

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICHE
CORSO DI LAUREA IN SCIENZA DEI MATERIALI

TESI DI LAUREA

Materiali Intelligenti e Finestre Intelligenti un approccio complementare al risparmio energetico

Relatore: Prof. A. Glisenti

Laureando: Bartu Yorur

Matricola: 1226247

Anno accademico: 2023/2024

Materiali Intelligenti e Finestre Intelligenti

un approccio complementare al
risparmio energetico

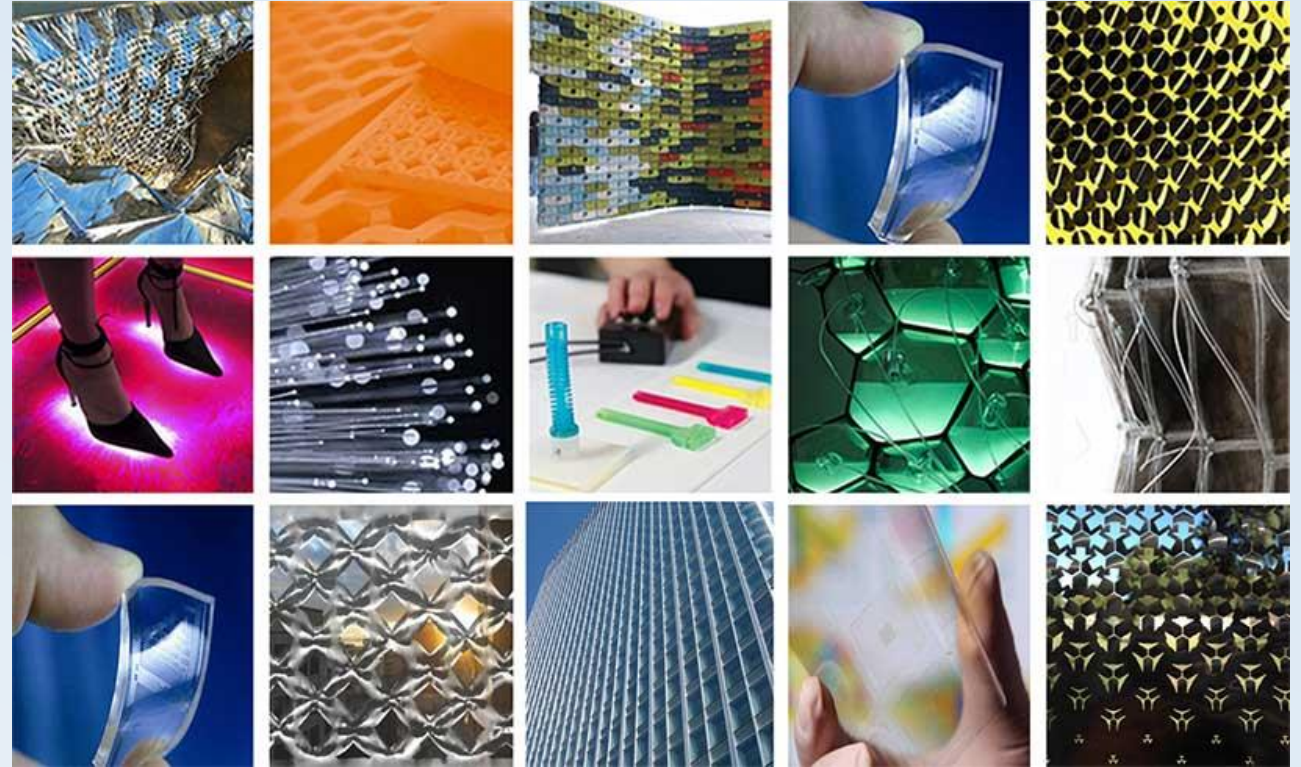
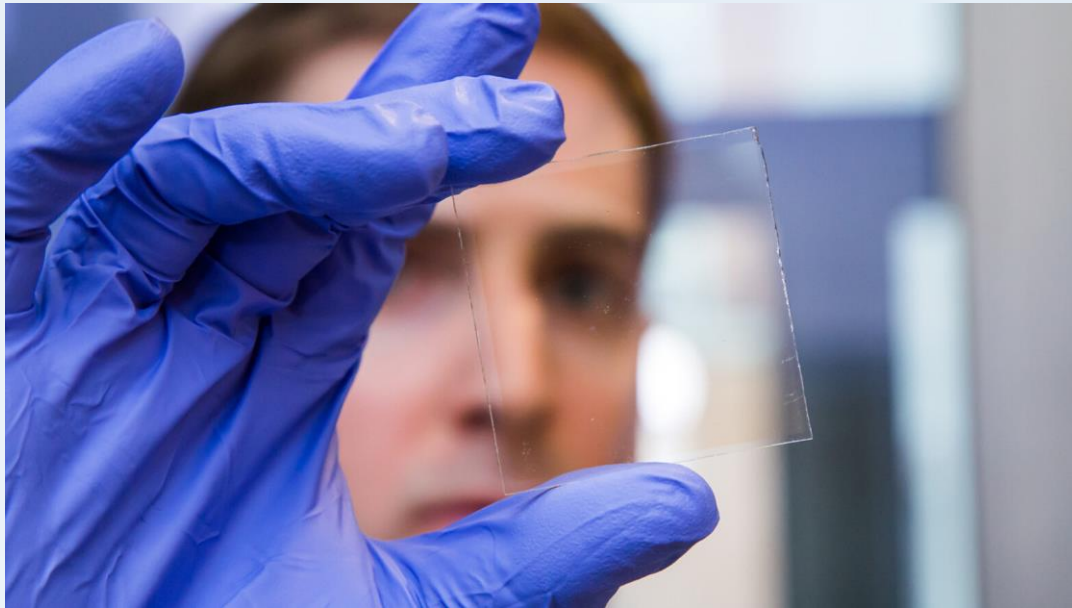


Indice

- Introduzione e concetti fondamentali
- Finestre Intelligenti, definizione e tipologia
- Focus sui vetri termocromatici
- Analisi del Biossido di Vanadio (VO_2)
- Breve analisi dei risultati
- Bibliografia



Cosa sono i **Materiali Intelligenti** ?



