



大氣壓電漿於 金屬表面還原之應用

Reduction of Metal Surface by Using Atmospheric Pressure Plasma

翁志強

工研院機械所
先進製造核心技術組
電漿應用技術部

徐瑞美

工研院機械所
先進製造核心技術組
電漿應用技術部
經理

關鍵詞(Keywords)

- 大氣壓電漿 atmospheric pressure plasma
- 金屬氧化物還原 metal oxide reduction
- 封裝製程 packaging processes

摘要(Abstract)

銅的導熱和導電性佳，為一個電路製作的重要材料，已被廣泛的應用在電子元件中。然而，銅容易於空氣中氧化，形成金屬氧化物，而造成其電性以及機械性質的退化；此外，氧化物的形成，也會造成銅與其他材料的鍵結力下降，導致在封裝製程中產品可靠度的下降。因此，金屬氧化物的去除，成為一個熱門的研究課題。在此篇

文章中，將介紹工研院所開發的大氣壓電漿還原系統以及其應用的實例。

Copper due to its good thermal and electrical properties has been one of the most important circuit materials and it has been widely used in electronic devices. However, the surface of copper is easily oxidized in ambient environment to form copper oxide, causing the deterioration of electrical and mechanical properties. In addition, the oxide layers affect the bonding force between copper and other materials, leading decay of product reliability in the packaging process. Therefore, how to remove the metal oxides becomes an important topic. In this report, a brief introduction of the atmospheric pressure reduction system developed by ITRI and several applications using this system will be described.



1. 前言

在金屬冶金的製程，溫度為進行反應的必要條件之一，以傳統的鐵冶煉過程中，要獲得金屬鐵，就得從自然界中常見的赤鐵礦(Fe_2O_3)、磁鐵礦(Fe_3O_4)中以活性較大的物質反應產生還原效果而取的金屬鐵。常見的反應物質，就是藉由燃燒焦炭在高溫缺氧環境下反應形成的 CO 作為還原劑，使氧化鐵還原。 $\text{Fe}_2\text{O}_3+3\text{CO}\rightarrow 3\text{CO}_2+2\text{Fe}$ 。以此方法或的鐵，其含碳量可能過高而需要再經過去除 C 的動作，才可獲得鋼。因此，在傳統的冶煉製程中，多重的手續是必要的。由傳統的冶煉製程來看，高溫以及還原物是將氧去除的必要元素。而熱電漿具備的高溫，再加上處理氣氛的控制，便成爲一種新的金屬還原方式[1]。

電漿，常稱爲物質的“第四態”，是氣體部分離子化，電漿中包含了帶電的粒子如離子、電子以及中性的物種如自由基、亞穩態、以及氣體分子等。通常，電漿可依據電子、離子以及氣體的溫度，定義成熱電漿以及非熱電漿兩類。熱電漿是離子化程度較高的電漿，其電子溫度與離子以及中性氣體分子的溫度相同；而非熱電漿(又稱爲冷電漿)，電子溫度遠高於離子或氣體的溫度。

利用熱電漿來還原金屬，其主要還原的過程爲電漿使金屬氧化物分別解離爲金屬原子以及氧原子，而後氧原子與還原氣體反應去除後，就可得到金屬的原子。在此反應中，常用的還原氣體爲 H_2 。反應方程式爲 $\text{Fe}_2\text{O}_3+3\text{H}_2\rightarrow\text{Fe}+3\text{H}_2\text{O}$ 。基本上，單一步驟就可有效率的獲得金屬鐵，而且，其反應的副產物爲 H_2O ，對於環境的衝擊相對也小，因此也成爲金屬冶金的選項之一。除了鐵之

外，其餘的金屬氧化物，如氧化鋁、氧化鎢、氧化鉬或者金屬的鹵化物等，均有文獻使用熱電漿進行還原的處理[1]。然而，若高熱爲必要的條件，那電漿的應用就僅止於金屬的冶金。因此，在電漿處理的應用上，也朝向低溫的冷電漿還原系統發展[2]。此系統的優勢，即在於可在相對低溫(與熱電漿相比，冷電漿雖電子溫度仍有上千度，但電漿整體溫度可控制於室溫至數百度)的情形下，藉由電漿產生具有高反應性的氫原子、激發態的氫分子或者氫的活性反應物種，而與表面的氧反應脫離金屬表面而產生還原的效果。

在目前的電子元件中，銅因爲其價格便宜、良好的導熱導電特性而作爲導電層、導電線路、接點等用途。然而，銅暴露在環境中，易與空氣中的氧氣或水氣反應形成氧化亞銅(Cu_2O ，溫度 $<200^\circ\text{C}$ 時產生)或氧化銅(CuO ，溫度 $>200^\circ\text{C}$ 時產生)， Cu_xO 厚度隨溫度及壓力變化， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 CuCO_3 等氧化物也可能因空氣中的 CO_2 以及水氣的化學吸附作用，產生於 Cu_2O 或 CuO 表面[3]，導致導電、機械性質的劣化以及錫焊的假焊、空焊等。由於電子元件單元的尺寸越來越小，連接兩單元的接觸點或面，成爲影響電性以及元件可靠的重要因素。因此元件暴露於空氣中或製程中而形成的有機污染物、油脂以及金屬氧化物，對於產品的可靠度有實質的影響，須設法移除。M. R. Baklanov 等人以真空電漿系統產生氫氣電漿，配合基板加溫的情形下，可使氧化銅還原成銅[4]，而 T. Usui 等人則採用 NH_3 、 H_2 電漿去除銅的氧化層，其證實還原處理可提升電子的遷移率以及銅與介電擴散阻障層之間的附著力[5]。在封裝製程中，包含固晶、打線製程，均必須要有一潔淨的

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】377期・103年9月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw