

(818) 金属 / 非晶質 SiO₂ 接合界面の拡散現象

東京工業大学

要田康正*、永田和宏、後藤和弘

*現ジューゼル機器㈱

1、緒言：金属と金属酸化物の接合は様々な工業製品の中に見られる。たとえば超LSIに使われているMOS型トランジスタでは電極材料の金属/非晶質SiO₂/Si半導体が接合されている。これらの接合では金属と結晶質の金属酸化物の接合が研究されている。金属と金属酸化物が接合する際には一方あるいは両者が互いに拡散するか、中間層を形成する。その場合、金属と金属酸化物、金属と中間化合物、中間化合物と金属酸化物の間に大きな相互固溶度があれば接合界面での格子の整合性も良くなり結合強度も大きくなるであろう。相互固溶度の大きさは状態図を調べると分る。たとえばNiO、CoO、FeO、Cu₂Oと結晶質のSiO₂は空気中では相互固溶度はほとんどない。しかし、本研究で報告するように非晶質SiO₂とNi、Fe、Co、Cuは高温で加熱すると接合する。本研究ではその機構を調べるため界面近傍の金属元素の濃度分布を調べた。

2、実験方法：Ni、Fe、Co、Cuの1~2mmの厚さの金属板とH₂Oを含まない非晶質SiO₂(a-SiO₂)ブロックを表面を良く研磨して平面とした後、張合わせアルミナ製のホルダーに固定して電気炉に入れた。1173~1723Kの温度範囲で、雰囲気純酸素、空気、窒素あるいは(P_{O2}=100Pa)に換えて反応させた。2~336時間反応させた後ホルダーを炉から取り出し空気中で冷却した。試料は断面を切出してEPMAで濃度分布を測定した。

3、結果：(1)Ni/a-SiO₂：状態図では2NiO·SiO₂の化合物があるが、図1に示すように界面には化合物の存在を示す濃度変化は見られなかった。a-SiO₂側にNiOの拡散による濃度分布があった。この拡散は高温で酸素分圧が大きいほど速い。一方、NiO/結晶SiO₂では界面に2NiO·SiO₂の化合物が生成した。(2)Co/a-SiO₂：図2に示すように、Co側からCoO、2CoO·SiO₂の化合物が生成し、a-SiO₂にはCoOが拡散していた。(3)Fe/a-SiO₂：Fe側からFeO、2FeO·SiO₂の化合物が生成し、a-SiO₂中にFeOが拡散しているがCoの場合より拡散は遅い。(4)Cu/a-SiO₂：Cu側にCu₂Oができたが、a-SiO₂への拡散は非常に小さかった。

4、考察：非晶質SiO₂に拡散するのはa-SiO₂では原子欠陥の多い構造になっているためであると推定した。拡散の濃度分布から得られる相互拡散係数は約10⁻¹⁷m²/sで組成依存性は小さい。また、a-SiO₂中のNiの拡散係数がおおよそP_{O2}^{1/4}にしたがって増加しているのでNiの原子欠陥は+2価の空格子であろう。

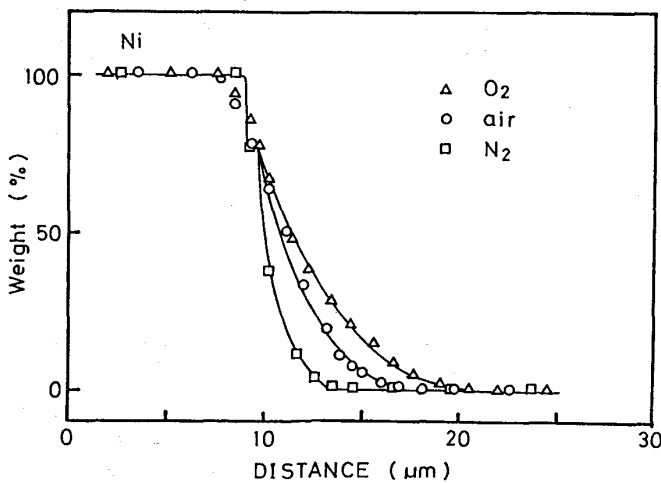


Fig.1 Concentration profiles of Ni in Ni/a-SiO₂ after 168hrs. at 1673K in different gases.

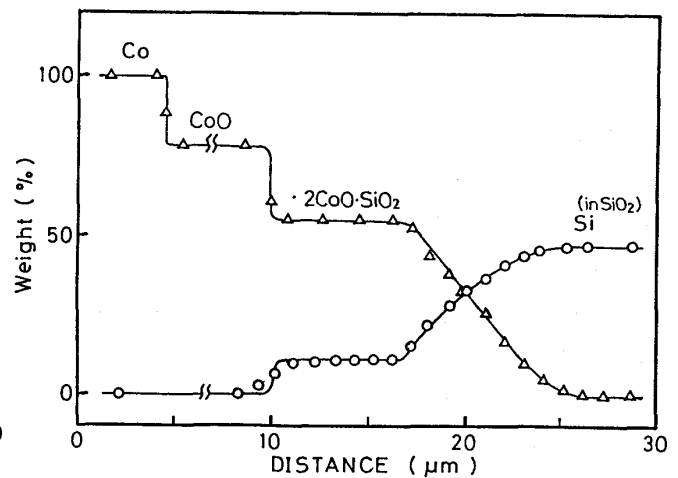


Fig.2 Concentration profiles of Co and Si in Co/a-SiO₂ after 120hrs. at 1723K in air.