

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

***Relazione per la prova finale
«Film sottili di VO₂ mediante metodo
sol-gel»***

Tutor universitario: Prof. Alessandro Martucci

Laureando: *Riccardo Giometti*

Padova, 21/07/2022

La questione del risparmio energetico è sempre più attuale ed è necessario sviluppare le tecnologie volte all'abbassamento dei consumi, tra le quali ottimizzare le già esistenti *smart windows*.

Tramite *smart coatings* di materiali già in uso per queste applicazioni è possibile ottenere materiali termocromici in grado di modulare l'energia trasmessa.

Il materiale scelto è il diossido di vanadio che presenta proprietà utili all'applicazione finale.

Essendo uno studio preliminare sono state testate diverse tipologie di substrati.

Obiettivo: realizzazione di layer termocromici a base di VO_2 depositati su substrati di silicio, policarbonato e quarzo.

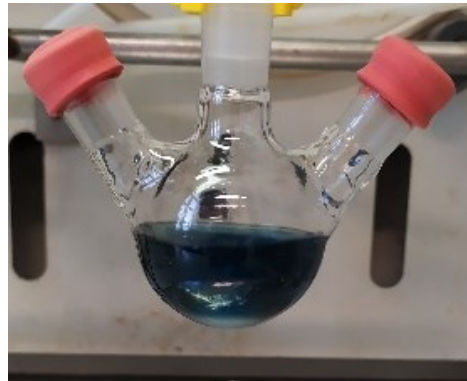
Caratteristiche ricercate: layer termocromico, omogeneo e con una temperatura di transizione di fase non elevata.

Metodo sol-gel:

- processo di sintesi LPD;
- basso costo;
- buon controllo della composizione e delle proprietà finali.

Il precursore scelto è l'acetilacetonato di vanadile $VO(Acac)_2$ sottoforma di polvere, disciolto in etanolo.

Stirring a temperatura ambiente e, in seguito, in temperatura a bagno in olio siliconico.

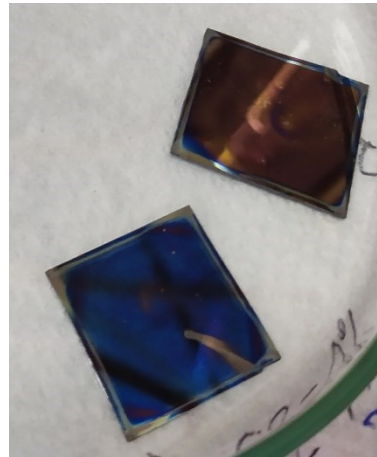


Fotografie della soluzione prima dell'inizio dello *stirring*, dopo 2 e dopo 7 ore di *stirring* a 85°C, rispettivamente.

Tecnica di deposizione *spin coating*: efficace per campioni di dimensioni contenute, *thin films* omogenei per soluzioni poco dense e semplicità del processo.

Pulizia del substrato per limitare difetti nel layer (comete, effetti di bordo).

Deposizione di 3 layer, ciascuna seguita da una stabilizzazione su *hot plate*.



- Comete dovute alla presenza di contaminanti sulla superficie del substrato.
- Effetti di bordo: il layer risulta ben depositato lontano dalle estremità del substrato.

Trattamento termico a 500, 550 e 600°C con flusso di azoto costante e ottenimento della stabilità strutturale e meccanica tramite l'eliminazione di elementi organici.

Primo substrato considerato per uno studio preliminare circa i fattori di influenza sul risultato finale del film: maggior dipendenza dello spessore da fattori esterni e dalla temperatura di trattamento piuttosto che dal numero di layer depositati.
Problema di *dewetting* e disomogeneità del film → materiale inadatto all'applicazione finale.

