



ترکیب کننده‌ی توان چند لایه کوچک با چهار پورت ورودی با استفاده از موجبر مجتمع زیر لایه

سید جواد موسوی^۱، جعفر خلیل پور^۲^۱دانشگاه هوایی شهید ستاری^۲دانشگاه هوایی شهید ستاری

چکیده

در این مقاله یک ترکیب کننده/مقسم توان پهن باند چهار پورته با استفاده از موجبر مجتمع با زیر لایه (substrate integrated waveguide) طراحی شده است. در این مقاله ابتدا یک ترکیب کننده‌ی توان چند لایه با حداقل ابعاد ممکن طراحی می‌شود، سپس با افزودن مقاومت در این ساختار، یک ایزولاسیون خوب بین پورت‌های ورودی و یک تطبیق امپدانس عالی در همه‌ی پورت‌ها به وجود می‌آید. سپس با افزودن via به SIW قبلی، تلفات بازگشتی به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

از ویژگی مهم این ترکیب کننده‌ی توان سادگی ساختار تغذیه و کوچک بودن ابعاد آن نسبت به ترکیب کننده‌های مشابه دیگر است. نتایج شبیه سازی نشان می‌دهد که ترکیب کننده‌ی توان طراحی شده در باند فرکانسی ۷ تا ۱۲ گیگاهرتز دارای تلفات بازگشتی زیر -13dB است. همچنین ایزولاسیون بین پورت‌های ورودی دارای مقادیر بسیار مطلوبی است.

واژه‌های کلیدی

ترکیب کننده‌ی توان، موجبر مجتمع با زیر لایه

مقدمه

موجبرهای مستطیلی به طور گسترده در سیستم‌های مخابراتی موج میلی‌متری و ادوات میکروویوی به دلیل تلفات کم و انتقال توان بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی از معایب این موجبرها بزرگی ابعاد و هزینه‌ی ساخت بالای آن‌ها می‌باشد.

در سال‌های اخیر مهندسين مایکروویو، موجبر مجتمع با زیر لایه (SIW) را که جایگزین خوبی برای موجبرهای مستطیلی است، طراحی نموده‌اند و در حال توسعه و بهبود آن می‌باشند [۱]. این موجبرها از یک لایه دی الکتریک تشکیل شده‌اند و در طرف بالا و پایین این موجبرها، صفحات هادی آن‌ها را احاطه کرده است و این صفحات هادی از طریق استوانه‌های فلزی (ویا^۱) به یکدیگر متصل شده‌اند. SIWها به دلیل هزینه ساخت کم، کوچک بودن ابعاد و با توجه به کاربرد وسیعشان به شدت مورد توجه متخصصین مایکروویو قرار گرفته‌اند.

مقسم‌ها/ترکیب کننده‌های توان یکی از ادوات کاربردی غیر فعال مایکروویو هستند و امروزه به طور گسترده از تکنیک SIW استفاده

می‌کنند. تاکنون مقسم‌ها/ترکیب کننده‌های توان بسیاری طراحی شده‌اند. به عنوان مثال می‌توان به مقسم‌های توانی که از اتصال T و اتصال Y استفاده می‌نمایند اشاره کرد [۲] و [۳]. از مزایای این ساختارها می‌توان به طراحی ساده و ادغام آسان این ساختارها با تجهیزات مخابراتی دیگر نام برد، با این حال در این مقسم‌ها به دلیل بزرگ شدن ابعاد، تلفات عبوری آن‌ها افزایش می‌یابد. مقسم‌های توان نصف-مد (half-mode) که بر پایه موجبر مجتمع با زیر لایه طراحی شده‌اند (HMSIW^۲)، توانسته‌اند ابعاد ساختار را به شدت کاهش بدهند [۴] و [۵]. همچنین می‌توان به SIFW^۳ها [۶] اشاره کرد، که از چندین زیر لایه تشکیل شده‌اند. SIFWها نیز در کاهش ابعاد ساختار بسیار موثر هستند. اما اشکال عمده HMSIW و SIFW این است که دارای مد القا شده‌ی (2-D) هستند و توانایی‌های آنها را برای تقسیم کننده / ترکیب کننده توان چندراهه^۴ محدود است. در نتیجه هدف ما طراحی یک ترکیب کننده توان چندراهه با حداقل ابعاد ممکن است [۷].

در این مقاله یک مقسم/ترکیب کننده توان چند لایه با چهار پورت ورودی، که برحسب مد 3-D بر پایه SIW عمل می‌کند، ارائه شده است.

در ترکیب کننده‌ی توان ارائه شده ما سعی می‌کنیم، با اصلاح هادی‌ها تلفات بازگشتی این ترکیب کننده به زیر 10dB - برسد. سپس با افزودن مقاومت های ۵۰ و ۶/۲۵ اهمی به ساختار SIW سعی در بهبود پارامترهای اسکترینگ می‌نماییم. در ادامه با افزودن via در ساختار، باعث کاهش چشمگیر تلفات بازگشتی و بهبود ضریب ایزولاسیون می‌شویم. ساختار SIW ارائه شده توسط نرم افزار کامسول (COMSOL) به منظور کاربرد در باند X طراحی و شبیه سازی شده است، که در ادامه به طور مفصل آن را شرح می‌دهیم.

طراحی و شبیه سازی ساختار SIW

ساختارهای SIW مشابه موجبرهای مستطیلی عمل می‌کنند. در نتیجه بر اساس [۸] مد غالب در این ساختار مد TE₁₀ است. بنابراین

^۱ Half mode substrate integrated waveguide^۲ Substrate integrated folded waveguide^۳ Multi way^۴ via