I vetri cromogenici sono la tecnologia alla base delle **finestre intelligenti**

I tre principali tipi di finestre intelligenti sono :

Elettrocromiche

Termocromiche

Fotocromiche

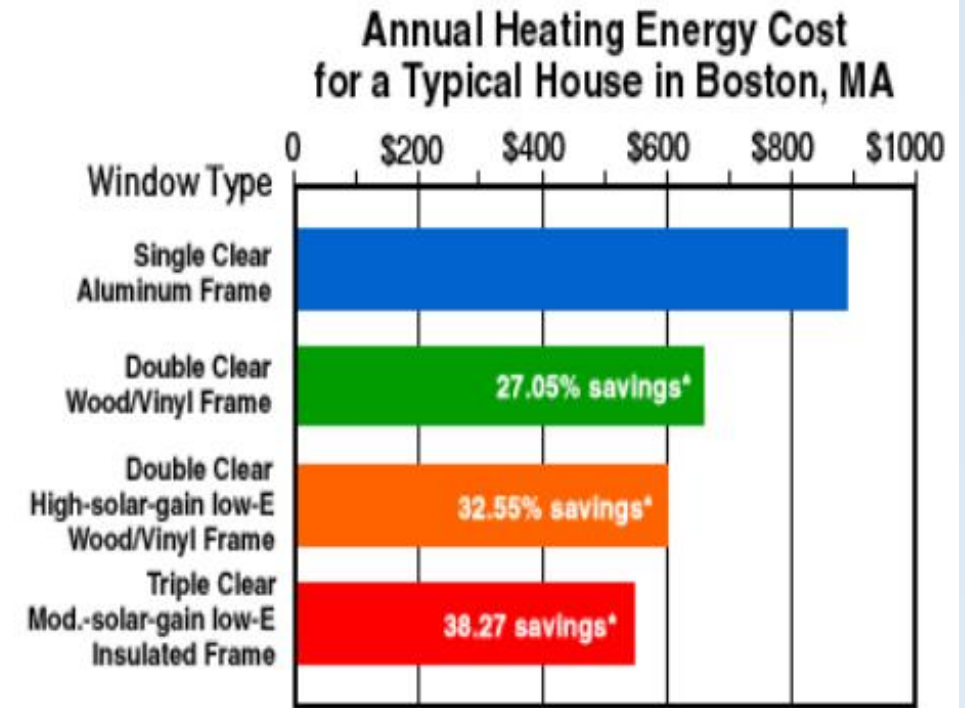
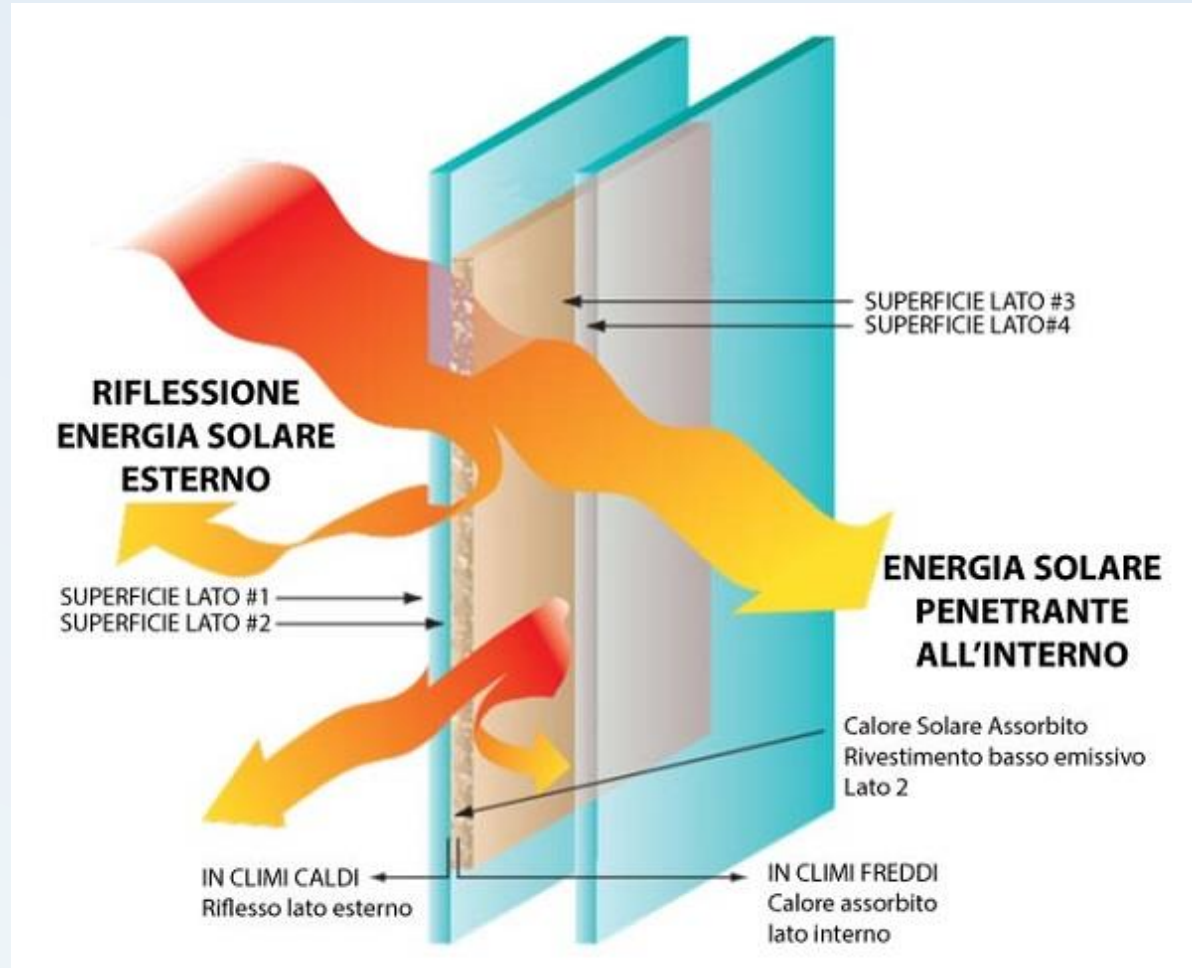


Perché utilizzarle ?

