

113 部分安定化ジルコニアと各種金属の電圧印加接合

大阪大学大学院
大阪大学溶接工学研究所

//

○ 佐野 三郎
大森 明
荒田 吉明

1. 摘 要

電圧印加接合法は、電圧印加によるイオン電導性固体中のイオン移動を利用して、セラミックスと金属とを直接接合する方法であり、 Na^+ イオン電導体であるガラス、 β -アルミナと金属との接合に利用されている。本報告では、この方法を O^{2-} イオン電導体である部分安定化ジルコニア (PSZ) と各種金属との接合に適用し、電圧印加によるPSZ自身の変化、PSZと金属の接合界面での現象などについて検討した結果について述べる。

2. 実験方法および供試材

セラミックスは、安定化材としてイットリアを含むPSZ (Z201:京セラ製) を用いた。金属として、Cu、Ni、Fe、Co、Alなどを用いた。

図1に示したように、PSZの両端にエメリー紙の1500番まで研磨した金属を接合させた試験片を、図2に示した装置中に設置する。この試験片を、真空中 ($7 \times 10^{-3} \text{ Pa}$)、 50 deg/min の昇温速度で加熱し、所定の温度に到達した後、所定の条件で直流電圧を印加した。電圧印加後のPSZ自身の変化および、金属との接合界面での現象について、光学顕微鏡、SEMによる観察、EDXによる元素分析、X線回折などにより検討した。

3. 実験結果および考察

図3に示すように、PSZは電圧印加により黒色に変化するのが認められた。この黒化は、カソード側界面から始まり、アノード側に向かって進行するのが認められた。図4に示すように、PSZの黒化した部分ではビッカース硬さの低下が認められ、X線回折結果により単斜晶ジルコニアの増加が認められている。また、黒化したPSZの電気伝導度が大きく増加する現象が認められた。図5にCu/PSZ/Cuの組合せで、1073

Kで電圧印加によりPSZを黒化させた後、1173Kからの降温過程で測定した電気伝導度の温度変化を示す。この図から、電気伝導度は温度の低下と共に低下しているのが認められる。

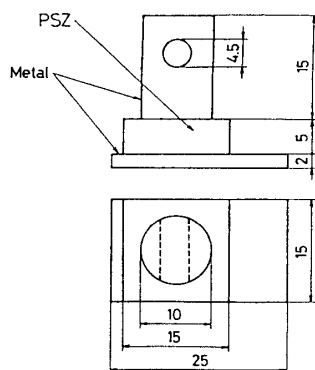


図1 試片形状

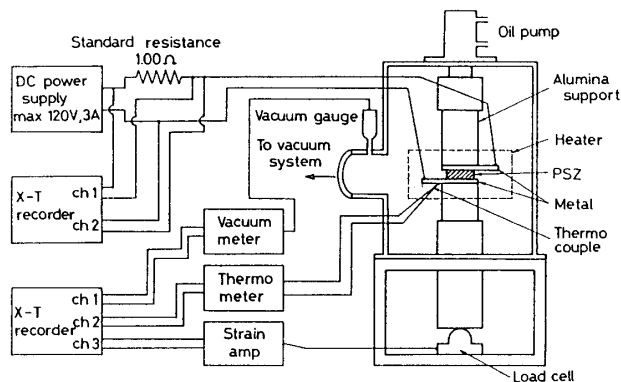


図2 実験装置

電圧印加により、PSZ中の O^{2-} -イオンはカソード側からアノード側に向かって移動する。その結果、アノード側では金属が酸化されているのが認められ、例えば金属としてCuを用いた場合には Cu_2O の形成が、Niを用いた場合には NiO の形成が認められた。カソード側界面では図6に示すように、明瞭な層の形成が認められ、EDXによる分析結果から、この層は主としてNiとZrから成り、少量の酸素も含んでいる。このようなカソード側での層の形成は、Cu、Ni、Co、Alとの接合では認められるが、Feとの接合温度1073Kまでの接合においては認められなかった。アノード側の酸化物層は脆く、接合強度が低いのに対し、カソード側では強固な接合が得られた。図7に、接合温度を変化させてPSZとNiを接合した場合の接合強度の測定結果を示す。この図から、電圧印加により接合強度が大きくなり、より低温での接合が可能なが認められる。

