

## ABSTRACT

Il lavoro presentato in questa tesi ha riguardato lo studio e l'ottimizzazione sia dei dispositivi (celle solari a coloranti e a base perovskitica) che dei materiali utilizzati. All'inizio il lavoro di ricerca è stato dedicato al miglioramento delle celle solari a colorante e quindi successivamente il know-how tecnologico acquisito è stato utilizzato nello studio e l'ottimizzazione delle celle solari perovskitiche.

L'ottimizzazione ed il miglioramento dell'efficienza dei dispositivi fotovoltaici sono stati ottenuti grazie a trattamenti superficiali del fotoanodo di  $\text{TiO}_2$  successivi alla sua deposizione ed utilizzando fotoanodi compositi SWCNT/ $\text{TiO}_2$ . I post trattamenti con soluzioni colloidali di nanoparticelle di  $\text{TiO}_2$  inducono una passivazione della superficie del fotoanodo riducendone le trappole superficiali modificando quindi il meccanismo di ricombinazione delle cariche fotogenerate permettendo un miglioramento dei parametri fotovoltaici delle celle a colorante.

I risultati di uno studio sistematico dell'influenza delle percentuali di SWCNT nei fotoanodi compositi in diverse architetture di celle solari (celle a colorante liquide, solide e celle a base perovskitica) hanno mostrato che un aumento dell'efficienza dovuta al migliore trasporto degli elettroni attraverso il fotoanodo composito si ottiene solo a basse concentrazioni di SWCNT, ad alte concentrazioni dominano gli effetti negativi dovuti alla presenza di nanotubi metallici e aggregati. Un aumento dell'efficienza è stato osservato per tutte e tre le tipologie di celle solari rispetto alle celle di riferimento con il fotoanodo di solo  $\text{TiO}_2$ .

In un secondo tempo, durante il corso di dottorato, la ricerca è stata focalizzata sullo studio delle celle solari perovskitiche e sulle proprietà delle perovskiti. È stato condotto un confronto tra le proprietà morfologiche e fotofisiche di film di perovskite; questi sistemi sono stati studiati nella configurazione di cella solare sotto irraggiamento (generazione e raccolta di cariche) con tecniche scansione laser (spettroscopia confocale e fotocorrenti risolte spazialmente). Inoltre, sono stati condotti studi per la deposizione a bassa temperatura di celle solari perovskitiche planari. È stato osservato che l' $\text{O}_2$  ha un effetto migliorativo sulle proprietà fotovoltaiche delle celle solari perovskitiche planari, inoltre le celle ottenute con processi a bassa temperatura hanno mostrato efficienze simili a quelle ottenute con processi a temperature alte. Non sono state evidenziate, negli studi preliminari fino ad ora condotti, canali di deterioramento più rapidi dovuti al grado di umidità intrinseca iniziale.

Per migliorare le conoscenze e la comprensione della perovskite più utilizzata nelle celle solari, il metilammonio ioduro di piombo ( $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ), è stata studiata la fisica delle interazioni tra il catione  $\text{CH}_3\text{NH}_3$  e la gabbia inorganica di  $\text{PbI}_3$  mediante la spettroscopia vibrazionale IR e Raman nell'intervallo spettrale  $30\text{-}3300\text{ cm}^{-1}$ , in funzione della temperatura (80-360K). Sono state studiate le energie di attivazione riorentazionali e le interazioni fonone-fonone attraverso i rilassamenti vibrazionali. I risultati ottenuti hanno fornito indicazioni sulla dinamica dei cationi, la forza del legame idrogeno e l'ordine delle molecole di metilammonio nella fase ortorombica; mentre misure di assorbimento fotoindotto nel lontano IR hanno mostrato la formazione di stati polaronici. Questi risultati possono contribuire a comprendere le connessioni fondamentali tra il trasporto di carica e la struttura cristallina dei composti perovskitici, permettendo di disegnare nuovi materiali selezionando differenti cationi, metalli o alidi per ottenere materiali con proprietà specifiche per specifiche applicazioni.