



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I478890 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：101112860

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 04 月 11 日

(51)Int. Cl. : C03C8/02 (2006.01) C03C8/08 (2006.01)
C03C8/04 (2006.01) H01B1/16 (2006.01)
H01L31/0224(2006.01)

(30)優先權：2011/04/11 日本 2011-087120

(71)申請人：日立化成工業股份有限公司 (日本) HITACHI CHEMICAL COMPANY, LTD. (JP)
日本(72)發明人：內藤孝 NAITO, TAKASHI (JP)；青柳拓也 AOYAGI, TAKUYA (JP)；立園信一
TACHIZONO, SHINICHI (JP)；吉村圭 YOSHIMURA, KEI (JP)；橋場裕司
HASHIBA, YUJI (JP)；澤井裕一 SAWAI, YUICHI (JP)；小松直也 KOMATSU,
NAOYA (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201109392A

CN 101265023B

審查人員：鐘文宏

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：12 共 53 頁

(54)名稱

電子零件、適用於其之鋁電極用導電性糊、及鋁電極用玻璃組合物

(57)摘要

本發明提供一種可實現使用矽基板之太陽電池單元等電子零件之高性能化與高可靠化之鋁電極用導電性糊及其中所含有之玻璃組合物、以及利用該等而提高性能與可靠性之電子零件。由於藉由使鋁電極中含有 V-P-B-O 系低熔點玻璃，可增加鋁於矽基板上之擴散量，另一方面可減少氧擴散量，故而可使電子零件高性能化。又，由於該玻璃與鋁具有良好之濕潤性、反應性，故而可提高電極之可靠性。

- 1 . . . p 型半導體基板
- 5 . . . 背面電極
- 7 . . . BSF 層
- 8 . . . 合金層

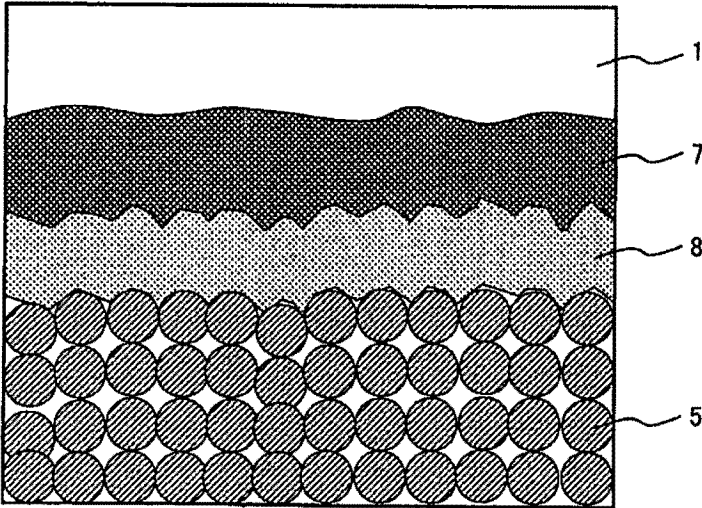


圖 4B

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種形成於矽基板上之鋁電極用導電性糊、其中所含有之鋁電極用玻璃組合物、及使用該鋁電極用導電性糊而製造之電子零件。

【先前技術】

使用具有pn接面之矽基板之太陽電池單元等電子零件上形成有銀電極或鋁電極。該等電極係藉由塗佈含有大量銀或鋁之金屬粒子之導電性糊並進行乾燥、煅燒而形成於矽基板等上。通常，該導電性糊以該金屬粒子為主，包含玻璃粒子、黏合劑樹脂及溶劑等。藉由於電極煅燒時加熱至導電性糊中之玻璃粒子之軟化點以上，使該玻璃粒子軟化流動而形成緻密之電極，並且牢固地密接於基板等上。

該玻璃粒子先前一直使用於低溫下軟化流動之以氧化鉛作為主成分之低熔點玻璃。但是，該玻璃所含之鉛係RoHS指令等中所規制之有害物質，為了降低對環境負荷之影響，即為了謀求生態系統之保護，於太陽電池單元或電漿顯示面板等電子零件中，已將無鉛之低熔點玻璃應用於電極形成。例如，專利文獻1中揭示有於太陽電池單元上所形成之銀電極或鋁電極中使用含有氧化鈹與氧化矽之無鉛低熔點玻璃。又，專利文獻2中提出有含有氧化鈹與氧化硼之低熔點玻璃。

尤其是以鋁粒子或鋁合金粒子等金屬粒子作為主體之導電性糊，因其金屬粒子表面之氧化皮膜而無法緻密地煅

燒，於低電阻化方面存在問題。就此方面而言，提出有藉由導電性糊中添加鈇或氧化鈇之粒子，而改善金屬粒子之燒結性，使其低電阻化之手法(專利文獻3)。又，亦揭示有藉由添加碳、鍺、錫、氫化金屬化合物及磷化金屬化合物等而提高耐氧化性，使其低電阻化之手法等(專利文獻4)。

另一方面，於如太陽電池單元等所代表之強烈要求提高發電效率及壽命之電子零件中，上述專利文獻1~4之電極就提高電子零件之性能與可靠性兩方面而言絕非經充分考慮者。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開2008-543080號公報

[專利文獻2]日本專利特開2006-332032號公報

[專利文獻3]日本專利特開平7-73731號公報

[專利文獻4]日本專利特開平5-298917號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

關於使用具有pn接面之矽基板之太陽電池單元等電子零件，於n型半導體側多使用銀電極，於p型半導體側多使用鋁電極。若於該等之電極中使用先前之以氧化鉛作為主成分之低熔點玻璃，則太陽電池單元之發電效率即轉換效率較高，但若使用專利文獻1或2中所揭示之無鉛低熔點玻璃，則存在其轉換效率下降之問題。認為其原因在於受到

電極之燒結狀態及與矽基板之界面狀態所影響。又，關於壽命等可靠性，對於先前之以氧化鉛作為主成分之低熔點玻璃或專利文獻1~4所揭示之材料或方法難以進行改良。尤其於鋁電極中，會因水分而緩慢地腐蝕，生成氫氧化鋁，而導致電極性能劣化。

因此，本發明之目的在於，鑒於上述問題，同時實現使用具有pn接面之矽基板之太陽電池單元等電子零件之高性能化與高可靠化兩方面。又，提供可同時實現該等之鋁電極用導電性糊及適用於其之鋁電極用玻璃組合物。

[解決問題之技術手段]

解決本發明之問題之手段如下。

(1) 一種電子零件，其特徵在於：其係於矽基板上形成有具有金屬粒子與玻璃相之電極者，並且該玻璃相為含有鈮、磷及硼之氧化物玻璃。

(2) 如上述(1)之電子零件，其中上述玻璃相以如下之氧化物換算含有 V_2O_5 60~80重量%、 P_2O_5 10~25重量%、 B_2O_3 5~15重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量。

(3) 如上述(1)或(2)之電子零件，其中上述玻璃相以如下之氧化物換算， V_2O_5 為70~80重量%、 P_2O_5 為10~20重量%、 B_2O_3 為5~10重量%，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 之合計量為玻璃相之20~40重量%。

(4) 如上述(1)之電子零件，其中上述玻璃相進而含有碲、銻、鉍及鋅中之1種以上。

(5) 如上述(4)之電子零件，其中上述玻璃相以如下之氧

化物換算， V_2O_5 為40~80重量%、 P_2O_5 為10~25重量%、 B_2O_3 為5~15重量%、 TeO_2 為0~25重量%、 Sb_2O_3 為0~20重量%、 Bi_2O_3 為0~20重量%、及 ZnO 為0~20重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為玻璃相之20~50重量%。

(6) 如上述(4)或(5)之電子零件，其中上述玻璃相以如下之氧化物換算， V_2O_5 為60~80重量%、 P_2O_5 為10~20重量%、 B_2O_3 為5~10重量%、 TeO_2 為0~15重量%、 Sb_2O_3 為0~10重量%、 Bi_2O_3 為0~10重量%、及 ZnO 為0~10重量%，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為玻璃相之20~40重量%。

(7) 如上述(1)至(6)中任一項之電子零件，其中相對於上述金屬粒子100重量份，上述玻璃相之含有比例為0.2~2重量份。

(8) 如上述(1)至(7)中任一項之電子零件，其中上述金屬粒子為鋁或鋁合金，且上述矽基板具有p型半導體，該p型半導體上形成有上述電極。

(9) 如上述(1)至(8)中任一項之電子零件，其係上述矽基板具有pn接面之太陽電池單元。

(10) 如上述(1)至(9)中任一項之電子零件，其中上述鋁電極用玻璃組合物之鉛之含量為1000 ppm以下。

(11) 一種鋁電極用導電性糊，其特徵在於：其係將包含鋁或鋁合金之金屬粒子與玻璃粒子分散於溶解有黏合劑樹脂之溶劑中而成者，並且該玻璃粒子為含有鈮、磷及硼之氧化物玻璃。

(12) 如上述(11)之鋁電極用導電性糊，其中上述玻璃粒子以如下之氧化物換算，含有 V_2O_5 60~80重量%、 P_2O_5 10~25重量%、 B_2O_3 5~15重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量。