Le finestre Termocromiche:

In Estate = minore temperatura

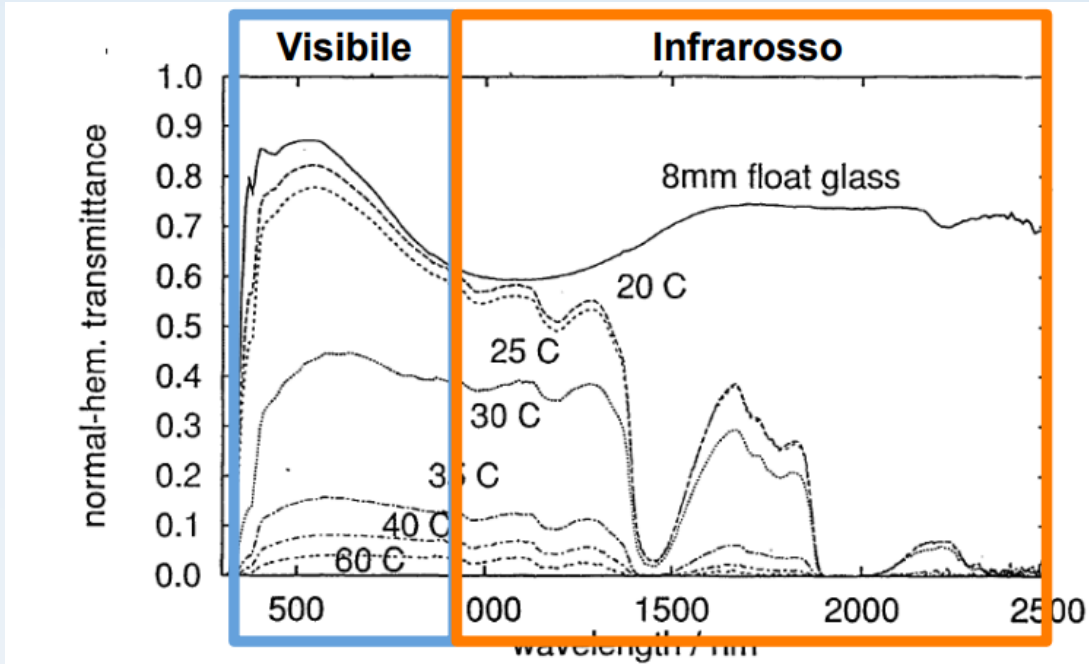
In Inverno = maggiore temperatura



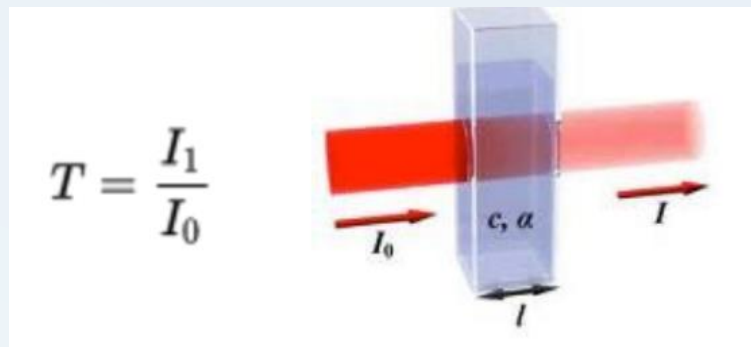
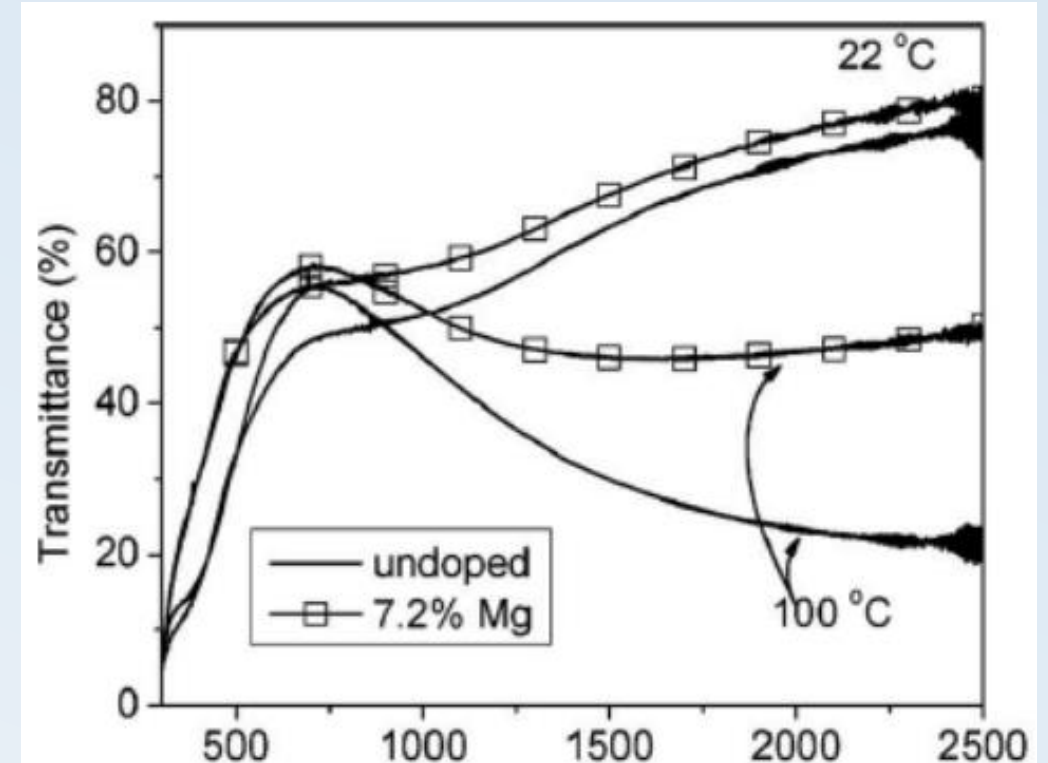
*Compared to the same 2000 sq. ft. house with clear single glazing in an aluminum frame.

Si possono ottenere enormi benefici **passivamente**, senza bisogno di altri sistemi esterni.