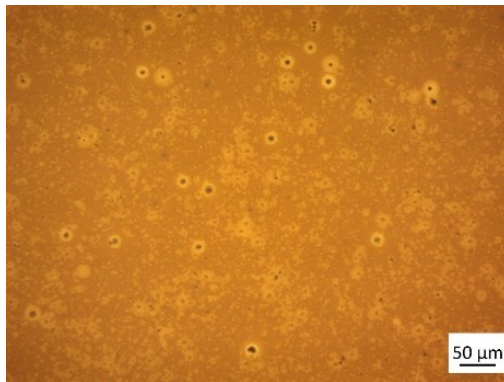
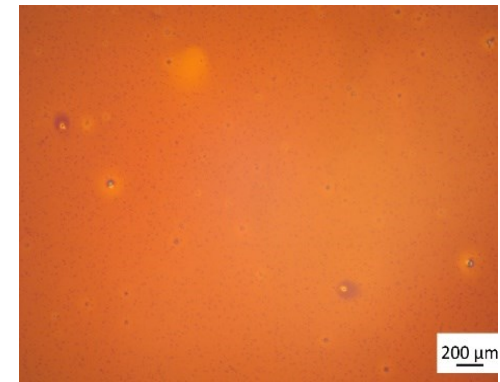
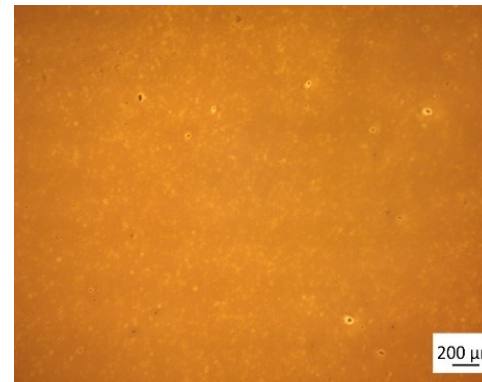


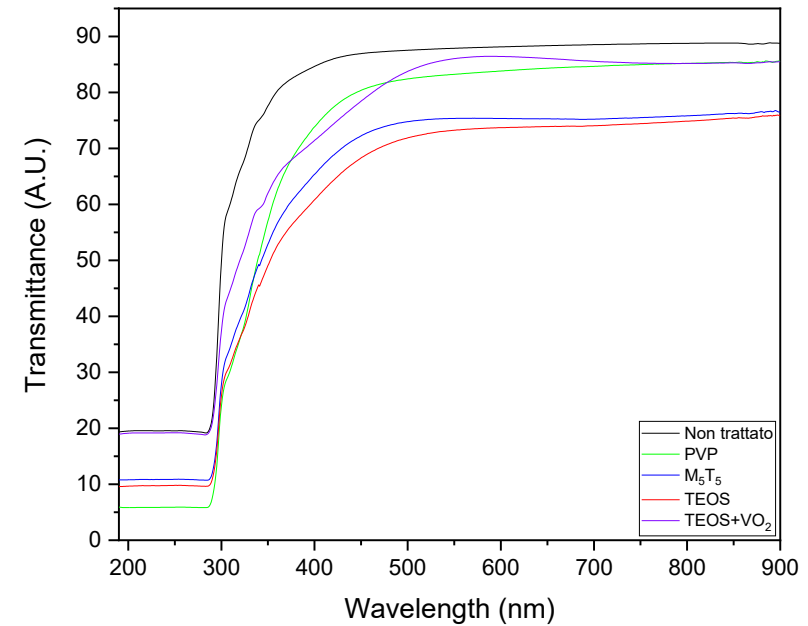
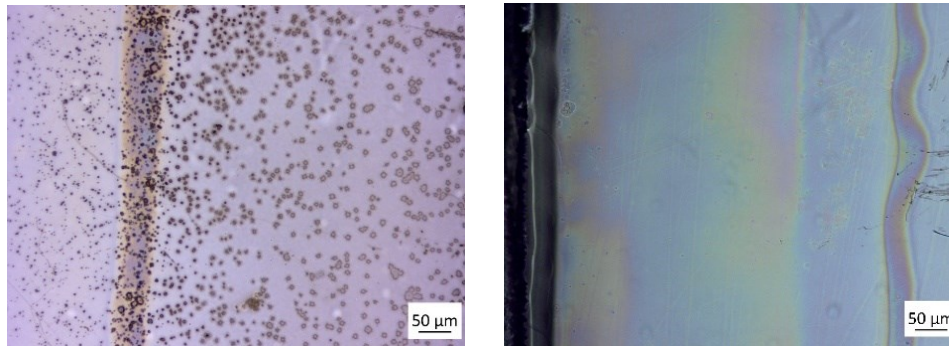
Immagine al microscopio ottico di un campione con 3 layer.



Trattamento termico a 550°C a sinistra e 600°C a destra.