(13) 如上述(11)之鋁電極用導電性糊，其中上述玻璃粒子以如下之次氧化物換算，含有 V_2O_5 70~80重量%、 P_2O_5 10~20重量%、 B_2O_3 5~10重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量。

(14) 如上述(12)或(13)之鋁電極用導電性糊，其中上述玻璃粒子進而含有碲、銻、鉍及鋅中之1種以上。

(15) 如上述(14)之鋁電極用導電性糊，其中上述玻璃粒子以如下之氧化物換算， V_2O_5 為40~80重量%、 P_2O_5 為10~25重量%、 B_2O_3 為5~15重量%、 TeO_2 為0~25重量%、 Sb_2O_3 為0~20重量%、 Bi_2O_3 為0~20重量%、及 ZnO 為0~20重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為玻璃相之20~50重量%。

(16) 如上述(14)之鋁電極用導電性糊，其中上述玻璃粒子以如下之氧化物換算， V_2O_5 為60~80重量%、 P_2O_5 為10~20重量%、 B_2O_3 為5~10重量%、 TeO_2 為0~15重量%、 Sb_2O_3 為0~10重量%、 Bi_2O_3 為0~10重量%、及 ZnO 為0~10重量%，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~40重量%。

(17) 如上述(11)至(15)中任一項之鋁電極用導電性糊，其中相對於上述金屬粒子100重量份，上述玻璃粒子之含有比例為0.2~15重量份。

(18) 如上述(11)至(15)中任一項之鋁電極用導電性糊，其中相對於上述金屬粒子100重量份，上述玻璃粒子之含有比例為0.2~2重量份。

(19) 如上述(11)至(18)中任一項之鋁電極用導電性糊，其中上述鋁電極用玻璃組合物之鉛之含量為1000 ppm以下。

(20) 一種鋁電極用玻璃組合物，其特徵在於：其係含有鋁或鋁合金粉末之鋁電極所含有者，並且該玻璃組合物係含有鈮、磷及硼，進而含有碲、銻、鉍及鋅中之1種以上之氧化物玻璃，軟化點為420℃以下，於500℃下流動。

(21) 如上述(20)之鋁電極用玻璃組合物，其以如下之氧化物換算， V_2O_5 為40~80重量%、 P_2O_5 為10~25重量%、 B_2O_3 為5~15重量%、 TeO_2 為0~25重量%、 Sb_2O_3 為0~20重量%、 Bi_2O_3 為0~20重量%、及 ZnO 為0~20重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~50重量%。

(22) 如上述(20)之鋁電極用玻璃組合物，其以如下之氧化物換算， V_2O_5 為60~80重量%、 P_2O_5 為10~20重量%、 B_2O_3 為5~10重量%、 TeO_2 為0~15重量%、 Sb_2O_3 為0~10重量%、 Bi_2O_3 為0~10重量%、及 ZnO 為0~10重量%，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~40重量%。

(23) 如上述(20)至(22)中任一項之鋁電極用玻璃組合物，其中上述鋁電極用玻璃組合物之鉛之含量為1000 ppm以下。

作為上述金屬粒子，除了鋁、銀、銅及各自之合金以外，亦可使用Fe、Ni、Pt、Au，較佳為鋁、銅及銀。

本發明係關於一種於矽基板上形成有具有上述金屬粒子與玻璃相之電極的電子零件，並且此玻璃相為含有釩、磷及硼之氧化物玻璃，進而此玻璃相可含有碲、銻、鉍及鋅中之1種以上。又，進而亦可含有Sn、Mo、Nb。於用作太陽電池等之矽基板之電極時，由於Ba、Cr、Fe、Co、Ni、W對矽有損害性，故而較佳為不含有。

又，上述玻璃相之組成範圍較佳為以如下之氧化物換算， V_2O_5 為40~80重量%、 P_2O_5 為10~25重量%、 B_2O_3 為5~15重量%、 TeO_2 為0~25重量%、 Sb_2O_3 為0~20重量%、 Bi_2O_3 為0~20重量%、及ZnO為0~20重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~50重量%。尤其有效之組成範圍為 V_2O_5 為60~80重量%、 P_2O_5 為10~20重量%、 B_2O_3 為5~10重量%、 TeO_2 為0~15重量%、 Sb_2O_3 為0~10重量%、 Bi_2O_3 為0~10重量%、及ZnO為0~10重量%，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~40重量%。

再者，於不將Te、Sb、Bi及Zn加入計算時， V_2O_5 為60~80重量%、 P_2O_5 為10~25重量%、 B_2O_3 為5~15重量%，使 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量。

進而，上述玻璃相之比例相對於電極所含之金屬粒子100重量份，較佳為0.2~2重量份。又，作為金屬粒子，尤其是對鋁或鋁合金可獲得較大之效果，該電極形成於矽基板之p型半導體側較為有效。作為形成此種電極之電子零

件，可舉出使用具有pn接面之矽基板之太陽電池單元作為代表例。

又，本發明之特徵在於關於一種將包含鋁或鋁合金之複數個金屬粒子與複數個玻璃粒子分散於溶解有黏合劑樹脂之溶劑中而成之鋁電極用導電性糊，並且該玻璃粒子係含有釩、磷及硼之氧化物玻璃。進而，該玻璃粒子較理想為含有碲、銻、鉍及鋅中之1種以上。玻璃粒子之較佳組成範圍以如下之氧化物換算， V_2O_5 為40~80重量%、 P_2O_5 為10~25重量%、 B_2O_3 為5~15重量%、 TeO_2 為0~25重量%、 Sb_2O_3 為0~20重量%、 Bi_2O_3 為0~20重量%、及 ZnO 為0~20重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~50重量%。尤其有效之組成範圍為： V_2O_5 為60~80重量%、 P_2O_5 為10~20重量%、 B_2O_3 為5~10重量%、 TeO_2 為0~15重量%、 Sb_2O_3 為0~10重量%、 Bi_2O_3 為0~10重量%、及 ZnO 為0~10重量%，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~40重量%。

再者，上述情形於不將Te、Sb、Bi及Zn加入計算時， V_2O_5 為60~80重量%、 P_2O_5 為10~25重量%、 B_2O_3 為5~15重量%，使 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量。

又，上述鋁電極用導電性糊所含之玻璃粒子之含量，相對於金屬粒子100重量份為0.2~15重量份。於矽基板上形成電極之情形時，即獲得與矽基板之導通之情形時，以相對於金屬粒子100重量份，玻璃粒子之含有比例較佳為0.2~2重量份。

進而，對於上述鋁電極中所含有之玻璃粒子而言，有效的是軟化點為 420°C 以下，並且於 500°C 下顯示出良好之流動性的玻璃組合物。並且，該玻璃組合物實質上不含有鉛，若將其鉛之含量設為1000 ppm以下，則可減少對環境負荷之影響。

於導電性糊之情形時，較佳為包含金屬粒子及玻璃粒子之固形物成分為70~75重量%、黏合劑成分(樹脂及溶劑)為30~25重量%，該黏合劑成分較佳為樹脂為2~5重量%、溶劑為98~95重量%。

[發明之效果]

根據本發明，藉由將含有鈮、磷及硼之氧化物玻璃應用於電極，可同時實現電子零件之高性能化與高可靠化。例如具體而言，於使用具有pn接面之矽基板之太陽電池單元中，藉由於p型半導體側形成含有上述氧化物玻璃之鋁電極，可同時提高單元轉換效率與壽命。

【實施方式】

本發明者發現：若將含有包含鈮、磷及硼之氧化物玻璃之電極煅燒、形成於矽基板上，則使用該矽基板之電子零件之性能與可靠性同時提高。明確了例如於使用具有pn接面之矽基板之太陽電池單元中，若使形成於作為p型半導體側之單元背面之鋁電極中含有上述氧化物玻璃，並進行煅燒，則即使該玻璃中不含有鉛，亦可將單元轉換效率提高至與先前之氧化鉛系玻璃相同水平。查明其原因，結果得知含有包含鈮、磷及硼之氧化物玻璃之鋁電極可促進鋁

於矽基板上之擴散，另一方面可抑制氧之擴散。認為由於在p型半導體面上形成良好之p+層(Back Surface Field: BSF層，背面電場層)，故而單元轉換效率提高。

又，亦明確得知可同時提高氧化鉛系玻璃未實現之鋁電極之耐濕性及耐水性等可靠性，亦可對長壽命化做出貢獻。查明其原因，結果得知含有釩、磷及硼之氧化物玻璃與鋁粒子顯示出良好之濕潤性與反應性，可抑制鋁電極被水腐蝕而生成氫氧化鋁之情況。進而得知，若將該玻璃應用於鋁電極，則可減少自鋁電極產生異物及由凹凸引起之不良，亦可對提高太陽電池單元等電子零件之生產性做出貢獻。又，該鋁電極對矽基板等之密接性亦良好。

本發明之上述氧化物玻璃進而藉由含有碲、銻、鉍及鋅中之1種以上，可提高耐候性，有利於將所製造之玻璃粉碎，或保管經粉碎之玻璃粒子。即，可提高玻璃粒子之操作性。上述氧化物玻璃之較佳組成範圍以如下之氧化物換算， V_2O_5 為40~80重量%、 P_2O_5 為10~25重量%、 B_2O_3 為5~15重量%、 TeO_2 為0~25重量%、 Sb_2O_3 為0~20重量%、 Bi_2O_3 為0~20重量%、及 ZnO 為0~20重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~50重量%。