La temperatura influisce notevolmente sulle prestazioni del materiale ottico

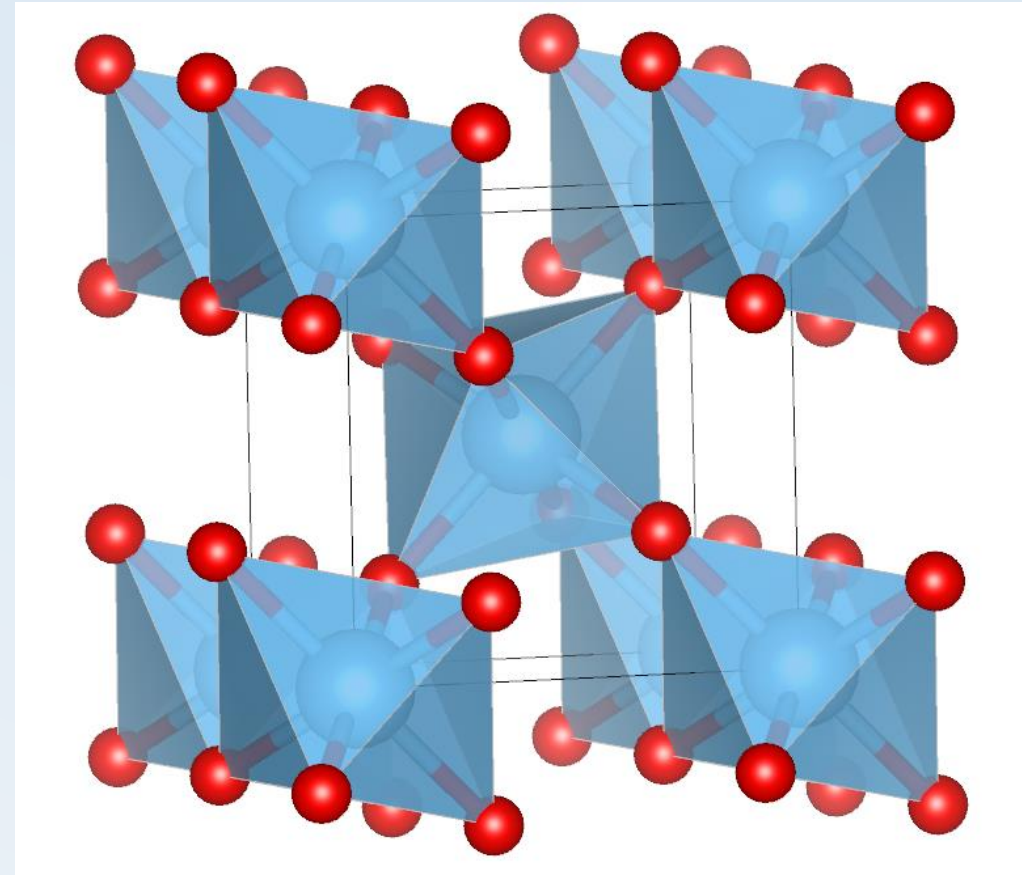
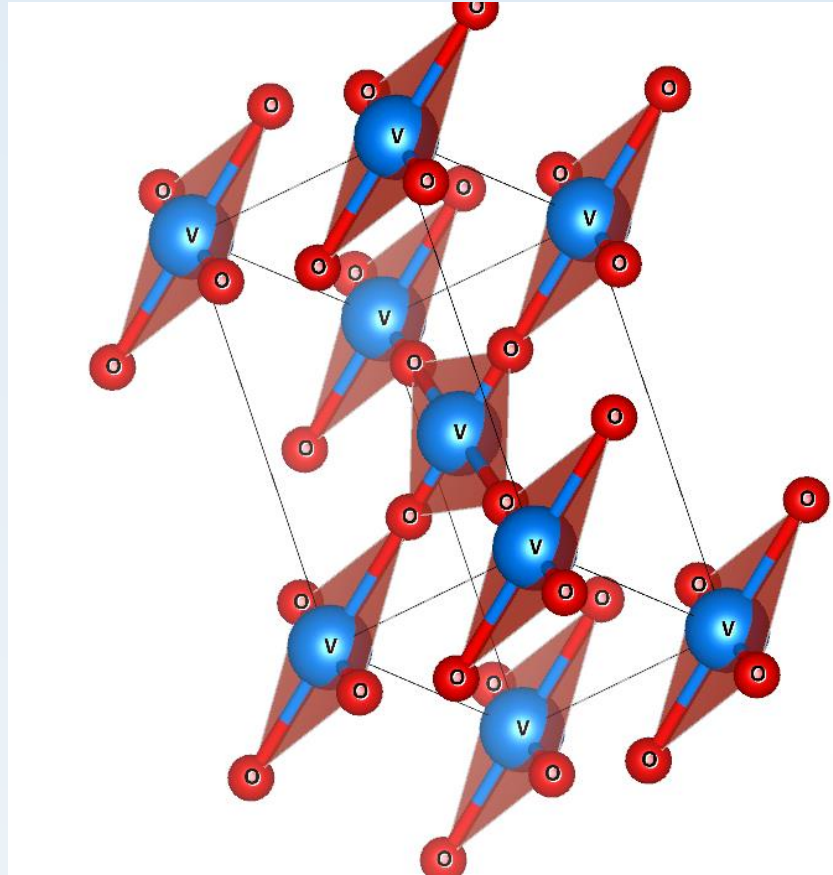


La temperatura a cui la trasmittanza cambia può essere modificata



Osserviamo ora in dettaglio il **Biossido di Vanadio** (VO_2)