以上の結果から、電圧印加によりPSZ自身は黒化し、ビッカース硬さが減少し、電気伝導度が大きく増加する。金属-PSZ-金属に電圧印加した場合、PSZ中の O^{2-} -イオンの移動によりアノード側では酸化物を形成し、カソード側では主として金属とZrから成る層を形成し、接合が生じる。電圧印加により、低温で強固な接合がカソード側で得られた。この、カソード側で形成されるZr-金属層により、より低温での強固な接合が可能である。

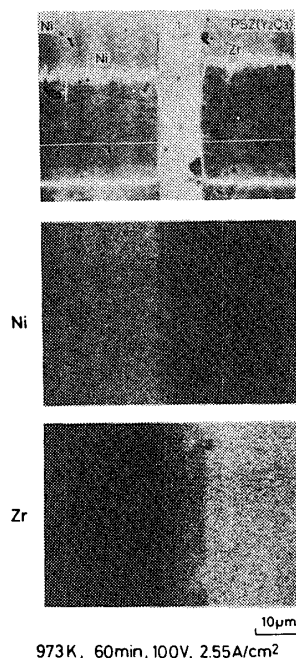


図6 接合界面部（カソード側）のSEM写真および元素分析結果

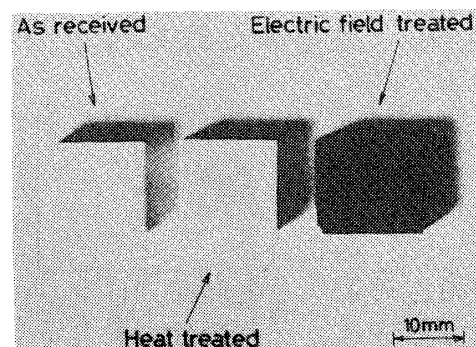


図3 電圧印加により黒化したPSZの外観

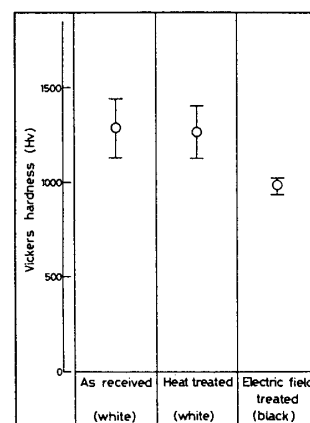


図4 電圧印加によるPSZのビッカース硬さ変化

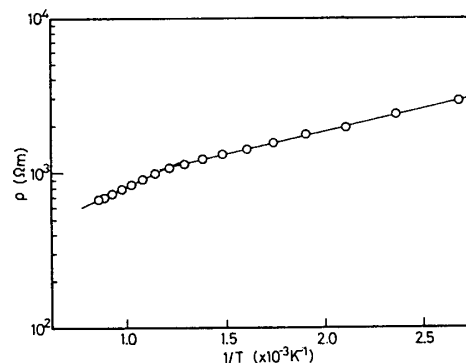


図5 黒化したPSZの電気伝導度の温度変化

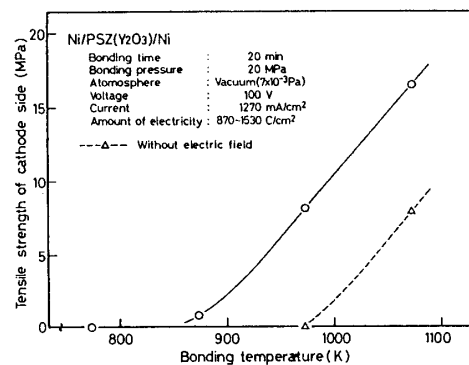


図7 接合強度におよぼす接合温度の影響