若 V_2O_5 未達40重量%，則鋁電極之煅燒溫度變高，鋁電極之密接性及耐水性下降。太陽電池單元之轉換效率下降。另一方面，若 V_2O_5 超過80重量%，則易結晶化，無法以低溫獲得良好之軟化流動性。又，玻璃自身之耐候性明顯劣化，於粉碎玻璃，或對經粉碎之玻璃粒子實施操作

時，其加工性降低。認為若 P_2O_5 未達10重量%，則易結晶化，無法獲得良好之軟化流動性，另一方面若超過25重量%，則有太陽電池單元之轉換效率降低之傾向。

若 B_2O_3 未達5重量%，則無法提高太陽電池單元之轉換效率，另一方面若超過15重量%，則反而會降低太陽電池單元之轉換效率。又，即使 TeO_2 超過25重量%，太陽電池單元之轉換效率亦降低。若 Sb_2O_3 、 Bi_2O_3 及 ZnO 各自超過20重量%，則發生玻璃之軟化點高溫化或結晶化等情況，難以以低溫獲得良好之軟化流動性。進而，若 B_2O_3 量高於 P_2O_5 量，則結晶化傾向增大，導致太陽電池單元之轉換效率反而降低。

又，若 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量未達20重量%，則易結晶化，無法以低溫獲得良好之軟化流動性，另一方面若超過50重量%，則無法期待太陽電池單元之轉換效率之提高。

考慮到提高太陽電池單元之轉換效率與可靠性兩方面，及玻璃粒子之操作性，最有效之玻璃組成範圍以如下氧化物換算， V_2O_5 為60~80重量%、 P_2O_5 為10~20重量%、 B_2O_3 為5~10重量%、 TeO_2 為0~15重量%、 Sb_2O_3 為0~10重量%、 Bi_2O_3 為0~10重量%、及 ZnO 為0~10重量%，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~40重量%。

進而，形成於太陽電池單元上之鋁電極中之玻璃含量相對於鋁粒子100重量份，較佳為0.2~2重量份，若未達0.2重量份或超過2重量份，則單元轉換效率降低。然而，擴展

至太陽電池單元以外之電子零件之電極之情形時，可含有玻璃達15重量份。若超過15重量份，則鋁電極之電阻增大。

進而，玻璃顯示出軟化點為420℃以下，於500℃下軟化流動性越良好，鋁電極對基板之密接性及耐濕性等可靠性越高，並且應用於太陽電池單元時轉換效率越高之傾向。

以下，具體說明本實施形態。但本發明並不限定於此處所列舉之實施例。

[實施例1]

將本實施例中研究之玻璃系，其主要成分氧化物及其特性示於表1。表1中，G-01為實施例之玻璃，G-02~10為比較例之玻璃。表1中之「有無有害規制物質」係判斷是否含有RoHS指令及聯合產業指南(Joint Industry Guide Line)中所規制之有害物質。「軟化點」係使用各自之玻璃粉末並藉由差熱分析(DTA)而測定。DTA之分析升溫條件設為大氣中5℃/分。

圖1中揭示代表性之玻璃之DTA曲線之一例。第一吸熱波峰之開始溫度為轉移點 T_g 、其波峰溫度為變形點 M_g ，第二吸熱波峰溫度為軟化點 T_s ，各自之特性點係由黏度所定義。此黏度相當於 T_g 為 $10^{13.3}$ 泊、 M_g 為 10^{11} 泊、 T_s 為 $10^{7.65}$ 泊。

「軟化流動性」係藉由使用各自之玻璃粉末製作直徑10 mm、厚度5 mm之壓粉成形體，並於氧化鋁基板上加熱而評價。加熱條件係將置於氧化鋁基板上之壓粉成形體分別放入在

大氣中分別保持於400℃、500℃、600℃、700℃、800℃之電爐中1分鐘後取出。目測觀察下獲得良好之流動性之情形評價為「○」，雖未獲得良好之流動性但已軟化之情形評價為「△」，仍為壓粉成形體亦未軟化之情形評價為「×」。

於表1所示之玻璃中，含有害規制物質之玻璃僅為G-09。該Pb-B-Si-O系之玻璃至今廣泛應用於太陽電池單元及電漿顯示面板等電子零件之各種電極。軟化點亦為相對較低之390℃，500~800℃下之流動性良好。作為該系之玻璃之代替品，被廣泛研究並開始實用化之無鉛玻璃為G-10。該Bi-B-Si-O系之玻璃雖然不含有害規制物質，但與G-09相比，軟化點及軟化流動性高溫化。

軟化點高於G-10之玻璃為Zn-B-V-O系之G-06與P-Zn-K-O系之G-08，軟化流動性亦高溫化。軟化點位於G-09與G-10之間之玻璃為V-P-Ba-O系之G-02、V-P-Fe-O系之G-03及Sn-P-Zn-O系之G-07，但軟化流動性與G-10大致相同。軟化點低於G-09之玻璃為V-P-B-O系之G-01、V-P-Te-O系之G-04及V-Te-Zn-O系之G-05，軟化流動性亦低溫化。500℃下顯示出良好流動性之玻璃為不含有害規制物質之G-01、-04及-05，及含有害之鉛之G-09之4種。

藉由分別使用表1所示之各種玻璃製作鋁電極用導電性糊，將其搭載於太陽電池單元上，並評價轉換效率及環境保護。又，亦評價各自形成之鋁電極之外觀、密接性及耐水性。

對表1之G-01~10之每一種玻璃分別製作鋁電極用導電性糊。首先，利用搗碎機與噴射磨機將玻璃粉碎為3 μm 以下之粒子。鋁粒子係使用藉由霧化法所製作之平均粒徑為3 μm 者，相對於鋁粒子100重量份，於G-01~08之玻璃粒子中混合0.4重量份，於G-09與-10之玻璃粒子中混合0.7重量份。

表1

玻璃No.		玻璃系	玻璃主成分氧化物	有無有害規制物質	軟化點(°C)	軟化流動性 (驟熱、保持時間1分鐘)				
						400°C	500°C	600°C	700°C	800°C
實施例	G-01	V-P-B-O	V ₂ O ₅	無	355	△	○	○	○	○
比較例	G-02	V-P-Ba-O	V ₂ O ₅	無	443	×	△	○	○	○
	G-03	V-P-Fe-O	V ₂ O ₅	無	435	×	△	○	○	○
	G-04	V-P-Te-O	V ₂ O ₅	無	336	△	○	○	○	○
	G-05	V-Te-Zn-O	V ₂ O ₅	無	332	△	○	○	○	○
	G-06	Zn-B-V-O	ZnO	無	546	×	×	△	○	○
	G-07	Sn-P-Zn-O	SnO	無	428	×	△	○	○	○
	G-08	P-Zn-K-O	P ₂ O ₅	無	564	×	×	△	○	○
	G-09	Pb-B-Si-O	PbO	有(Pb)	390	×	○	○	○	○
	G-10	Bi-B-Si-O	Bi ₂ O ₃	無	458	×	△	○	○	○

改變玻璃粒子之混合量的原因在於：G-09與-10之玻璃之比重為G-01~8之玻璃之約2倍大，欲於同體積比下使玻璃含氧量大致相同。相對於該等之混合物100重量份，添加預先溶解有黏合劑樹脂2重量%之溶劑40重量份，藉由混練而製作鋁電極用導電性糊。此處，黏合劑樹脂係使用乙基纖維素，溶劑係使用 α -松脂醇。

使用所製作之鋁電極用導電糊，對適用於作為本發明之電子零件的太陽電池單元之例進行說明。圖2係表示代表性太陽電池單元之光接收面之一例之平面示意圖。又，圖3係表示其背面之一例之平面示意圖，圖4A係圖2中之A-A'

線之剖面示意圖，及圖4B係背面附近之放大剖面示意圖(圖4A之○所示部分)。

太陽電池單元10之半導體基板1通常使用單晶矽基板或多晶矽基板，並含有硼等而成為p型半導體。光接收面側為了抑制太陽光之反射而藉由化學蝕刻等形成有凹凸。又，光接收面摻雜有磷等，形成有厚度約為1 μm 左右之n型半導體層2。並且，於與p型主體部分之邊界形成有pn接面部。進而，光接收面上藉由蒸鍍法形成有厚度為100 nm左右之氮化矽等之抗反射層3。

其次，對光接收面上所形成之光接收面電極4、背面上所形成之背面電極5及輸出電極6之形成進行說明。

通常，光接收面電極4及輸出電極6之形成係使用含有銀粒子與玻璃粒子之銀電極用導電性糊，背面電極5之形成係使用含有鋁粒子與玻璃粒子之鋁電極用導電性糊。各導電性糊係藉由絲網印刷法等塗佈於半導體基板1之光接收面上所形成之抗反射層3及半導體基板1之背面之表面上。

使導電性糊乾燥後，於大氣中、800°C左右下煅燒，形成各電極。此時，於光接收面，光接收面電極4所含之玻璃組合物與抗反射層3發生反應，而使光接收面電極4與n型半導體層2電性連接。又，於背面，背面電極5中之鋁成分與半導體基板1發生反應，生成鋁與矽之合金層8，進而形成鋁擴散至半導體基板1之鋁擴散層(Back Surface Field: BSF層，背面電場層)7。藉由形成該BSF層7，可防止產生於太陽電池單元內部之載子於背面再結合，而提高