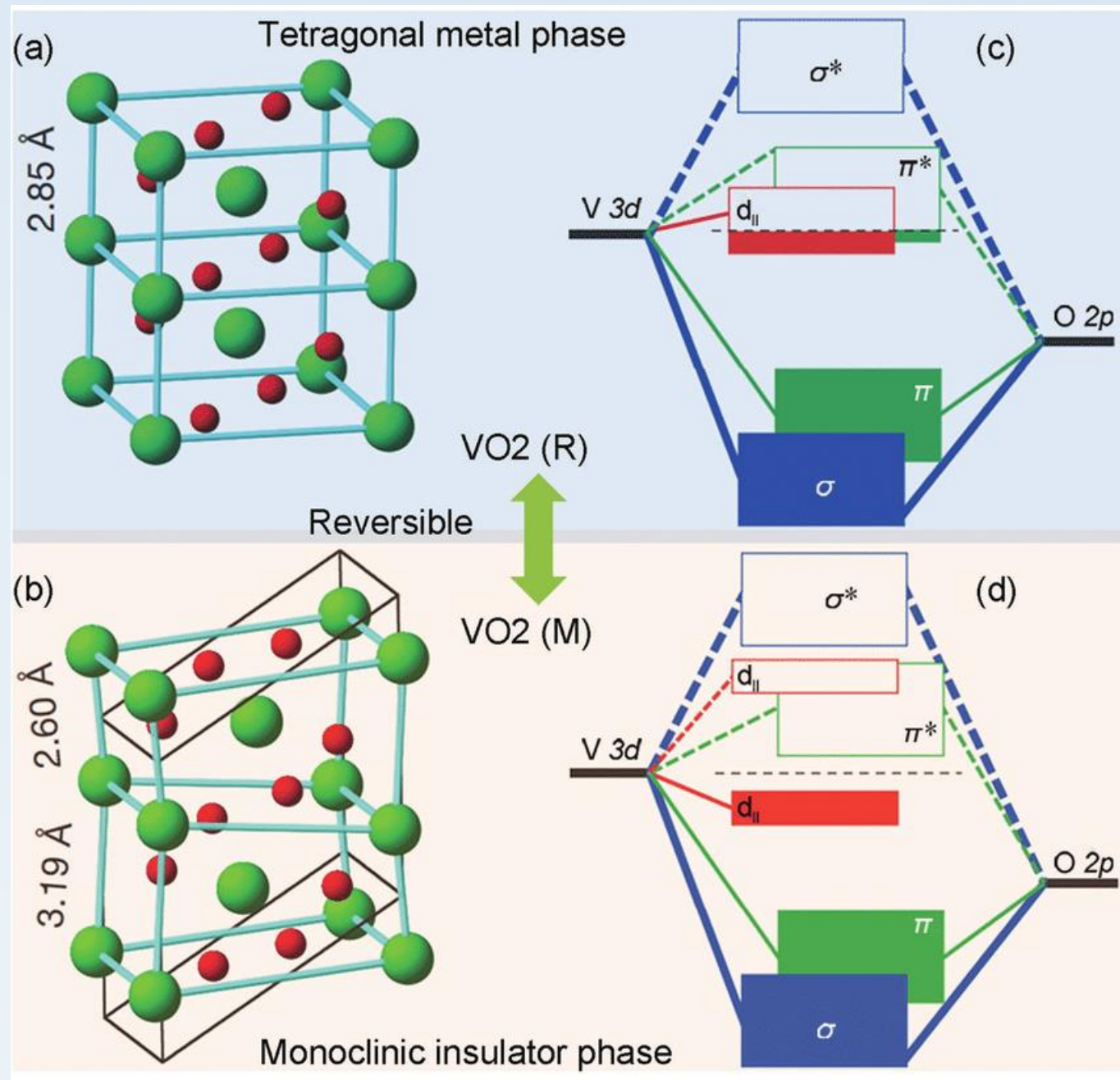
Struttura
cristallina:
Monoclina (per
temperature
inferiori di 67°C);
tetragonale
(per $T > 340\text{k}$)



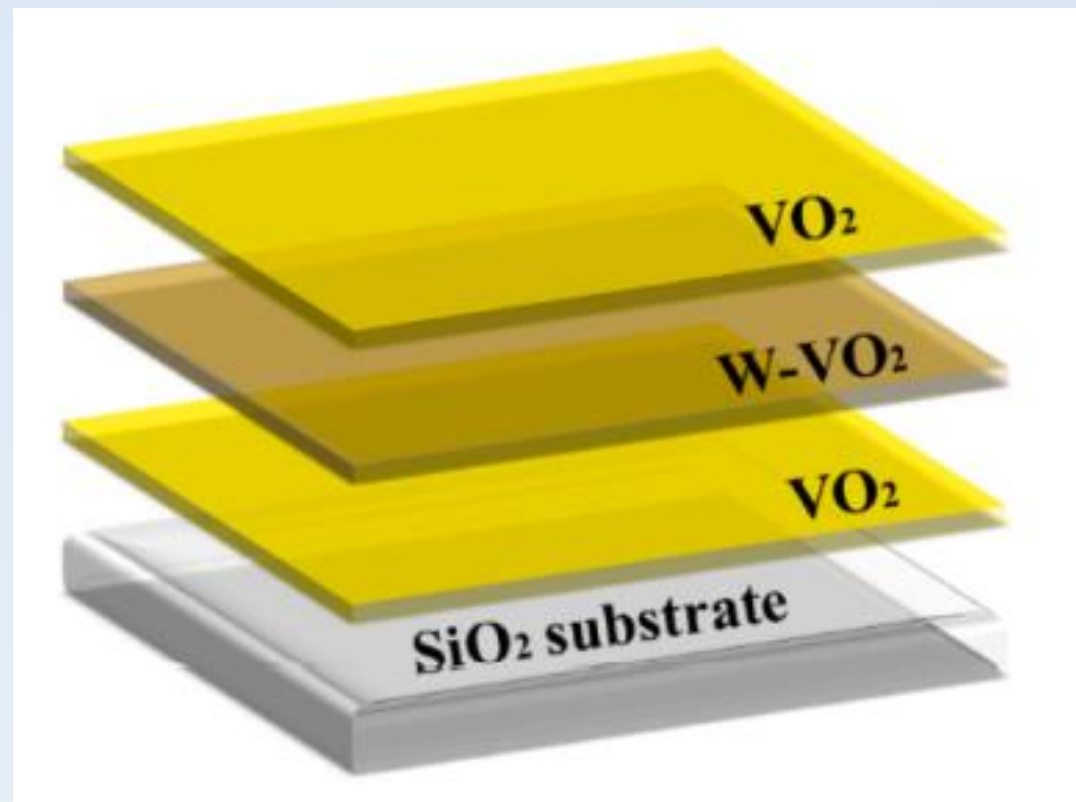
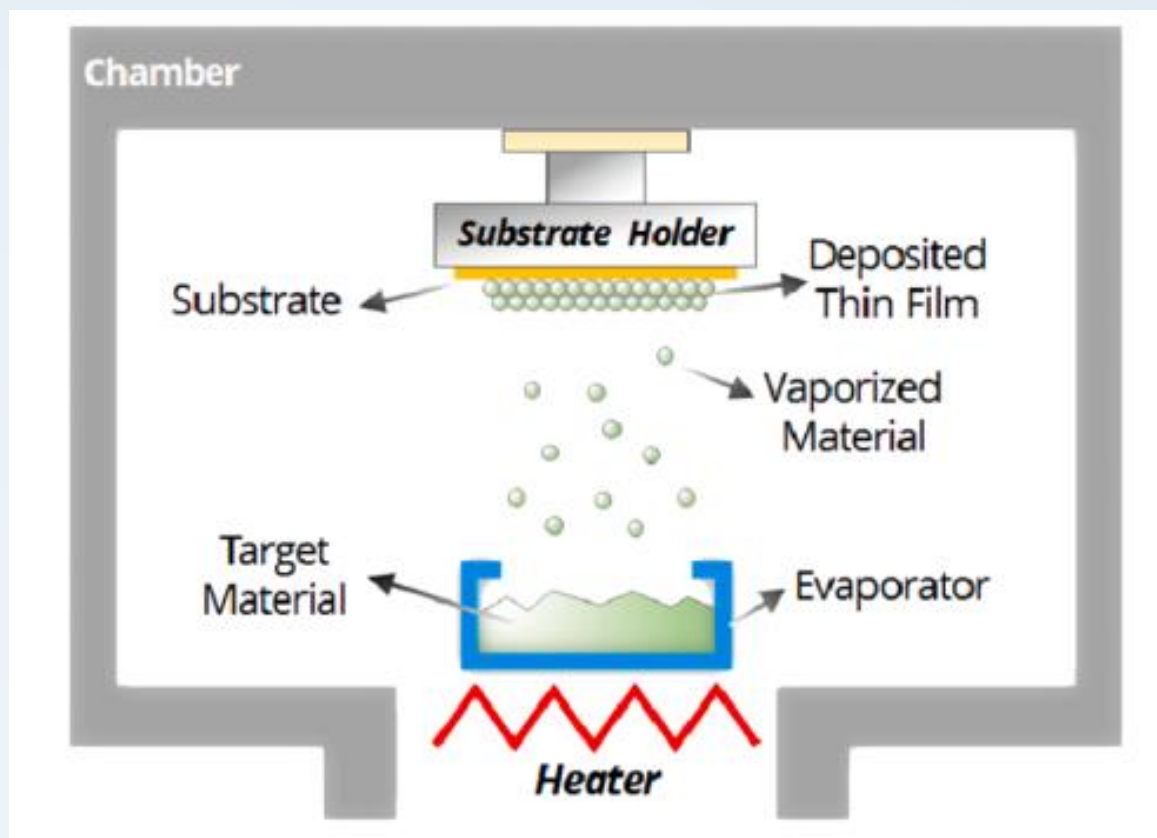
Gli atomi blu rappresentano il Vanadio (V), quelli rossi l'ossigeno (O)

