって、

前記配線回路層が、半導体層に直接接合された部分を有することを特徴とする表示デバイスの素子構造。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の Al - Ni - B 合金配線材料により形成された配線回路層と、半導体層と、透明電極層とを備える表示デバイスの素子構造であって、

前記配線回路層が、透明電極層に直接接合された部分を有することを特徴とする表示デバイスの素子構造。

【請求項 4】

請求項 2 及び請求項 3 の素子構造を備える表示デバイスの素子構造。

【請求項 5】

直接接合された配線回路層を剥離した半導体層表面の表面粗さ値 ( Rz ) が、半導体層形成後の半導体層表面の表面粗さ値 ( Rz ) の 1.5 倍以下である請求項 2 または請求項 4 に記載の表示デバイスの素子構造。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の Al - Ni - B 合金配線材料により形成された配線回路層と、半導体層若しくは透明電極層の少なくとも一方と前記配線回路層とが直接接合されている表示デバイスの素子構造であって、

前記配線回路層には、Ni 化合物が分散析出しており、

配線回路層断面における配線回路層厚み方向と直交する線分上の前記 Ni 化合物の存在率が、配線回路層厚み方向で 25% ~ 45% であることを特徴とする表示デバイスの素子構造。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の Al - Ni - B 合金配線材料からなる配線回路を形成するためのスパッタリングターゲットであって、

ニッケル含有量をニッケルの原子百分率 X at % とし、ボロン含有量をボロンの原子百分率 Y at % とした場合、式

$$0.5 \leq X \leq 10.0$$

$$0.05 \leq Y \leq 11.00$$

$$Y + 1.15X \leq 11.50$$

の各式を満足する領域の範囲内 ( 但し、 $0.8 \leq X \leq 6.0$ 、 $0.05 \leq Y \leq 0.80$ 、 $Y + 0.25X \leq 1.00$  の範囲は除く ) にあり、残部がアルミニウムであることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

本願発明は、アルミニウムにニッケル及びボロンを含有した Al - Ni - B 合金配線材料において、ニッケル含有量をニッケルの原子百分率 X at % とし、ボロン含有量を原子百分率 Y at % とした場合、

式  $0.5 \leq X \leq 10.0$  …… ( 1 )

$0.05 \leq Y \leq 11.0$  …… ( 2 )

$Y + 1.15X \leq 11.5$  …… ( 3 )

の各式を満足する領域の範囲内にあり、残部がアルミニウムである Al - Ni - B 合金配線材料である。尚、本願発明における Al - Ni - B 合金配線材料は、以下に述べる本願発明の奏する効果を逸脱しない範囲において、例えば、材料製造工程或いは配線回路形成工程や素子製造工程などで混入する可能性のあるガス成分やその他の不可避不純物の混入を妨げるものではない。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

そして、Al-Ni-B合金配線材料自体の比抵抗を $10\mu\text{cm}$ 以下に確実に維持するためには、上記(3)式を満足する必要があることを見出した。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

さらに、上記(1)~(3)式を満足する範囲のうち、ニッケル含有量が $4.0\text{at}\%$ 以上で、ボロン含有量が $0.80\text{at}\%$ 以下であると、上述したディンプルの発生が極力抑制されたAl-Ni-B合金配線材料となり、半導体層や透明電極層に対しても直接接合をした際の接合信頼性を向上できる。より具体的には、350、30分間の熱処理を行った場合、Al-Ni-B合金配線材料の表面に生じるディンプルの発生率を $1.6\%$ 以下に抑制できるため、より好ましいものとなる。