太陽電池單元之性能。又，合金層8亦具有將入射至太陽電池單元10之光於背面反射，而將該光封閉於半導體基板1中之效果，從而對提高太陽電池單元之性能發揮作用。

再者，於太陽電池單元中，背面電極用糊先前使用含有鋁粒子與作為低熔點玻璃的有害之Pb-B-Si-O系及不含有害之鉛之Bi-B-Si-O系之玻璃組合物的導電性糊，但無論何種玻璃均存在無法提高背面電極用鋁電極之耐濕性及耐水性等可靠性之問題。進而，兩種玻璃均存在於鋁電極上產生異物及凹凸之問題。因此，業界需要一種可使太陽電池單元之性能、安全性(無鉛)、可靠性及生產性均提高，即可改善上述問題之鋁電極用玻璃組合物。

製作本發明之電子零件之太陽電池單元。半導體基板1係使用p型單晶矽基板。該矽基板之尺寸設為125 mm見方、厚度為200 μm 。其次，為了提高光入射效率，使用包含1%苛性鈉(氫氧化鈉： NaOH)與10%異丙醇($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$)之強鹼性水溶液，蝕刻半導體基板1之光接收面而形成凹凸。藉由於該光接收面上塗佈含有五氧化二磷(P_2O_5)之液體，於900°C下熱處理30分鐘，使磷(P)擴散至半導體基板1上，而於光接收面上形成厚度為1 μm 左右之n型半導體層2。去除五氧化二磷後，於n型半導體層2上同樣地形成厚度約為100 nm之氮化矽膜作為抗反射層3。該氮化矽膜係以矽烷(SiH_4)與氨氣(NH_3)之混合氣體作為原料，藉由電漿CVD(Cheical Vapor Deposition，化學氣相沈積)法等而形成。

其次，為了形成光接收面電極4，藉由絲網印刷法將含有銀粒子與玻璃粒子之銀電極用導電性糊以柵格狀塗佈於抗反射層3上，並於150℃下乾燥10分鐘。銀粒子係使用平均粒徑約為2 μm者。又，玻璃粒子係使用平均粒徑約為2 μm且不含有害之鉛之V-Ag-P-Te-O系低熔點玻璃。對於形成於半導體基板1之背面之輸出電極6，亦使用與上述相同之銀電極用導電性糊，相同地藉由絲網印刷法塗佈並乾燥。

繼而，作為背面電極5用，亦同樣地塗佈、乾燥含有鋁粒子與玻璃粒子之鋁電極用導電性糊。該鋁電極用導電性糊係採用分別使用上文所說明之實施例玻璃G-01與比較例玻璃G-02~10而製作之鋁電極用導電性糊。又，為作比較，亦使用不含有玻璃粒子之鋁電極用導電性糊。其後，藉由使用穿隧爐於大氣中迅速加熱至800℃並保持30秒鐘，同時煅燒、形成光接收面電極4、背面電極5及輸出電極6，而製作太陽電池單元10。光接收面電極4與輸出電極6於煅燒後之膜厚約為20 μm，背面電極之膜厚約為40 μm。

如上所述，針對作為背面電極5用，改變鋁電極用導電性糊而製作之太陽電池單元10，使用態樣模擬器測定單元轉換效率。又，亦自環境保護之觀點(有無有害規制物質)對所製作之太陽電池單元10進行評價。進而，亦對作為背面電極5用而形成之鋁電極之外觀、密接性及耐水性進行評價。

將所製作之太陽電池單元之評價結果示於表2。表2中之「轉換效率」欄所記載之「◎」設為單元轉換效率為18%以上，「○」設為17.5~18.0%，「△」設為17.0~17.5%，「×」設為未達17%。

關於「環境保護」，係判斷所製作之太陽電池單元10中是否含有有害規制物質，不含有害規制物質之情形設為「○」，含有之情形設為「×」。鋁電極之外觀藉由目測觀察而未見表面異物或較大凹凸之情形係評價為「○」，可見若干之情形評價為「△」，明顯可見之情形評價為「×」。

又，鋁電極之「密接性」係藉由剝離試驗而評價。該剝離試驗係將市售之透明膠帶貼附於鋁電極上，剝離時鋁電極未剝離之情形係設為「○」，僅一部分剝離之情形設為「△」，剝離較多之情形設為「×」。「耐水性」係將所製作之太陽電池單元於50℃之溫水中浸漬8小時，鋁電極於外觀上基本未變色之情形係評價為「○」，僅部分黑色化之情形評價為「△」，一個面黑色化之情形評價為「×」。又，對上述各評價結果進行綜合地研究及判斷，實用上良好之太陽電池單元係評價為「○」，不充分之太陽電池單元評價為「△」，存在問題之太陽電池單元評價為「×」。

[表2]

表2

玻璃編號		玻璃含量 (重量份)	轉換效率 (%)	環境保護	鋁電極(背面電極)			綜合 評價
					外觀	密接性	耐水性	
實施例	G-01	0.4	18.4(◎)	○	○	○	○	○
比較例	G-02	0.4	17.1(△)	○	○	○	○	△
	G-03	0.4	17.4(△)	○	○	○	○	△
	G-04	0.4	17.3(△)	○	○	○	○	△
	G-05	0.4	17.2(△)	○	○	○	○	△
	G-06	0.4	16.9(×)	○	×	×	×	×
	G-07	0.4	17.0(△)	○	×	○	×	×
	G-08	0.4	16.8(×)	○	×	×	×	×
	G-09	0.7	18.4(◎)	×(含有Pb)	×	○	×	×
	G-10	0.7	17.8(○)	○	×	○	×	×
	無玻璃	0	16.1(×)	○	×	×	×	×

表2中，搭載使用實施例V-P-B-O系玻璃G-01與比較例Pb-B-Si-O系玻璃G-09之鋁電極作為背面電極之太陽電池單元具有非常高之轉換效率。又，使用比較例Bi-B-Si-O系玻璃G-10之情形時亦顯示出較高之轉換效率。使用其以外之玻璃之情形時轉換效率較低。又，不含有玻璃之情形時，轉換效率低於使用任何玻璃之情形。關於環境保護，由於G-09大量含有有害之鉛，故而用於太陽電池單元時在環境方面存在問題，但使用其以外之玻璃之情形時無問題。在考慮到環境之前提下，轉換效率最高之太陽電池單元、即性能最高之電子零件為將實施例G-01之V-P-B-O系玻璃應用於電極之情形。

又，如表2所示，形成於太陽電池單元上之鋁電極之外觀於使用以 V_2O_5 作為主成分之低熔點玻璃G-01~05之情形時均良好。確認使用其以外之玻璃之情形及不含有玻璃之

情形時，鋁電極表面部可見大量之異物或凹凸。鋁電極之密接性於使用軟化點較低、500°C下軟化流動之玻璃G-01~05、-07、-09及-10之情形時良好。

另一方面，使用軟化點較高為500°C以上之玻璃G-06與-08之情形時，及不含有玻璃之情形時，密接性不充分。鋁電極之耐水性與上文說明之外觀之結果相同，使用以 V_2O_5 作為主成分之低熔點玻璃G-01~05之情形時均良好。

由以上得知，鋁電極之外觀、密接性、耐水性均為良好之玻璃為G-01~05，若為以 V_2O_5 作為主成分之低熔點玻璃，則可改善或提高鋁電極之生產性及可靠性。認為其原因在於：鋁粒子與以 V_2O_5 作為主成分之低熔點玻璃粒子於煅燒及形成電極時具有良好之濕潤性與反應性。但是，幾乎所有以 V_2O_5 作為主成分之低熔點玻璃均降低單元轉換效率。唯一可將單元轉換效率提高至與Pb-B-Si-O系玻璃G-09相同程度之玻璃僅為實施例G-01之含有釩、磷及硼之氧化物玻璃。

又，該玻璃中實質上不含有鉛等有害規制物質，亦充分考慮到環境，故而應用該玻璃之電極用導電性糊、及具有由該導電性糊形成之電極之電子零件亦可減少對環境負荷之影響。RoHS規制及聯合產業指南中規定電子零件之鉛含量為1000 ppm以下。

因此，構成電子零件之各材料中，不應主觀含有有害之鉛。但是，存在鉛作為雜質而混入之情況，於構成電子零件之各材料中電子零件亦較佳為同樣地設為1000 ppm以

下。本發明之電極用 V-P-B-O 系玻璃係為了減少對環境負荷之影響，而以此為前提進行開發，結果發現其與使用先前之 Pb-B-Si-O 系玻璃或 Bi-B-Si-O 系玻璃之情形相比更加提高電子零件之性能及可靠性。

[實施例 2]