L'effetto **termocromico** :
cambiamenti nel legame
con la transizione di fase

$T > T_c$: gli elettroni allo stato
 $d_{||}$ mostrano un
comportamento simile a quello
degli elettroni liberi

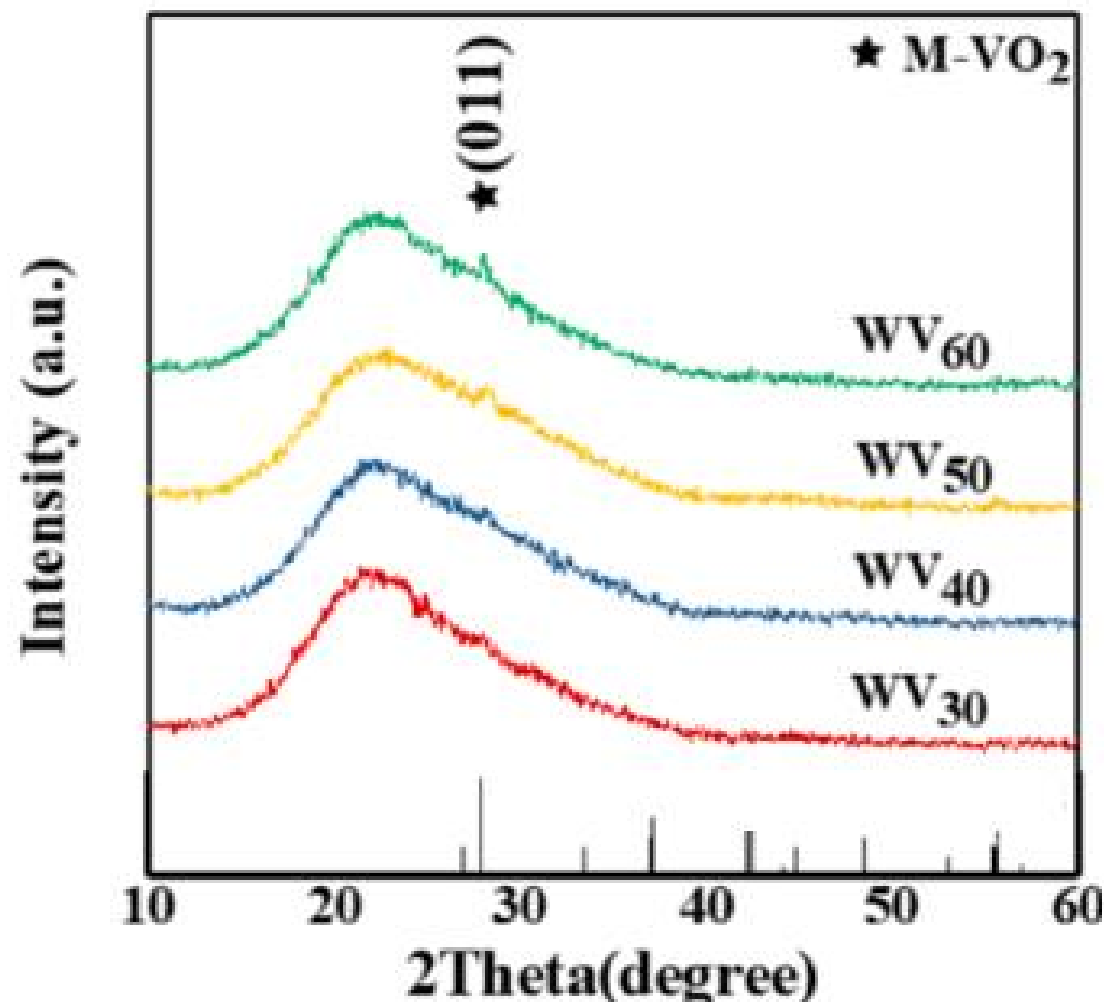
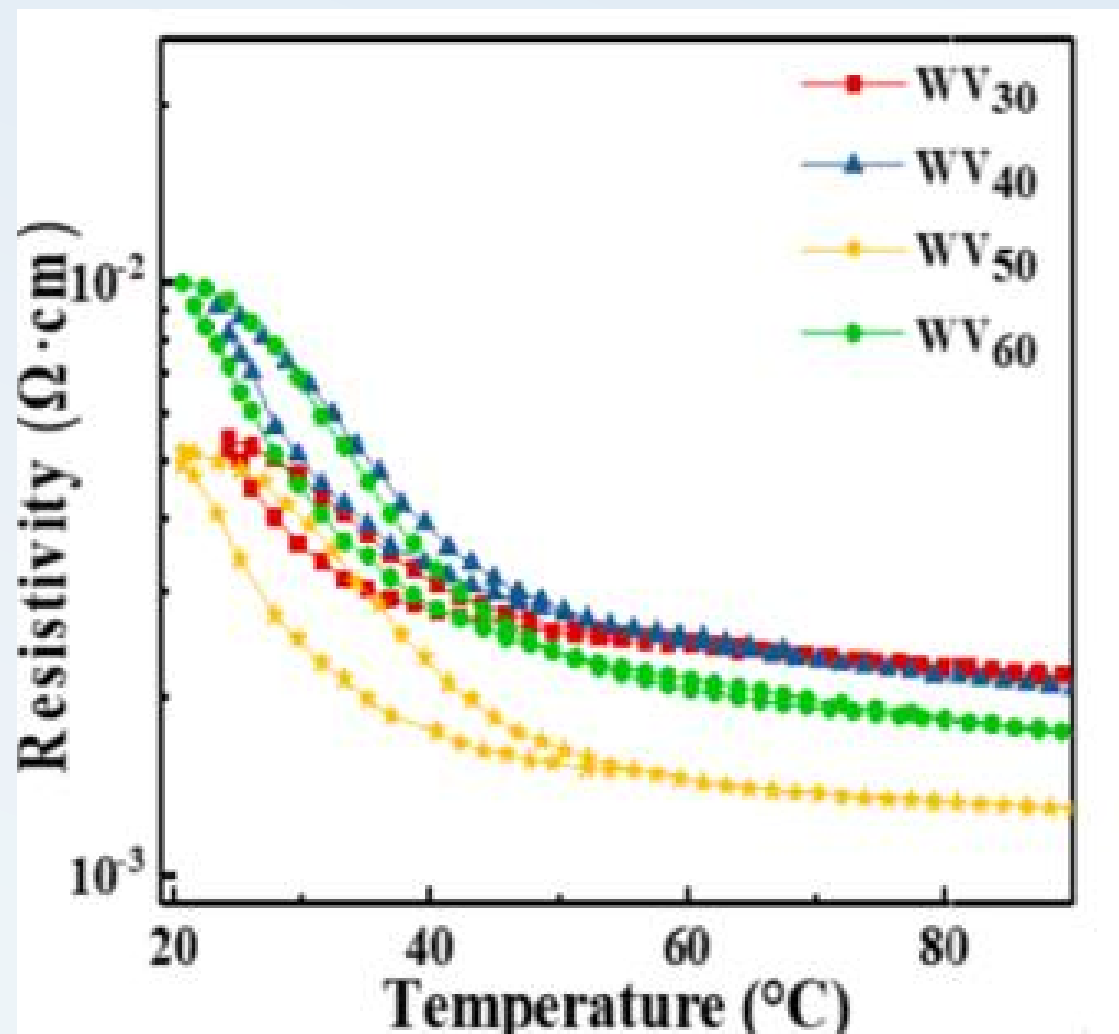