## 【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

上述したように、ディンプルとはAl-Ni-B合金配線材料を熱処理した際に配線材料表面に形成される微小な窪み状の欠陥であるが、本願発明者等は、Al-Ni-B合金配線材料に対し所定の熱処理を行った後、その材料表面を観察し、発生したディンプル( $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ )を調査した。このディンプル調査において、観察視野内に発生した全ディンプルの面積を求め、観察視野におけるディンプルの占める面積比率をディンプル発生率として、配線材料の耐熱特性を調べた結果、上記(1)~(3)式を満足する範囲のうち、ニッケル含有量が $4.0\text{at}\%$ 以上であり、ボロン含有量が $0.80\text{at}\%$ 以下であると350、30分間の熱処理を行った場合でも、ディンプルの発生率を $1.6\%$ 以下に抑制できることを見出したのである。このディンプルは極力発生しないことが望ましいものであり、このディンプル発生率が低いと、表示デバイスの素子製造工程における熱プロセスを通過しても、半導体層や透明電極層との直接接合した接合界面において、接合欠陥などを発生しにくくなり、接合信頼性が向上するため、より好ましいものとなる。また、ディンプル発生率が $1.6\%$ 以下に抑制されたものであると、例えば、半導体層と直接接合した構造を備えるTFTにおけるオン・オフ比(on/off比)が安定し、接続信頼性が向上するものと考えられる。尚、本願発明に係るAl-Ni-B合金配線材料は、半導体層や透明電極層との直接接合に好適なものではあるが、例えば、半導体層側にMoなどの高融点金属材料からなるキャップ層を設けた素子構造において適用することを妨げるものではない。さらに、上述する半導体層や透明電極層との直接接合の用途以外に、いわゆる反射膜として、本願発明に係る本願発明に係るAl-Ni-B合金配線材料を適用することも可能である。

## 【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

さらに、本願発明者等は、上記(1)～(3)式を満足する範囲のうち、ニッケル含有量が4.0at%～6.0at%で、ボロン含有量が0.20at%～0.80at%であると、半導体層と直接接合させる際に、特に好適なAl-Ni-B合金配線材料となることを見出した。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

Al系合金配線材料からなる配線回路層と半導体層とを直接接合した際には、接合界面においてAlとSiとの拡散現象が生じることが知られているが、本願発明者等の研究によると、この相互拡散の影響によって、直接接合した際の接合界面に変質層が形成される現象を確認したのである。この変質層とは、Al系合金配線材料と半導体層とを直接接合し、所定の熱処理を加えた後、Al系合金配線材料を剥離して、その半導体層表面を観察した際に、半導体層表面に認められる黒点となった変質部分、或いは半導体層表面の変色や荒れなどの状態(本明細書においては、このような半導体層表面を変質層と称する)のことをいう。この変質層は、熱処理温度が高くなるほど発生し易くなる傾向があり、実用上200以上の熱処理(30分間)で発生しないことが望ましい。また、CVDにより絶縁層を形成する際に加わる熱履歴を考慮すると、240～300の高温域においても変質層が生じないことが望ましく、さらに、素子の製造工程における各熱履歴の加わる製造条件の適用範囲に余裕を持たせるためには、330以上での変質層の発生が抑制されていることが望ましいものと考えられる。そこで、このような変質層を生じない組成範囲を検討した結果、上記(1)～(3)式を満足する範囲のうち、ニッケル含有量が4.0at%～6.0at%で、ボロン含有量が0.20at%～0.80at%であると、330、30分間の熱処理においても変質層の形成が抑制される傾向を見出した。そして、この組成範囲では配線材料自体の比抵抗値も5 $\mu$ cm以下となる。つまり、このような組成範囲であれば、上述したようにディンプルの発生が極めて抑制され、比抵抗値も低いものとなるので、半導体層との直接接合を実現するためのAl-Ni-B合金配線材料として、実用上、非常に好適なものとなる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

また、本願発明者等は、半導体層の表面状態変化に関して調査した。この調査は、直接接合して熱処理した後に、Al系合金配線材料を剥離して露出させた半導体層の表面粗さRz(十点平均粗さ、JIS B0601:1994)と、直接接合前の半導体層表面粗さRzとを比較することで行った。この表面状態変化の調査結果より、本願発明のAl合金配線材料では、上記(1)～(3)式を満足する範囲のうち、ニッケル含有量が4.0at%～6.0at%で、ボロン含有量が0.20at%～0.80at%とした組成範囲であれば、直接接合前の半導体層表面粗さ値を1とした場合、直接接合して熱処理後の

露出させた半導体層表面粗さ値を1.5倍以下の変化量にすることができることを、更に見出したのである。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