於實施例 1 中，得知太陽電池單元之轉換效率根據鋁電極中含有之玻璃而有所不同。為了查明其原因，藉由 SEM-EDX(scanning electron microprobe and energy dispersive X-ray microanalysis，掃描式電子顯微鏡及能量色散 X 射線分析)對據說影響單元轉換效率之 BSF 層 7 及合金層 8 之狀態進行詳細地觀察及分析。圖 5 中揭示使用含有表 1 及表 2 所示之 V-P-B-O 系玻璃 G-01 之鋁電極用導電性糊所製作之太陽電池單元之背面附近之剖面 SEM 照片。由於通常無法觀測 BSF 層 7，故而藉由使用硝酸水溶液進行蝕刻而觀察。

如實施例 1 所述，BSF 層 7 係藉由背面電極 5 之鋁成分擴散至包含矽基板之半導體基板 1 上而形成。此時，藉由鋁與矽之反應於背面電極 5 與 BSF 層 7 之間亦生成合金層 8。使用 G-01 以外之玻璃 G-02~10 之情形時亦與圖 5 相同地進行觀察。

詳細地進行 SEM 觀察，結果對於 BSF 層 7 及合金層 8 之厚度，未觀測到由鋁電極用玻璃引起之較大差異。即，未見到太陽電池單元之轉換效率與 BSF 層 7 及合金層 8 之厚度有明確之相關性。因此，藉由高感度之 EDX 對 BSF 層 7 及合金

層8之組成進行分析。於合金層8中，無論使用何種玻璃，均檢測出鋁與矽兩者。於此分析組成中，鋁非常多而為90原子%以上，另一方面，矽較少而為10原子%以下。該組成範圍內之偏差即使於同一太陽電池單元內亦較大，未能發現太陽電池單元之轉換效率與合金層8之組成之明確關係。

其次，同樣地藉由高感度之EDX對BSF層7之組成進行分析。可見到BSF層7之組成因玻璃所致之差異。圖6中揭示BSF層7中之鋁(Al)濃度與鋁電極用玻璃組合物之軟化點之間之關係。得知玻璃之軟化點越低，BSF層7中之鋁濃度越高。但是，如表1與表2所示，並非玻璃之鋁濃度越高、即軟化點越低，太陽電池單元之轉換效率越高。因此，亦對BSF層7中之氧濃度進行調查。

圖7中揭示BSF層7中之氧(O)濃度與鋁電極用玻璃組合物之軟化點之間之關係。與BSF層7中之鋁濃度同樣地，顯示出玻璃之軟化點越低，BSF層7中之氧濃度越高之傾向，但實施例之V-P-B-O系玻璃G-01、比較例之Pb-B-Si-O系玻璃G-09與Bi-B-Si-O系玻璃G-10並不符合該傾向，即使軟化點降低BSF層7中之氧濃度亦較低。即，亦可說是該等玻璃難以使矽基板氧化。

如表2所示，將G-01、-09及-10之玻璃用於鋁電極之情形時，太陽電池單元之轉換效率較高。

由以上內容得知可使BSF層7之鋁濃度較高且使氧濃度較低之鋁電極用玻璃組合物可提高太陽電池單元之轉換效

率。可認為，為了增加自背面電極5至半導體基板1之鋁擴散量，即增加自鋁電極至矽基板之鋁擴散量，只要降低電極中含有之玻璃組合物之軟化點即可，另一方面，為了同時減少氧擴散量，必須於軟化、流動之玻璃組合物接觸矽基板時不自該玻璃組合物奪取氧至矽基板。

由於比較例之Pb-B-Si-O系玻璃G-09與Bi-B-Si-O系玻璃G-10係極易還原之玻璃，故而認為於鋁電極中容易被還原，導致氧被奪取，而未到達將矽基板氧化之程度。作為其證據，若對分別含有G-09與-10之背面電極5進行X射線繞射分析，則可見金屬鉛及金屬鉍之析出。其原因在於：G-09及-10之玻璃於鋁電極中被還原，而自該等玻璃中析出。

由於以 V_2O_5 作為主成分之低熔點玻璃G-02~05與G-09及-10相比較難還原，無法獲得此種效果，故而認為矽基板易氧化。但是，儘管實施例之V-P-B-O系玻璃G-01為與比較例之G-02~05同樣地以 V_2O_5 作為主成分之低熔點玻璃，但卻特異性地抑制了矽基板之氧化。其原因在於G-01與G-02~05之玻璃之構造不同。圖8中示意性地揭示玻璃構造中之 P_2O_5 與 B_2O_3 之狀態。

P_2O_5 於玻璃構造中如圖8(1)所示相對於一個磷(P)具有一個雙鍵氧(O)，並藉由3個交聯氧(O)而形成玻璃之網狀構造。 B_2O_3 於玻璃構造中如圖8(2)所示相對於一個硼(B)，藉由3個交聯氧(O)而形成玻璃之網狀構造。

與該等相對，若含有 P_2O_5 與 B_2O_3 兩者，則於玻璃構造中

如圖 8(3)所示磷(P)與硼(B)可分別鍵結 4 個交聯氧(O)，而使玻璃之網狀構造緻密化。此時，磷(P)帶正(+)電荷，硼(B)帶負(-)電荷而相互電性中和。此情況係稱為硼酸異常現象的玻璃之特異現象，理論上為了使該現象最有效率地表現， P_2O_5 與 B_2O_3 之含有比例以莫耳比計為 1:1，以重量比計為 2:1。

實施例之 V-P-B-O 系低熔點玻璃 G-01 之玻璃構造採用該現象。藉此，抑制氧於矽基板上之擴散，即抑制矽基板之氧化。該技術只要為形成於矽基板上之電極，則當然即使為鋁電極以外亦可有效地運用。又，藉由以 V_2O_5 作為主成分可使軟化點低溫化，增加鋁於矽基板上之擴散量。如此藉由減少氧於矽基板上之擴散量及增加鋁於矽基板上之擴散量，而提高太陽電池單元之轉換效率。以上，雖然以太陽電池單元為例進行了說明，但該技術可運用於所有使用矽基板之電子零件。

進而，由於為以 V_2O_5 作為主成分之低熔點玻璃，故而可減少鋁電極之外觀等之不良率，並且可提高密接性及耐濕性等可靠性。此係由與鋁之濕潤性及反應所引起，以鋁作為主成分之鋁合金中當然亦可獲得相同之效果。又，以上，雖然以適用於太陽電池單元之背面電極為例進行了說明，但當然亦可適用於其以外之電子零件之鋁電極及鋁合金電極。

[實施例 3]

於本實施例中，詳細地研究對使用矽基板之電子零件及

鋁電極有效之V-P-B-O系低熔點玻璃之組成。將所製作之V-P-B-O系低熔點玻璃之調配組成與其特性示於表3。對表3所示之GA-01~30之玻璃製作方法進行說明。

[表3]

表3

玻璃編號	調配組成(重量%)							密度 (g/cm ³)	軟化點 (°C)	軟化流動性(驟熱、保持時間1分鐘)				
	V ₂ O ₅	P ₂ O ₅	B ₂ O ₃	TeO ₂	Sb ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃	ZnO			400°C	500°C	600°C	700°C	800°C
GA-01	80	15	5					2.81	326	○	○	○	○	○
GA-02	75	17	8					2.83	330	○	○	○	○	○
GA-03	70	20	10					2.85	344	○	○	○	○	○
GA-04	70	10	5	15				3.22	328	○	○	○	○	○
GA-05	65	10	5	10	10			3.19	352	△	○	○	○	○
GA-06	65	10	5	10		10		3.17	355	△	○	○	○	○
GA-07	65	10	5	10			10	3.14	345	△	○	○	○	○
GA-08	60	25	15					2.84	402	x	○	○	○	○
GA-09	60	20	10	10				2.90	355	△	○	○	○	○
GA-10	60	20	10		10			2.88	390	x	○	○	○	○
GA-11	60	20	10			10		2.85	384	x	○	○	○	○
GA-12	60	20	10				10	2.86	375	x	○	○	○	○
GA-13	60	14	6	10	10			3.14	366	△	○	○	○	○
GA-14	60	10	5	25				3.25	317	○	○	○	○	○
GA-15	55	10	5	30				3.38	327	○	○	○	○	○
GA-16	50	20	10	20				3.05	366	△	○	○	○	○
GA-17	50	20	10		20			3.07	413	x	○	○	○	○
GA-18	50	20	10			20		3.02	408	x	○	○	○	○
GA-19	50	20	10				20	2.97	420	x	○	○	○	○
GA-20	50	20	10	10	10			3.06	391	x	○	○	○	○
GA-21	50	20	10		10		10	3.07	411	x	○	○	○	○
GA-22	50	13	7	30				3.35	340	○	○	○	○	○
GA-23	45	10	5	40				3.60	337	○	○	○	○	○
GA-24	45	10	5	30	10			3.56	387	x	○	○	○	○
GA-25	40	20	10	10	10		10	3.19	420	x	○	○	○	○
GA-26	40	20	10	30				3.36	390	x	○	○	○	○
GA-27	40	20	20		10		10	2.75	475	x	x	○	○	○
GA-28	40	15	25		10		10	2.70	454	x	△	○	○	○
GA-29	40	10	30		10		10	2.66	429	x	○	○	○	○
GA-30	40	5	35		10		10	2.60	410	x	x	○	○	○