Problema: superficie facilmente rigabile e conseguente peggioramento dell'adesione del film al substrato.

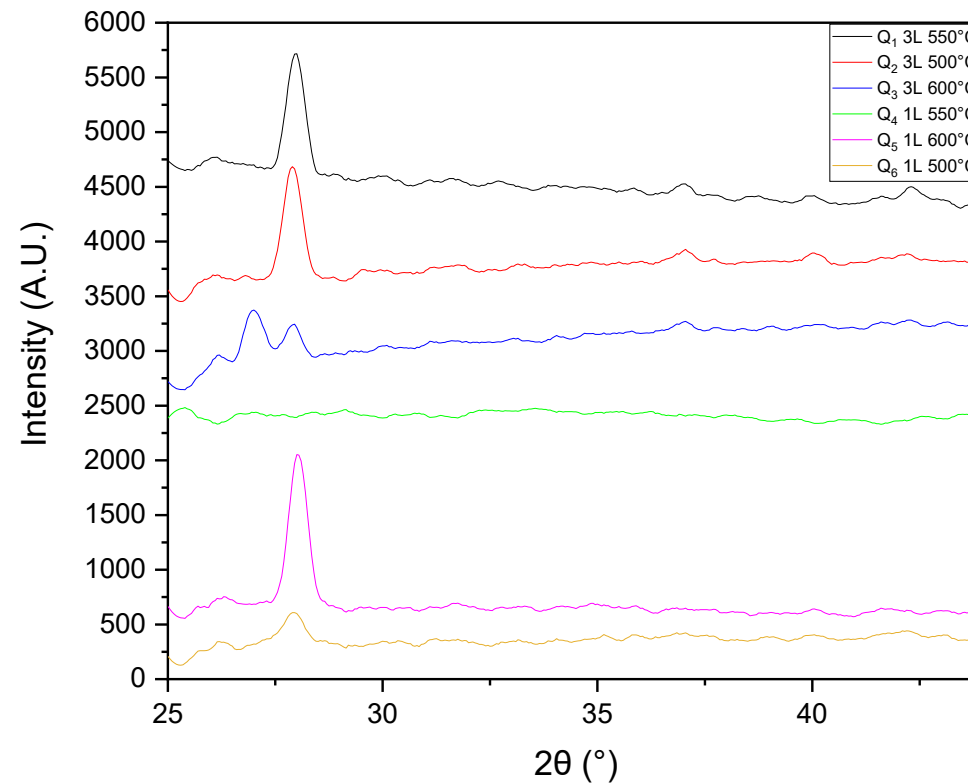
Soluzione: aggiunta di un layer di TEOS prima della deposizione del VO₂.



