

شبیه سازی و مقایسه پارامترهای سلول خورشیدی پروسکایت با لایه انتقال دهنده حفره و بدون آن

سعید رحمان نسب^۱، عبدالنبی کوثریان^۲، کریم انصاری اصل^۳^۱ دانشگاه شهید چمران اهواز، saeed2261372@yahoo.com^۲ دانش یار دانشگاه شهید چمران اهواز، akovsarian@yahoo.com^۳ استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز، karim.ansari@scu.ac.ir

چکیده

سلول های خورشیدی پروسکایت اخیراً به خاطر بازده بالا و هزینه ساخت کم مورد توجه جهانی قرار گرفته اند. ماده جاذب در این ساختار متیل آمونیوم سرب یدید^۱ می باشد. به دلیل اینکه تولید واقعی از حامل بار تنها در این لایه اتفاق می افتد این لایه از اهمیت بالایی برخوردار است. لایه جاذب می تواند یک یا چند لایه باشد. به دلیل اهمیت فوق العاده این لایه جنس سایر لایه ها بر اساس سازگاری آن ها با این لایه انتخاب می شود و سلول خورشیدی را با نام لایه جاذب آن می شناسند. این شبیه سازی توسط نرم افزار شبیه ساز سیلواکو^۲ و از ماژول اطلس انجام می گیرد که پس از شبیه سازی خواهیم دید که بازده، ضریب پراکندگی، جریان اتصال کوتاه و ولتاژ مدار باز سلول خورشیدی پروسکایت بدون انتقال دهنده حفره در مقایسه با زمانی که لایه انتقال دهنده حفره در ساختار داریم کمتر می باشد.

واژه های کلیدی

پروسکایت، متیل آمونیوم سرب یدید، سیلواکو، انتقال دهنده حفره

مقدمه

مستقیم ترین راه برای تبدیل انرژی خورشید به الکتریسیته، استفاده از سلول های فتوولتاییک است، اگرچه این روش هنوز جزء یکی از گران ترین فناوری های تجدید پذیر است. با مطرح شدن بازده بالا و هزینه های ساخت پایین سلول های خورشیدی امروزه نسل دیگری از سلول های خورشیدی در حال ساخت و پیشرفت سریع می باشند که علاوه بر کاهش هزینه ها با پیشرفت نانو فناوری نیز همراه شده است. سلول های خورشیدی پروسکایت نسل جدیدی از سلول های خورشیدی می باشند که می توانند در دسته سلول های خورشیدی رنگدانه ای و لایه نازک قرار گیرند که با توجه به بازده بسیار بالای آن ها (۲۱) درصد و هزینه ساخت بسیار پایینشان در مقایسه با سایر سلول های خورشیدی بازده بالا از قبیل سیلیکونی، کادمیم تلوراید^۳ و گالیوم آرسناید، بسیار مورد توجه دانشمندان

قرار گرفته است. بر این اساس مواد و فناوری های مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته اند. سلول خورشیدی پروسکایت یکی از قطعات فوتو ولتاییک مناسب از نظر بازده و هزینه ساخت به حساب می آید. مواد با ساختار پروسکایت به طور کلی به صورت ترکیب سه بعدی MBX₃ می باشند که امروزه ترکیبات پروسکایت هالیدی به صورت I-IV-VI₃، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. متیل آمونیوم سرب یدید ماده جاذب مورد بررسی در این مقاله می باشد. ویژگی مهم این ماده انرژی شکاف باند مستقیم آن است که مقداری نزدیک به مقدار بهینه مطابق با طیف خورشیدی برای تبدیل حداکثر انرژی فوتوولتاییک دارد. شکاف باند مستقیم ۱/۵ eV و ضریب جذب بالای این ماده (۱۰^۴ cm⁻¹ * ۱) به این معنی است که در گستره وسیعی از طول موج ها می توان بهره بالایی را از سلول انتظار داشت. فوتون های با طول موج کم و با انرژی بیشتر از انرژی شکاف ماده جاذب، جذب این ماده می شوند. به این ترتیب این ماده، ماده مناسبی برای سلول های خورشیدی پروسکایت به حساب می آید. با توجه به ضریب جذب بالای ماده جاذب برای فوتون های با انرژی بیشتر از E_g آن، تنها ضخامت کمی از لایه جاذب برای جذب ۹۹٪ از فوتون های طیف خورشیدی AM1.5 کافی است که این مقدار حدوداً ۱۰۰ برابر کمتر از ضخامت سلول های خورشیدی سیلیکون کریستالی است.

در این مقاله به کمک نرم افزار سیلواکو مشخصه های سلول خورشیدی پروسکایت محاسبه می شوند. هدف این تحقیق مقایسه سلول های خورشیدی پروسکایت با لایه انتقال دهنده حفره و بدون این لایه و در نهایت بهینه سازی پارامترهای سلول می باشد.

حل عددی

یک سلول خورشیدی در ساده ترین حالت یک پیوند p-n است که مشخصه جریان-ولتاژ آن مطابق شکل زیر به ناحیه چهارم منتقل شده، به این معنی که به بار توان تحویل می دهد. جریان اتصال کوتاه سلول برابر با حامل های تولید شده نوری هستند که توسط میدان جداسازی و به ترمینال های خارجی منتقل شده اند؛ اما با توجه به باز ترکیب های موجود در قطعه این مقدار همواره از حامل های نوری تولید شده کمتر است.

^۱ CH₃NH₃PbI₃^۲ Silvaco^۳ CdTe