將表3之調配組成中所示之氧化物作為玻璃原料，以各自之比例分別調配、混合200 g。將其添加至鉑坩堝中，於電爐中以10°C/分之升溫速度加熱至900~1100°C，一面攪拌一面保持2小時後，使其流至不鏽鋼板上，分別製作GA-01~30之玻璃。藉由搗碎機與噴射磨機將所製作之玻

璃粉碎成平均粒徑為 $1\sim 2\ \mu\text{m}$ ，而獲得各玻璃粒子。

所製作之玻璃之密度係藉由阿基米德法而測定，軟化點與軟化流動性係以與實施例1相同之方式評價。所製作之V-P-B-O系低熔點玻璃GA-01~30之密度為 $2.60\sim 3.60\ \text{g/cm}^3$ 之範圍，與先前之Pb-B-Si-O系低熔點玻璃G-09及Bi-B-Si-O系低熔點玻璃G-10之密度相比約為一半。

密度尤其小之玻璃為GA-27~30， P_2O_5 之含量為 B_2O_3 之同等以下。其以外之玻璃係將 P_2O_5 之含量增加至 B_2O_3 之含量之約2倍，積極地運用實施例2中所說明之硼酸異常現象。另一方面，於上述密度範圍中，密度尤其大之玻璃為含有 TeO_2 30重量%以上之GA-15、-22~24及-26。

顯示出玻璃之 V_2O_5 及 TeO_2 之含量越高， P_2O_5 越少則軟化點越低之傾向。軟化流動性於 600°C 以上，無論何種玻璃均具有良好之流動性。於 500°C 下，除GA-27、-28及-30以外均具有良好之流動性。又，於 400°C 下，GA-05~07、-09、-13及-16僅軟化，僅GA-01~04、-14、-15、-22及-23顯示出良好之流動性。與軟化點同樣地，顯示出玻璃之 V_2O_5 及 TeO_2 之含量越高， P_2O_5 越少，則低溫下之軟化流動性越好之傾向。

使用GA-01~30之玻璃粒子，以與實施例1相同之方式製作鋁電極用導電性糊。其中，黏合劑樹脂係使用硝化纖維素，溶劑係使用丁基卡必醇乙酸酯。又，為了進行比較，以與實施例1相同之方式製作分別含有Pb-B-Si-O系低熔點玻璃G-09與Bi-B-Si-O系低熔點玻璃G-10之鋁電極用導電

性糊、及無玻璃之鋁電極用導電性糊。

使用所製作之鋁電極用導電性糊，以與實施例1相同之方式製作圖2~4所示之太陽電池單元，並進行評價。其中，半導體基板1係使用150 mm見方、厚度200 μm之p型多晶矽基板。所製作之太陽電池單元之評價結果示於表4。

[表 4]

表4

玻璃編號		玻璃含量 (重量份)	轉換效率 (%)	環境保護	鋁電極(背面電極)			綜合 評價
					外觀	密接性	耐水性	
實施例	GA-01	0.4	17.2(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-02	0.4	17.3(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-03	0.4	17.4(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-04	0.4	17.0(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-05	0.4	17.2(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-06	0.4	17.0(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-07	0.4	17.1(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-08	0.4	16.8(○)	○	○	○	○	○
	GA-09	0.4	17.0(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-10	0.4	17.2(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-11	0.4	17.1(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-12	0.4	17.3(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-13	0.4	17.1(◎)	○	○	○	○	◎
	GA-14	0.4	16.6(○)	○	○	○	○	○
	GA-15	0.4	16.4(△)	○	○	○	○	△
	GA-16	0.4	16.7(○)	○	○	○	○	○
	GA-17	0.4	16.9(○)	○	○	○	○	○
	GA-18	0.4	16.7(○)	○	○	○	○	○
	GA-19	0.4	16.9(○)	○	○	○	○	○
	GA-20	0.4	16.7(○)	○	○	○	○	○
	GA-21	0.4	16.9(○)	○	○	○	○	○
	GA-22	0.4	16.3(△)	○	○	○	○	△
	GA-23	0.4	16.0(△)	○	○	○	○	△
	GA-24	0.4	16.1(△)	○	○	○	○	△
	GA-25	0.4	16.5(○)	○	○	○	○	○
	GA-26	0.4	16.2(△)	○	○	○	○	△
	GA-27	0.4	16.1(△)	○	○	△	○	△
	GA-28	0.4	16.0(△)	○	○	△	○	△
	GA-29	0.4	16.2(△)	○	△	○	△	△
	GA-30	0.4	16.0(△)	○	△	△	△	△
比較例	G-09	0.7	16.9(○)	×(含有Pb)	×	○	×	×
	G-10	0.7	16.4(△)	○	×	○	×	×
	無玻璃	0	14.3(×)	○	×	×	×	×

當評價表4中之「轉換效率」時，由於本實施例中半導體基板1係使用單元轉換效率低於單晶矽基板的多晶矽基板，故而作為多晶矽基板，將非常高之轉換效率之17.0%以上設為「◎」，16.5~17.0%設為「○」，16.0~16.5%設為「△」，未達16.0%設為「×」。其以外之評價以與實施例1相同之方式進行。其中，「綜合評價」中，「○」評價之中轉換效率尤其優異之太陽電池單元評價為「◎」。

根據表4之太陽電池單元之評價結果得知，作為鋁電極用玻璃組合物，以V-P-B-O系為基礎亦可含有Te、Sb、Bi、Zn中之1種以上。藉由含有該等Te、Sb、Bi、Zn中之1種以上，可提高玻璃之耐候性，提高至製作鋁電極用導電性糊為止之玻璃粒子之操作性。

太陽電池單元之綜合評價為「○」以上之玻璃組成範圍以如下之氧化物換算， V_2O_5 為40~80重量%、 P_2O_5 為10~25重量%、 B_2O_3 為5~15重量%、 TeO_2 為0~25重量%、 Sb_2O_3 為0~20重量%、 Bi_2O_3 為0~20重量%、及ZnO為0~20重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~50重量%。若自玻璃之特性進行考察，則可舉出密度為 $2.81\sim 3.25\text{ g/cm}^3$ 、軟化點為 420°C 以下、及 500°C 下之流動性為良好之V-P-B-O系低熔點玻璃較為有效。尤其良好之「◎」之綜合評價之玻璃組成範圍以如下之氧化物換算， V_2O_5 為60~80重量%、 P_2O_5 為10~20重量%、 B_2O_3 為5~10重量%、 TeO_2 為0~15重量%、 Sb_2O_3 為0~10重量%、 Bi_2O_3 為0~10重量%、及ZnO為0~10重量%，並且 P_2O_5 、

B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~40重量%。

上述組成範圍之鋁電極用玻璃組合物可促進至矽基板之鋁成分之擴散，另一方面，可抑制氧之擴散，此並不限於太陽電池單元，當然亦可有效地適用於所有使用矽基板之電子零件。又，對鋁電極尤其有效，但亦可運用於鋁電極以外者。

[實施例4]

於本實施例中，詳細地研究鋁電極中之V-P-B-O系低熔點玻璃之含量對太陽電池單元之轉換效率產生之影響。該玻璃係使用表3與表4所示之實施例3中之GA-05。GA-05之玻璃含量相對於鋁粒子100重量份，於0~5重量份之範圍內進行研究(0、0.2、0.4、0.7、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0及5.0重量份)。

與實施例3相同地改變玻璃含量而製作12種鋁電極用導電性糊。將所製作之鋁電極用導電性糊用於背面電極，以與實施例3相同之方式製作圖2、圖3、圖4A、圖4B所示之太陽電池單元，並測定單元轉換效率。圖9中揭示太陽電池單元之轉換效率與鋁電極所含之V-P-B-O系玻璃組合物之含量之間之關係。若作為背面電極之鋁電極不含有玻璃，則太陽電池單元之轉換效率明顯降低，但若僅含有0.2重量份之GA-05玻璃，則轉換效率瞬間提高。

GA-05玻璃以0.2~0.7重量份之範圍獲得17%以上之非常高之轉換效率。其以上之含量中，至2重量份為止僅減少極少之轉換效率，為16.5%以上之良好之轉換效率。但若

超過2重量份，則轉換效率明顯下降，2.5重量份以上時低於16.0%。作為如此轉換效率隨著鋁電極中之玻璃含量下降之原因，認為係由於氧於矽基板上之擴散量增加，即進行矽基板之氧化。

根據以上情況，作為太陽電池單元之背面電極而應用之鋁電極中之V-P-B-O系低熔點玻璃之含量較佳為0.2~2重量份之範圍。尤其有效為0.2~0.7重量份之範圍。此並不限於太陽電池單元，當然亦可有效地適用於所有矽基板之電子零件。又，雖然對鋁電極尤其有效，但當然亦可運用於鋁電極以外。

[實施例5]

於本實施例中，研究鋁合金電極中之V-P-B-O系低熔點玻璃之含量對該電極之比電阻產生之影響。作為鋁合金，使用Al-10重量%銀之粒子。藉由利用霧化法進行製作，並進行分級，而製成3 μm 以下之鋁合金粒子。該玻璃係使用表3與表4所示之實施例3中之GA-09。

GA-09之玻璃含量相對於鋁合金粒子100重量份，於0~25重量份之範圍內進行研究(0、0.2、2.0、5.0、10.0、15.0、20.0、及25.0重量份)。

以與實施例3相同之方式改變玻璃含量而製作8種鋁合金電極用導電性糊。其中，黏合劑樹脂係使用乙基纖維素代替硝化纖維素。溶劑為丁基卡必醇乙酸酯。將所製作之鋁合金電極用導電性糊藉由絲網印刷法塗佈於單晶矽基板上，於150℃下乾燥10分鐘。其後，放入電爐中，於大氣

中以 $10^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 之升溫速度加熱至 500°C ，保持10分鐘後爐內冷卻。鋁合金電極之膜厚約為 $20\text{ }\mu\text{m}$ 。藉由四探針法測定矽基板上形成之鋁合金電極之比電阻。

圖10中揭示鋁合金電極之比電阻與該電極所含之玻璃組合物之含量之間之關係。如圖10所示，若鋁合金電極中不含玻璃，則其比電阻顯著提高，但若僅含有0.2重量份之GA-09玻璃，則比電阻瞬間下降。以GA-05玻璃為0.2~15重量份之範圍，實現了 $10^{-5}\text{ }\Omega\text{cm}$ 級之比電阻。含量為20重量份以上時，鋁合金電極之比電阻再次變大。

由此得知，鋁合金電極僅用作配線之情形及應用於不使用矽基板之電子零件之情形時，電極中之V-P-B-O系低熔點玻璃之含量較佳為0.2~15重量份之範圍。於本實施例中，雖然研究了鋁合金電極中之V-P-B-O系低熔點玻璃，但當然亦可運用於鋁電極及其以外之電極。

[實施例6]

於本實施例中，對應用於電漿顯示面板(PDP)之電極之例進行說明。圖11係表示電漿顯示面板之一例之剖面示意圖。以下，參照圖11進行說明。

首先，對一般之電漿顯示面板進行說明。於電漿顯示面板11中，前面板12與背面板13以 $100\sim 150\text{ }\mu\text{m}$ 之間隙對向配置，各基板(前面板12與背面板13)之間隙係利用隔壁14進行維持。以密封材料15氣密地密封前面板12與背面板13之周緣部，並於面板內部填充稀有氣體。

於前面板12上形成顯示電極20，於顯示電極20上形成介

電質層23，於介電質層23上形成用於保護顯示電極20等使之不受放電影響的保護層25(例如MgO之蒸鍍膜)。又，於背面板13上形成定址電極21，於定址電極21上形成介電質層24，於介電質層24上設有用以構成單元16之隔壁14。該隔壁14係將至少含有玻璃組合物與填料之材料於500~600℃下燒結而成之構造體，通常為條狀或盒狀之構造體。又，以與前面板12之顯示電極20正交之方式形成有背面板13之定址電極21。

利用隔壁14分隔之微小空間(單元16)中填充有螢光體。單元16中之螢光體係藉由將螢光體用之糊填充於單元16並於450~500℃下煅燒而形成。由紅色螢光體17所填充之單元、綠色螢光體18所填充之單元及藍色螢光體19所填充之單元之3色之單元構成1個像素。各像素根據顯示電極20與定址電極21所發出之信號而發出各種顏色之光。

密封材料15藉由分注器法或印刷法等預先塗佈於前面板12或背面板13之任意一個周緣部上。所塗佈之密封材料15亦有與螢光體17~19之煅燒同時進行預煅燒之情況。其原因在於藉由預煅燒塗佈之密封材料，可顯著減少玻璃密封部之氣泡，獲得可靠性較高(即氣密性較高)之玻璃密封部。

前面板12與背面板13之密封係將分別製作之前面板12與背面板13準確地定位並對向配置，加熱至420~500℃。此時，一面加熱一面排出單元16內部之氣體並填充稀有氣體代替，而完成作為電子零件之電漿顯示面板。再者，密封

材料之預煅燒時及玻璃密封時，密封材料15雖然有時與顯示電極20或定址電極21直接接觸，但重要的是以電極配線材料與密封材料不發生化學反應之方式構成。

將電漿顯示面板之單元16點亮(發光)，於欲點亮之單元16之顯示電極20與定址電極21之間施加電壓而於單元16內進行定址放電，將稀有氣體激發為電漿狀態而使單元內聚集壁電荷。其次，藉由對顯示電極對施加一定電壓，僅使聚集有壁電荷之單元中引起顯示放電而產生紫外線22。接著，利用該紫外線22使螢光體17~19發光，而顯示圖像資訊。

此處，作為顯示電極20及定址電極21，考慮到良好之電性與製造中之耐氧化性，先前一直使用銀厚膜之電極配線。顯示電極20及定址電極21之形成雖然可藉由濺鍍法進行，但為了降低製造成本，印刷法較為有利。再者，介電質層23、24通常藉由印刷法形成。又，藉由印刷法而形成之顯示電極20、定址電極21、介電質層23、24，一般於氧化環境中、550~620℃之溫度範圍下煅燒。

如上所述，銀厚膜之電極配線存在銀容易引起電子遷移現象之問題，同時亦存在材料成本較高之問題。為了解決該等問題，較佳為自銀厚膜之電極配線變更為鋁厚膜或鋁合金厚膜之電極配線。然而，為了變更為鋁厚膜或鋁合金厚膜之電極配線，需要滿足電極配線之比電阻較低、電極配線與介電質層不發生化學反應、進而所形成之電極配線之附近不會產生空隙(氣泡等)而使耐電壓性下降等條件。

作為鋁電極用導電性糊所含有之金屬粒子，準備實施例5中使用之鋁合金粒子(Al-10重量%Ag)。又，實施例5中使用之V-P-B-O系低熔點玻璃GA-09之玻璃粒子於將上述鋁合金粒子設為100重量份之情形時為10重量份，於以此方式混合之粉末中進而添加、混練黏合劑樹脂與溶劑而製作鋁電極用導電性糊。此時，黏合劑樹脂係使用乙基纖維素，溶劑係使用 α -松脂醇。

製作本發明之電漿顯示面板。首先，使用上述鋁電極用導電性糊，藉由絲網印刷法塗佈於前面板12與背面板13之整個面上，於大氣中、150℃下進行乾燥。藉由光微影法去除塗佈膜之多餘部位而將電極配線圖案化，其後於大氣中以580℃煅燒10分鐘而形成顯示電極20與定址電極21。

其次，分別塗佈介電質層23、24，並於大氣中、560℃下煅燒30分鐘。將以如此方式製作之前面板12與背面板13對象配置，並將外緣部玻璃密封而製作具有如圖11所示之構造之電漿顯示面板。

對於使用本發明之鋁電極用導電性糊所形成之電極配線(顯示電極20與定址電極21)，於顯示電極20與介電質層23之界面部、定址電極21與介電質層24之界面部亦未見產生空隙，可以外觀上良好之狀態製作電漿顯示面板。

繼而，進行製作之電漿顯示面板之點亮實驗。顯示電極20及定址電極21之比電阻未增加。又，無需降低耐電壓性即可點亮面板。進而，亦未產生如銀厚膜之電極配線之電子遷移現象，此外亦未見特別產生障礙之方面。由以上情

況確認，本發明之鋁電極用導電性糊可用作電漿顯示面板之電極配線。又，由於可代替高價之銀厚膜之電極配線，故而亦可對降低成本做出較大貢獻。

[實施例7]

於本實施例中，對作為本發明之電子零件而應用於多層配線基板之電極之例進行說明。圖12係表示LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics，低溫共燒陶瓷)之多層配線基板(5層)於煅燒前之構造例之剖面示意圖。如圖12所示，多層配線基板30係立體地形成配線(配線用導電性糊31)之配線基板。以下，參照圖12進行說明。

多層配線基板之製造通常以如下順序進行。首先，準備含有玻璃粉末、陶瓷粉末及黏合劑之生胚片材32，於所需位置上開貫通孔33。對開有貫通孔33之生胚片材32，將配線用導電性糊31以印刷法塗佈於所需之配線圖案上，同時亦填充貫通孔33。視需要亦可將配線用導電性糊31藉由印刷法塗佈於生胚片材32之背面。塗佈於生胚片材32之背面之情形時，係將塗佈於表面之配線用導電性糊31乾燥後再塗佈背面。

藉由使形成有特定之配線圖案之複數個生胚片材32積層，並一體地煅燒而製造LTCC之多層配線基板。再者，作為煅燒條件，一般為大氣中、900℃左右之溫度。又，作為配線用導電性糊，考慮到良好之電性與製造中之耐氧化性，通常使用銀之導電性糊。

亦進行有對電子遷移現象之對策有利並且使用低價之銅

之導電性糊之研究。然而，由於目的在於防止銅粒子氧化而於氮氣環境中煅燒，故而無法順利地將導電性糊31及生胚片材32中之黏合劑煅燒去除(脫黏合劑)，難以獲得緻密之多層配線基板。

又，使用銅之先前之導電性糊存在如下問題：於煅燒中生胚片材32與導電性糊31接觸之部分，玻璃相易軟化、流動而使銅粒子氧化，導致電極配線之比電阻增大。進而，存在與玻璃相之化學反應而導致該界面部產生空隙之情況。

製作本發明之多層配線基板。作為配線用導電性糊31，使用實施例6中研究之鋁電極用導電性糊，以與上述相同之順序形成如圖12所示之多層配線之積層體，並於大氣中、900℃下煅燒30分鐘。