【表 1】

	組 成 a t %	比抵抗 $\mu \Omega \text{ cm}$
実施例 1	Al-3.0Ni-0.50B	4. 1 3
実施例 2	Al-3.0Ni-0.68B	4. 1 8
実施例 3	Al-4.7Ni-0.13B	4. 1 6
実施例 4	Al-4.7Ni-0.50B	4. 3 5
実施例 5	Al-4.7Ni-0.68B	4. 4 1
実施例 6	Al-4.7Ni-0.86B	4. 6 2
実施例 7	Al-4.7Ni-1.02B	4. 6 4
実施例 8	Al-4.7Ni-1.46B	4. 9 6
実施例 9	Al-1.0Ni-1.00B	3. 9 4
実施例 10	Al-1.0Ni-5.00B	7. 0 5
実施例 11	Al-1.0Ni-1.00B	9. 8 6
実施例 12	Al-5.0Ni-3.00B	6. 6 3
実施例 13	Al-5.0Ni-5.00B	8. 1 9
実施例 14	Al-8.0Ni-2.00B	8. 0 5
実施例 15	Al-1.0Ni-0.50B	3. 5 5
比較例 1	Al	3. 0 1
比較例 2	Al-0.3C	3. 3 2
比較例 3	Al-0.2Si	3. 1 5
比較例 4	Al-3.0Ni	3. 7 0
比較例 5	Al-4.8Ni	4. 1 2
比較例 6	Al-11.0Ni	1 0. 6 0
比較例 7	Al-0.3Ni-5.00B	3. 5 8
比較例 8	Al-1.0Ni-12.00B	1 2. 5 0
比較例 9	Al-5.0Ni-0.01B	4. 0 3
比較例 10	Al-5.0Ni-6.00B	1 0. 2 0
比較例 11	Al-8.0Ni-3.00B	1 0. 4 0
比較例 12	Al-0.2Si-0.68B	3. 4 8
比較例 13	Al-3.0Ni-0.3C	3. 7 6
比較例 14	Al-3.0Ni-0.3C-0.2Si	3. 8 4

【補正対象書類名】明細書  
【補正対象項目名】0038  
【補正方法】変更  
【補正の内容】  
【0038】

【表 2】

	Si 拡散 耐熱性 ℃	350℃ 耐熱性	I T O 接合性	I Z O 接合性
実施例 1	2 4 0	○	○	○
実施例 2	2 4 0	○	○	○
実施例 3	3 0 0	○	○	○
実施例 4	3 3 0	○	○	○
実施例 5	3 3 0	○	○	○
実施例 6	3 3 0	○	○	○
実施例 7	3 3 0	○	○	○
実施例 8	3 3 0	○	○	○
実施例 9	2 4 0	○	○	○
実施例 10	2 6 0	○	○	○
実施例 11	3 0 0	○	○	○
実施例 12	3 3 0	○	○	○
実施例 13	3 3 0	○	○	○
実施例 14	3 3 0	○	○	○
実施例 15	<u>2 0 0</u>	<u>×</u>	<u>○</u>	<u>○</u>
比較例 1	1 7 0	×	×	×
比較例 2	1 7 0	×	×	×
比較例 3	1 8 0	×	×	×
比較例 4	2 0 0	×	○	○
比較例 5	2 5 0	×	○	○
比較例 6	3 0 0	×	○	○
比較例 7	2 3 0	×	×	×
比較例 8	3 3 0	○	○	○
比較例 9	1 9 0	×	○	○
比較例 10	3 3 0	○	○	○
比較例 11	3 3 0	○	○	○
比較例 12	1 8 0	×	×	×
比較例 13	2 0 0	×	○	○
比較例 14	2 2 0	×	○	○

## 【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 1】

表 1 に示すように、本願発明に関する各実施例の Al - Ni - B 合金配線材料では、比抵抗値が  $10 \mu \text{ cm}$  以下であった。本願発明の組成範囲を外れる比較例 8、比較例 1 0、比較例 1 1 については、 $10 \mu \text{ cm}$  を超える比抵抗値であった。また、表 2 に示すように、各実施例の Al - Ni - B 合金配線材料では、Si 拡散耐熱性は  $200$  以上あり、 $330$  の高温においても、接合界面に Al と Si との相互拡散が認められないものが存在した。そして、表 2 に示すように、各実施例の Al - Ni - B 合金配線材料では、ITO 及び IZO の透明電極層との直接接合も可能であることが確認された。尚、この Si 拡散耐熱性は、実用上  $200$  以上の熱処理で発生しないことが望ましく、CVD により絶縁層を形成する際に加わる熱履歴を考慮すると、 $240 \sim 300$  の高温域においても変質層が生じないことが望ましい。さらに、素子の製造工程における各熱履歴の加わる製造条件の適用範囲に余裕を持たせるためには、 $330$  以上での Si 拡散耐熱性を備えることが望ましいものである。