Come si realizzano le finestre Termocromiche?



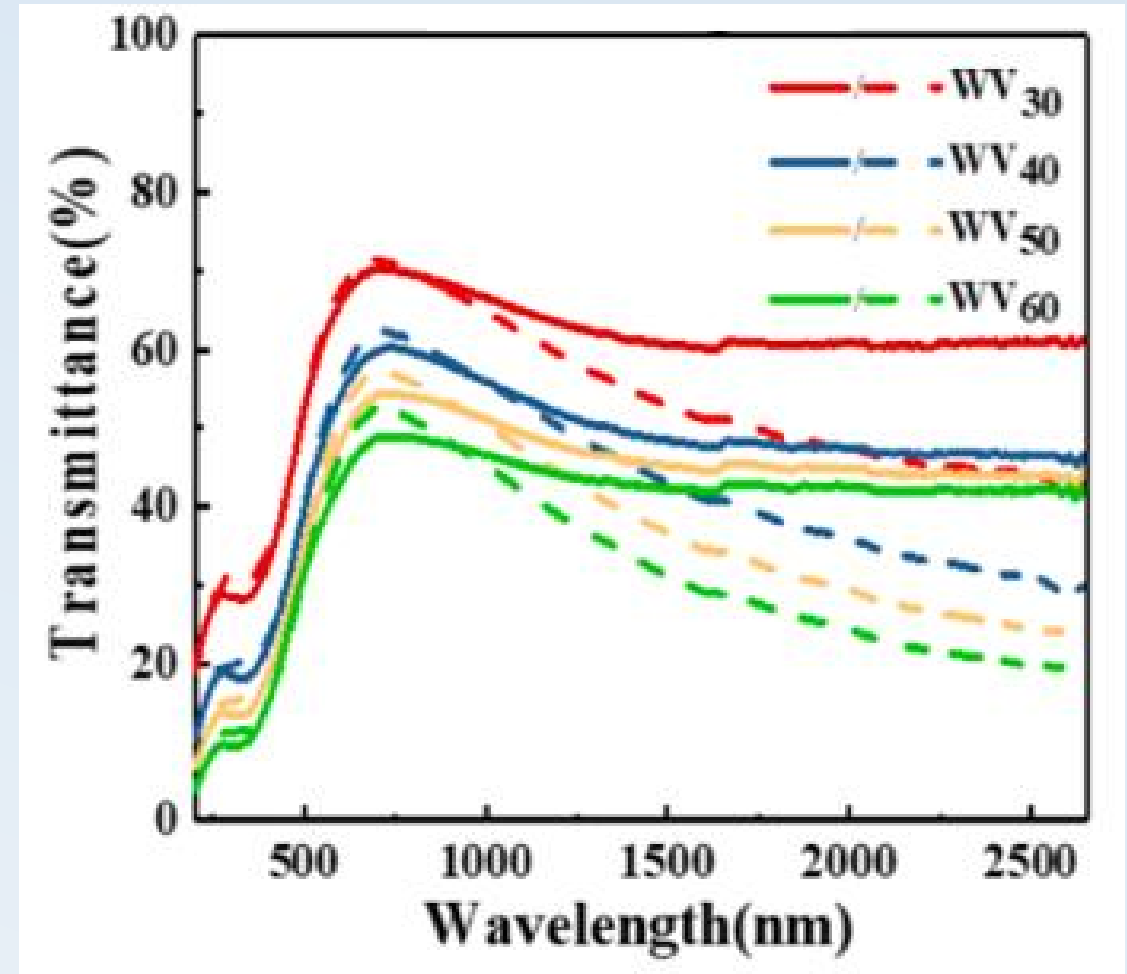
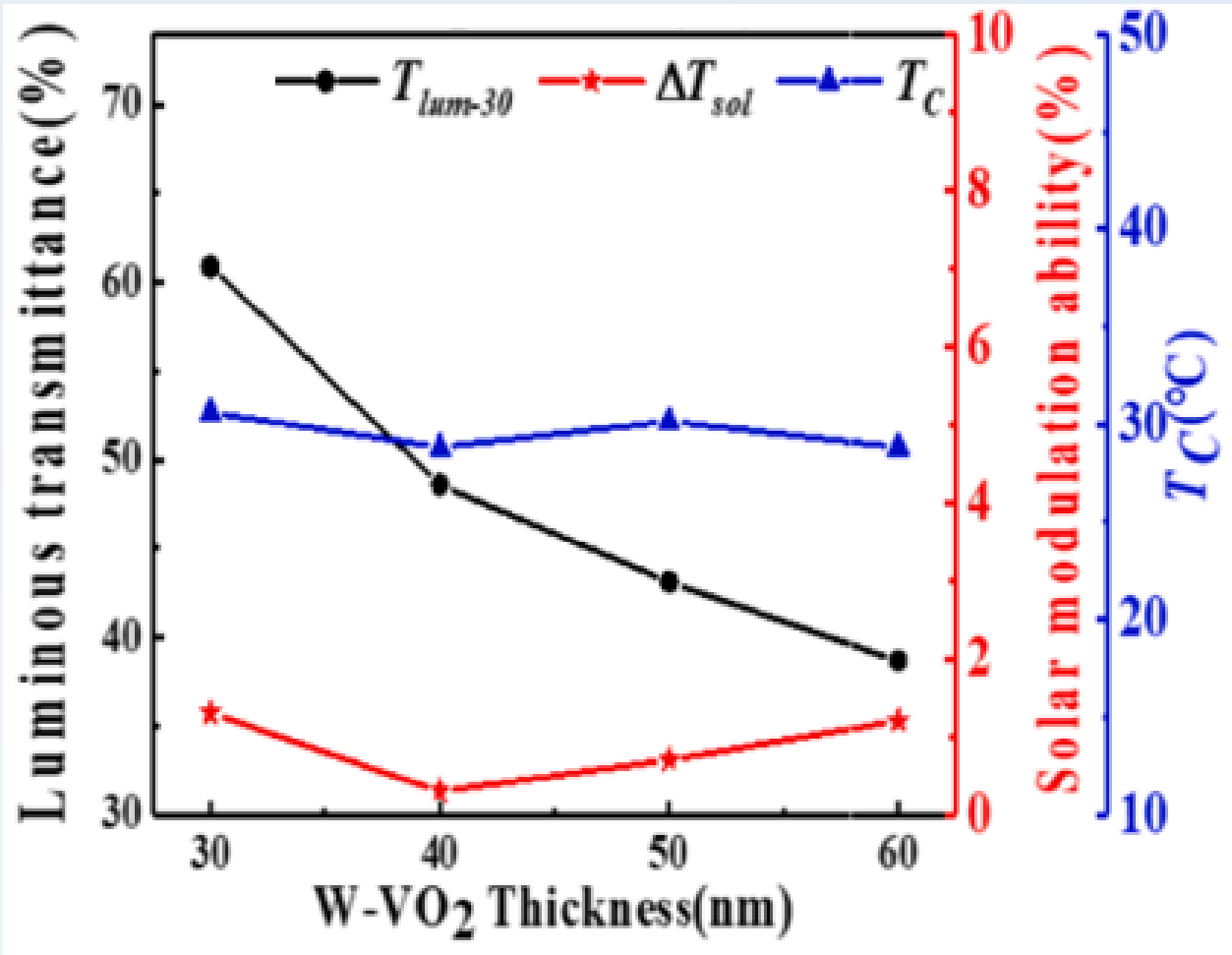
A sinistra è riportato uno schema semplificato della camera a vuoto utilizzata nel metodo della « PVD »