測定所製作之多層配線基板中之電極配線之比電阻，結果獲得正如設計之值。其次，對所製作之多層配線基板進行剖面觀察。其結果為，所製作之多層配線基板獲得充分緻密地煅燒。因此，可認為比電阻亦為良好之正如設計之值。認為其原因在於：於升降過程中大致完全地完成脫黏合劑。又，確認並未產生由玻璃相與電極配線之化學反應引起之界面附近之空隙。由以上情況確認，本發明之鋁電極用導電性糊可用作多層配線基板之電極配線。又，由於可代替高價之銀厚膜之電極配線，故而亦可對降低成本做出較大貢獻。

【圖式簡單說明】

圖1係玻璃組合物之藉由差熱分析(DTA)所獲得之代表性DTA曲線。

圖2係表示代表性太陽電池單元之光接收面之一例的平面示意圖。

圖3係表示代表性太陽電池單元之背面之一例的平面示意圖。

圖4A係圖2中之A-A'線之剖面示意圖。

圖4B係圖2中之A-A'線之背面附近之放大剖面示意圖。

圖5係代表性太陽電池單元之背面附近之剖面SEM觀察照片。

圖6係表示玻璃組合物之軟化點與矽基板中之鋁濃度之關係的圖表。

圖7係表示玻璃組合物之軟化點與矽基板中之氧濃度之關係的圖表。

圖8係表示玻璃構造中之 P_2O_5 與 B_2O_3 之狀態的示意圖。

圖9係表示太陽電池單元之轉換效率與背面鋁電極所含有之玻璃組合物之含量之間之關係的圖表。

圖10係表示鋁合金電極之比電阻與該電極所含有之玻璃組合物之含量之間之關係的圖表。

圖11係表示代表性電漿顯示面板之一例的剖面示意圖。

圖12係表示LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics, 低溫共燒陶瓷)之多層配線基板(5層)之構造例的剖面示意圖。

【主要元件符號說明】

- 1 p型半導體基板
- 2 n型半導體層
- 3 抗反射層
- 4 光接收面電極
- 5 背面電極
- 6 輸出電極
- 7 BSF層
- 8 合金層
- 10 太陽電池單元
- 11 電漿顯示面板
- 12 前面板
- 13 背面板
- 14 隔壁
- 15 密封材料
- 16 單元
- 17 紅色螢光體
- 18 綠色螢光體
- 19 藍色螢光體
- 20 顯示電極
- 21 定址電極
- 22 紫外線
- 23 介電質層
- 24 介電質層
- 25 保護層

- 30 多層配線基板
- 31 配線用導電性糊
- 32 生胚片材
- 33 貫通孔

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101112860

※申請日：

101.4.11

※IPC 分類：H01B/16 (2006.01)

Co3C 8/02 (2006.01)

Co3C 8/08 (2006.01)

Co3C 8/04 (2006.01)

H01L31/0224 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電子零件、適用於其之鋁電極用導電性糊、及鋁電極用玻璃組合物

二、中文發明摘要：

本發明提供一種可實現使用矽基板之太陽電池單元等電子零件之高性能化與高可靠化之鋁電極用導電性糊及其中所含有之玻璃組合物、以及利用該等而提高性能與可靠性之電子零件。由於藉由使鋁電極中含有V-P-B-O系低熔點玻璃，可增加鋁於矽基板上之擴散量，另一方面可減少氧擴散量，故而可使電子零件高性能化。又，由於該玻璃與鋁具有良好之濕潤性、反應性，故而可提高電極之可靠性。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(4B)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|---|---------|
| 1 | p型半導體基板 |
| 5 | 背面電極 |
| 7 | BSF層 |
| 8 | 合金層 |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

七、申請專利範圍：

103年2月27日修正本

P1~4

1. 一種電子零件，其特徵在於：其係於矽基板上形成具有金屬粒子與玻璃相之電極者，並且該玻璃相為含有釩、磷及硼之氧化物玻璃，其中上述玻璃相以後述氧化物換算，含有 V_2O_5 60~80 重量%、 P_2O_5 10~25 重量%、 B_2O_3 5~15 重量%，且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，上述玻璃相不含氧化銀。
2. 如請求項 1 之電子零件，其中上述玻璃相以後述氧化物換算， V_2O_5 為 70~80 重量%、 P_2O_5 為 10~20 重量%、 B_2O_3 為 5~10 重量%。
3. 如請求項 1 之電子零件，其中上述玻璃相進而含有碲、銻、鉍及鋅中之 1 種以上。
4. 如請求項 3 之電子零件，其中上述玻璃相以後述氧化物換算， TeO_2 為 0~25 重量%、 Sb_2O_3 為 0~20 重量%、 Bi_2O_3 為 0~20 重量%、及 ZnO 為 0~20 重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為玻璃相之 20~50%。
5. 如請求項 3 之電子零件，其中上述玻璃相以後述氧化物換算， P_2O_5 為 10~20 重量%、 B_2O_3 為 5~10 重量%、 TeO_2 為 0~15 重量%、 Sb_2O_3 為 0~10 重量%、 Bi_2O_3 為 0~10 重量%、及 ZnO 為 0~10 重量%，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為玻璃相之 20~40 重量%。
6. 如請求項 1 至 5 中任一項之電子零件，其中相對於上述金屬粒子 100 重量份，上述玻璃相之含有比例為 0.2~2 重量份。

7. 如請求項1至5中任一項之電子零件，其中上述金屬粒子為鋁或鋁合金，且上述矽基板具有p型半導體，該p型半導體上形成有上述電極。
8. 如請求項1至5中任一項之電子零件，其係上述矽基板具有pn接面之太陽電池單元。
9. 如請求項1至5中任一項之電子零件，其中上述鋁電極用玻璃組合物之鉛之含量為1000 ppm以下。
10. 一種鋁電極用導電性糊，其特徵在於：其係將包含鋁或鋁合金之金屬粒子與玻璃粒子分散於溶解有黏合劑樹脂之溶劑中而成者，並且該玻璃粒子為含有釩、磷及硼之氧化物玻璃，其中上述玻璃粒子以後述氧化物換算，含有 V_2O_5 60~80重量%、 P_2O_5 10~25重量%、 B_2O_3 5~15重量%，且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，上述玻璃粒子不含氧化銀。
11. 如請求項10之鋁電極用導電性糊，其中上述玻璃粒子以後述氧化物換算，含有 V_2O_5 70~80重量%、 P_2O_5 10~20重量%、 B_2O_3 5~10重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量。
12. 如請求項10之鋁電極用導電性糊，其中上述玻璃粒子進而含有碲、銻、鉍及鋅中之1種以上。
13. 如請求項12之鋁電極用導電性糊，其中上述玻璃粒子以後述氧化物換算， TeO_2 為0~25重量%、 Sb_2O_3 為0~20重量%、 Bi_2O_3 為0~20重量%、及 ZnO 為0~20重量%，並且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為玻璃相之20~50重量%。
14. 如請求項12之鋁電極用導電性糊，其中上述玻璃粒子以

後述氧化物換算， P_2O_5 為10~20重量%、 B_2O_3 為5~10重量%、 TeO_2 為0~15重量%、 Sb_2O_3 為0~10重量%、 Bi_2O_3 為0~10重量%、及 ZnO 為0~10重量%，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~40重量%。

15. 如請求項10至14中任一項之鋁電極用導電性糊，其中相對於上述金屬粒子100重量份，上述玻璃粒子之含有比例為0.2~15重量份。
16. 如請求項10至14中任一項之鋁電極用導電性糊，其中相對於上述金屬粒子100重量份，上述玻璃粒子之含有比例為0.2~2重量份。
17. 如請求項10至14中任一項之鋁電極用導電性糊，其中上述鋁電極用玻璃組合物之鉛之含量為1000 ppm以下。
18. 一種鋁電極用玻璃組合物，其特徵在於：其係含有鋁或鋁合金粉末之鋁電極所含有之玻璃組合物，並且該玻璃組合物為含有鈮、磷及硼，進而含有碲、銻、鉍及鋅中之1種以上之氧化物玻璃，軟化點為420°C以下，於500°C下流動，其中上述玻璃組合物以後述氧化物換算，含有 V_2O_5 60~80重量%、 P_2O_5 10~25重量%、 B_2O_3 5~15重量%，且 P_2O_5 量高於 B_2O_3 量，上述玻璃組合物不含氧化銀。
19. 如請求項18之鋁電極用玻璃組合物，其以氧化物換算， TeO_2 為0~25重量%、 Sb_2O_3 為0~20重量%、 Bi_2O_3 為0~20重量%、及 ZnO 為0~20重量%，且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~50重量%。

20. 如請求項18之鋁電極用玻璃組合物，其以後述氧化物換算， P_2O_5 為10~20重量%、 B_2O_3 為5~10重量%、 TeO_2 為0~15重量%、 Sb_2O_3 為0~10重量%、 Bi_2O_3 為0~10重量%、及 ZnO 為0~10重量%，並且 P_2O_5 、 B_2O_3 及 TeO_2 之合計量為20~40重量%。
21. 如請求項18至20中任一項之鋁電極用玻璃組合物，其中上述鋁電極用玻璃組合物之鉛之含量為1000 ppm以下。