

二酸化バナジウム (VO₂) を用いた自動調光中間膜に関する研究 —課題と改善対策—

Studies on the VO₂-based Self-dimming Interlayer Film —Issues and Improvement Approaches—

積水化学工業(株) ○孫 仁徳, 永谷 直之, 大鷲 圭吾, 野里 省二, 中壽賀 章
Sekisui Chemical Co., Ltd., ○R. D. Sun, N. Nagatani, K. Oowashi, S. Nozato, A. Nakasuga
E-mail: son003@sekisui.com

二酸化バナジウム (VO₂) は室温付近の温度で可逆的な相転移を示し、この相転移に伴い抵抗率や赤外線領域での反射率が大きく変化する。そのため、VO₂はスイッチング材料、熱センサーまたはサーモクロミック (TC) 材料として注目されている。例えば、そのTC特性を利用して、冬は熱線を透過し、夏は熱線を遮断する“自動調光材料”が提案されている[1]。このような自動調光材料は、自動車や建築物の窓へ適用した場合に、車内または室内の温度が自動的に調節され、冷暖房効率を改善する効果が期待される。本検討では、VO₂を自動調光中間膜への適用性について検討し、その課題を整理すると共に、改善対策について我々の検討を中心に報告する。

タングステン(W)ドーパしたVO₂ナノ粒子(相転移温度~35°C)をポリビニルブチラール(PVB)を主成分とした中間膜に分散し、相転移温度前後における膜の可視-赤外領域での透過率をそれぞれ測定し、その透過率の差(ΔT)をTC性の指標として評価した。様々な条件を検討した結果、VO₂を中間膜へ適用するためには、下記二つの課題を解決しなければならないことが分かった。

1) 透明性とTC性との両立

自動車や建築物の窓ガラスへ応用する場合に、可視光領域での透明性が重要な指標である。高透明性を維持するためには、より小粒径のVO₂粒子が好ましいが、その場合にTC性が逆に低下する課題がある。つまり、透明性とTC性が相反する関係にある。粒径が小さくなるとそのTC性が低下する主な原因は、その結晶性が低下するためである。VO₂粒子のTC性はその結晶性とほぼ比例することが知られている。一方、VO₂ナノ粒子は水熱法等の方法で合成されることが多いが、合成直後の粒子の結晶性が低く、結晶性を向上させるためには高温での焼成が必要になる。しかし、高温焼成するとナノ粒子が焼結し粗大化するという課題がある。我々は、独自のアモルファスカarbon(α-C)被覆法を開発し、それをVO₂ナノ粒子へ適用したところ、α-Cで被覆したVO₂粒子は高温焼成においても焼結が起らず、ナノサイズに維持したまま高結晶化できることを確認した(図1)。つまり、α-C被覆が透明性とTC性を両立させるための有力な解決策であることが示唆された。

2) 長期耐久性

もう一つ大きい課題はその低い耐久性である。VO₂含有中間膜は空気中で放置するだけでも経時による劣化し、促進耐候性試験では僅か24時間でTC性がほぼ無くなり、劣化が非常に速いことが分かった。劣化の主な原因は、中間膜におけるVO₂粒子の酸化または還元によることが機構解析から明らかになった。また、上記α-C被覆は、VO₂粒子を酸化性または還元性成分との接触から遮断し、劣化抑制効果を示すことも確認された。

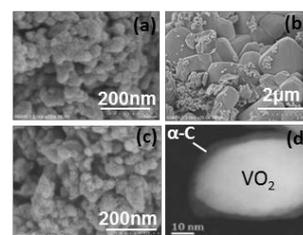


図1. VO₂粒子のSEM (a-c) 及びTEM写真。
(a) 未被覆; (b) 未被覆粒子を800°Cで焼成後;
(c) α-Cで被覆した粒子を800°Cで焼成後;
(d) 被覆した粒子のTEM写真。

「参考文献」

1. 金平 実、機能性ガラス・ナノガラスの最新技術、P.304-322 (2006)。