Effetto dello spessore del film di W-VO₂



Analisi della struttura tramite la diffrazione da polveri (XRD)

Confronto comportamento dei campioni a 2 temperature diverse (22°C linea continua, 80°C linea tratteggiata)



Δt_{sol} = aumento dell'energia termica nel sistema, dovuto all'assorbimento di radiazioni solari

Ricapitolando

- Enorme **risparmio energetico**, soprattutto per applicazioni di grandi dimensioni.
- Tecnologia «**Passiva**», non richiede vetri conduttori o parti in movimento.
- **Modulabile** in base alle esigenze.

Grazie per l'attenzione!



Bibliografia

- (1) Hao Song, Hangyu Li, Xiao Ma, Guanchao Yin; 1-3 ; Thermochromic performance enhancement by geometric structure optimization of VO₂ nanoarrays for smart window application ; Optics Communications 546 (2023)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0030401823005114?via%3Dihub>
- (2) Michal Kaufman, Jaroslav Vlček, Jiří Houška, Radomír Čerstvý, Sadoon Farrukh, Mohamed Chargaoui, Stanislav Haviar, Jiechao Jiang, Efsthios I. Meletis, Šimon Kos; 1-8 ; High-performance thermochromic YSZ/V_{0.986}W_{0.014}O₂/YSZ coatings for energy-saving smart windows ; Solar Energy Materials and Solar Cells 263 (2023)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927024823003914?via%3Dihub>
- (3) Haitao Zong, Houchang Chen, Linyan Bian, Bai Sun, Yuehong Yin, Cong Zhang, Wentao Qiao, Lingling Yan, Qiang Hu, Ming L; 1-7 ; An approach for obtaining thermochromic smart windows with excellent performance and low phase transition temperature based on VO₂/ tungsten-doped VO₂/VO₂ composite structure ; Infrared Physics and Technology 137 (2024);
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1350449524000707?via%3Dihub>
- (4) Emmanuel Koudoumas, Khac Top Le, Dimitra Vernardou ; 2-5 ; Recent advances of chemical vapor deposited thermochromic vanadium dioxide materials ; Energy Nexus 11 (2023)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772427123000670?via%3Dihub>
- (5) Kaixin Lin, Luke Chao, Hau Him Lee, Ren Xin, Sai Liu, Tsz Chung Ho, Baoling Huang, Kin Man Yu, Chi Yan Tso; 1-2, 6-12; Potential building energy savings by passive strategies combining daytime radiative coolers and thermochromic smart windows ; Case Studies in Thermal Engineering 28 (2021)
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214157X21006808?via%3Dihub>
- (6) L. Giovannini, M. Baracani, F. Favoino, A. Capozzoli, V. Serra, A. Pellegrino; 13-19 ;Analisi di componenti trasparenti dinamici: prestazione energetica, comfort e strategie di controllo;
https://www2.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/adp-mise-enea-2015-2017/edifici-intelligenti/report-2017/rds-par2017-099.pdf