## 【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 5 2】

一方、比較例 1 ~ 3 の場合、比抵抗以外の特性がすべて実用上不十分であることが確認された。また、Al - Ni 合金の比較例 4 及び 5 では、透明電極層との接合特性は良好なもの、耐熱性及び Si 拡散耐熱性において不十分な特性であり、Ni の含有量が高い比較例 6 では、膜比抵抗が  $10 \mu \text{ cm}$  を超えるものとなった。そして、本願発明の組成範囲外となる比較例 7 ~ 1 1 の場合、ITO との直接接合に問題があったり（比較例 7）、Si 拡散耐熱性が  $200$  未満であったり（比較例 9）、比抵抗値が  $10 \mu \text{ cm}$  を超え（比較例 8、比較例 1 0、比較例 1 1）、総合的に満足できる膜特性とは言えなかった。また、ニッケルの代わりにシリコン（Si）を含有した比較例 1 2 では、Si 拡散耐熱性ばかりでなく、透明電極層との接合性も悪くなる結果となった。さらに、本願出願人の提案した従来の Al - Ni - C 合金配線材料（比較例 1 3、比較例 1 4）では、透明電極層との接合性は問題ないものの、 $350$  耐熱性の評価において不十分な特性であることが確認された。

## 【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 6 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 6 3】

第三実施形態：この第三実施形態においては、スパッタリングにより成膜した際の表面粗度の調査結果について説明する。この第三実施形態では、本願発明に係る Al - Ni - B 合金配線材料のうち Al - 5.0 at% Ni - 0.4 at% B の組成（実施例 1 6）の Al - Ni - B 合金膜と、比較のための純 Al 膜（上記第一実施形態と同様に比較例 1 とする）、Al - 2.0 at% Nd 合金膜（比較例 1 5）について調査を行った。

## 【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0065】

そして、表 6 に示す各合金膜の表面粗度  $R_a$  の測定を行った。この表面粗度測定には、原子間力顕微鏡（セイコーインスツルメンツ（株）製：SPI-3800N）を用い、算術平均粗さ  $R_a$ （JIS B0601-1982）を求めた。また、この測定は、各合金膜表面の 5 箇所を測定してその平均値を算出した。その結果を表 6 に示す。表 6 中、実施例 16-1 ~ 3 は基板温度 100 ~ 250 における Al-5.0 at% Ni-0.4 at% B 合金膜の結果を示している。また、この表 6 では、基板温度が室温における Al-5.0 at% Ni-0.4 at% B 合金膜の結果を比較例 16 とし、基板温度が 300 における Al-5.0 at% Ni-0.4 at% B 合金膜の結果を比較例 17 としている。そして、比較例 1 は純 Al 膜、比較例 15 は Al-2.0 at% Nd 合金膜の結果を示している。尚、ガラス基板表面の平均表面粗度値（ $R_a$ ）は、1.8 であった。

## 【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0066

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0066】

【表 6】

膜	基板温度 (°C)	表面粗度 $R_a$ (Å)
比較例 <u>16</u>	室温	1.8
実施例 <u>16-1</u>	100	2.5
実施例 <u>16-2</u>	200	10.5
実施例 <u>16-3</u>	250	19.3
比較例 <u>17</u>	300	25.3
比較例 1	100	40.4
比較例 <u>15</u>	100	22.0

## 【手続補正 16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0067

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0067】

表 6 の結果より、Al-Ni-B 合金膜の表面粗度は、基板温度により変化することが確認された。また、比較例 1 の純 Al 膜では非常に荒れた表面状態となり、比較例 15 の Al-2.0 at% Nd 合金膜では基板温度が 100 程度であっても、 $R_a 20$  を超えるような荒れた表面状態であった。

## 【手続補正 17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0076

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 7 6 】

【 表 7 】

膜	接合抵抗値(Ω)	接合強度
比較例 <u>16</u>	1 6 5	×
実施例 <u>16-1</u>	1 6 0	△
実施例 <u>16-2</u>	1 7 0	○
実施例 <u>16-3</u>	1 8 0	○
比較例 <u>17</u>	3 0 0	○
比較例 <u>1</u>	4 0 0	○
比較例 <u>15</u>	4 0 0	○