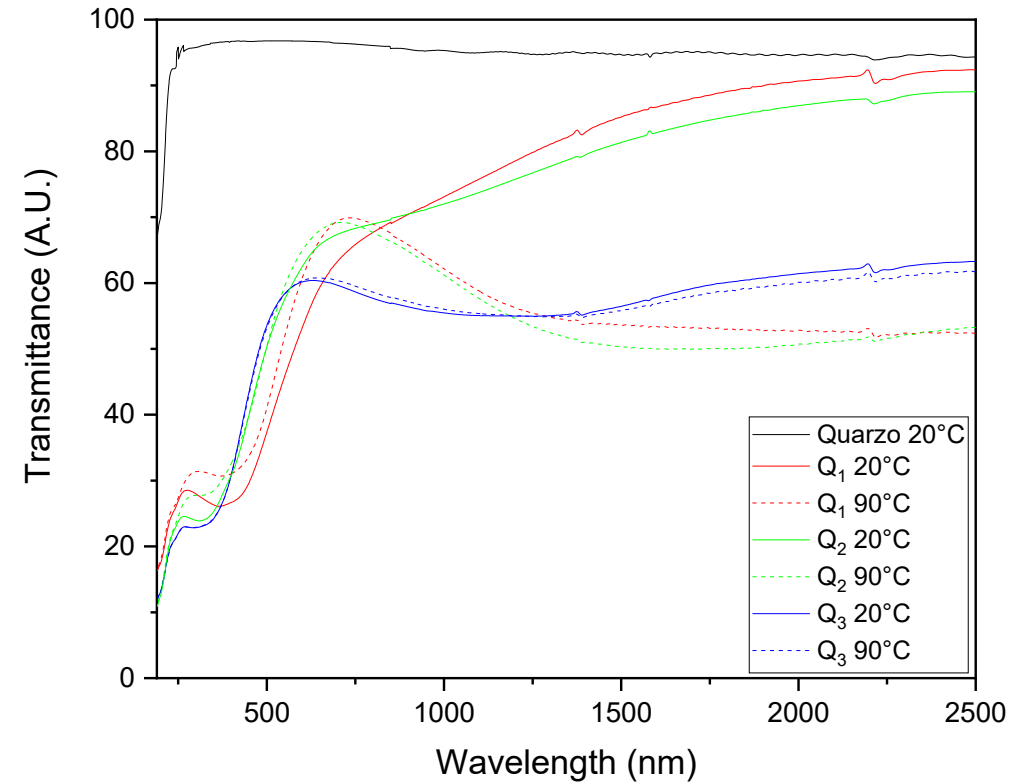
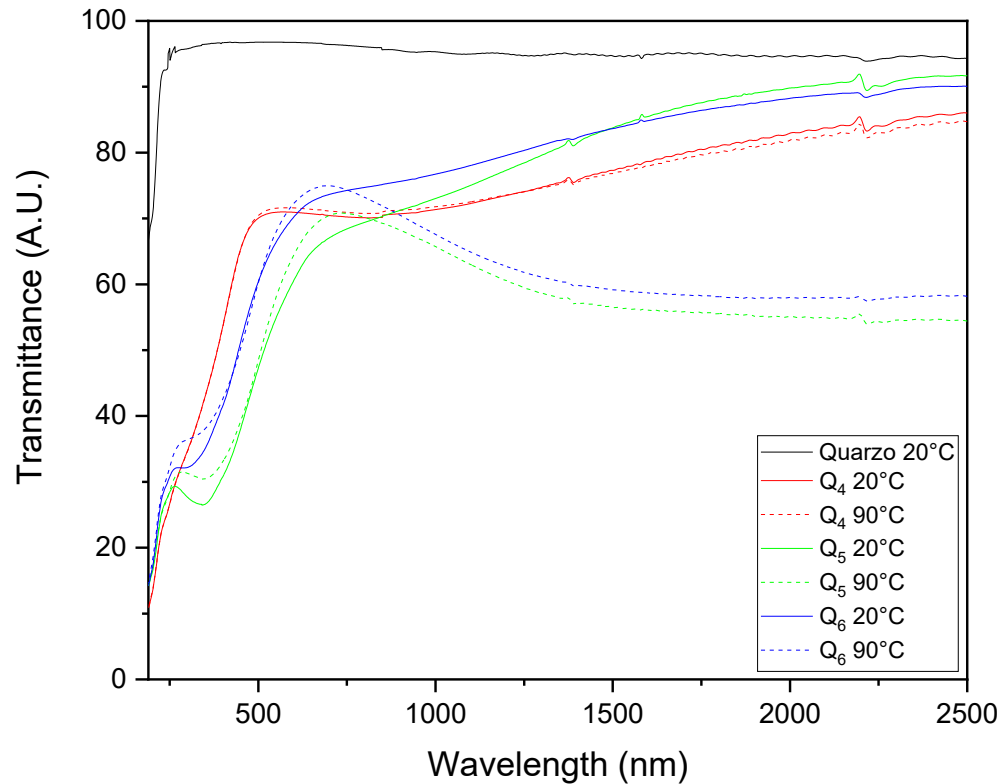
Ottima reperibilità del materiale e trasparenza rendono il quarzo un ottimo materiale per l'applicazione finale.

3 campioni con 3 layer di VO₂ e 3 con 1 layer

Prima caratterizzazione: diffrazione a raggi x:



Seconda caratterizzazione: spettroscopia a temperatura ambiente e a 90°C:



Risultati: ottimi per il substrato di quarzo (visibile termocromia nelle lunghezze d'onda di interesse).

Problemi: *dewetting* sul substrato di policarbonato;
controllo parametri esterni in fase di sintesi e deposizione.

Nonostante queste caratteristiche da migliorare, i risultati ottenuti da questo studio sono soddisfacenti e sono una buona base di partenza per ulteriori studi.