معرفی و بررسی فیلتر SAW یا SURFACE ACOUSTIC WAVE

تاریخ انتشار۱۱ فروردین, ۱۴۰۳ توسط سید حسین سلطانی

سلام خدمت همه شما مایکروالکامی ها. در مطلب قبلی به معرفی و کاربرد GDT پرداخته شد. در این مطلب به بررسی فیلتر SAW یا Surface Acoustic Wave و کاربرد آن پرداخته خواهد شد. پس با من تا انتهای مطلب همراه باشید. همچنین شما میتونید سایر مطالب من رو از این لینک مطالعه و بررسی کنید.

مقدمه

فرکانس های رادیویی (RF) و کاربرد های بی‌سیم نیاز به مدار های گوناگون فیلتر داشته تا از تداخل جلوگیری به عمل آورده و کیفیت سیگنال دریافتی را افزایش دهند. عموما انواع فیلتر های بالا گذر، پایین گذر و میان گذر در کاربرد های با فرکانس 10KHz تا 6GHz کاربرد دارند. فیلتر های SAW، راه کاری مشکل گشا برای بسیاری از کاربرد ها بدلیل قابلیت اطمینان بالا، ابعاد کوچک و هزینه کم می‌باشد.

فیلتر SAW یا فیلتر موج صوتی سطحی

فیلتر SAW یا Surface Acoustic Wave یکی از قطعات مهم در تلفن های همراه و بخشی جدایی ناپذیر از آن و سایر دستگاه های الکترونیکی و IoT می‌باشد. فیلتر SAW یک فیلتر غیرفعال (passive) بوده و در مدارات یا دستگاه های فرکانس رادیویی (RF) برای فیلتر کردن فرکانس های ناخواسته استفاده می‌شود.

عملکرد فیلتر SAW

یک فیلتر میان گذر معمولی، یک باند عبور یا passband با حداقل تلفات در محدوده فرکانس کاری را داشته و حداکثر تضعیف را از یک محدوده به بعد دارد. در فیلتر های SAW از قطعات و تکنولوژی نیمه هادی استفاده شده است. فیلتر های SAW یا Surface Acoustic Wave بر اساس اصل وارونگی خاصیت پیزوالکتریک عمل می‌کنند. در ساخت این فیلتر از Lithium Niobate (LiNbO3) یا Lithium Tantalate (LiTaO3) استفاده می‌شود که نشان دهنده خواص پیزو الکتریک می‌باشد. در جدول زیر به انواع آن اشاره شده است.

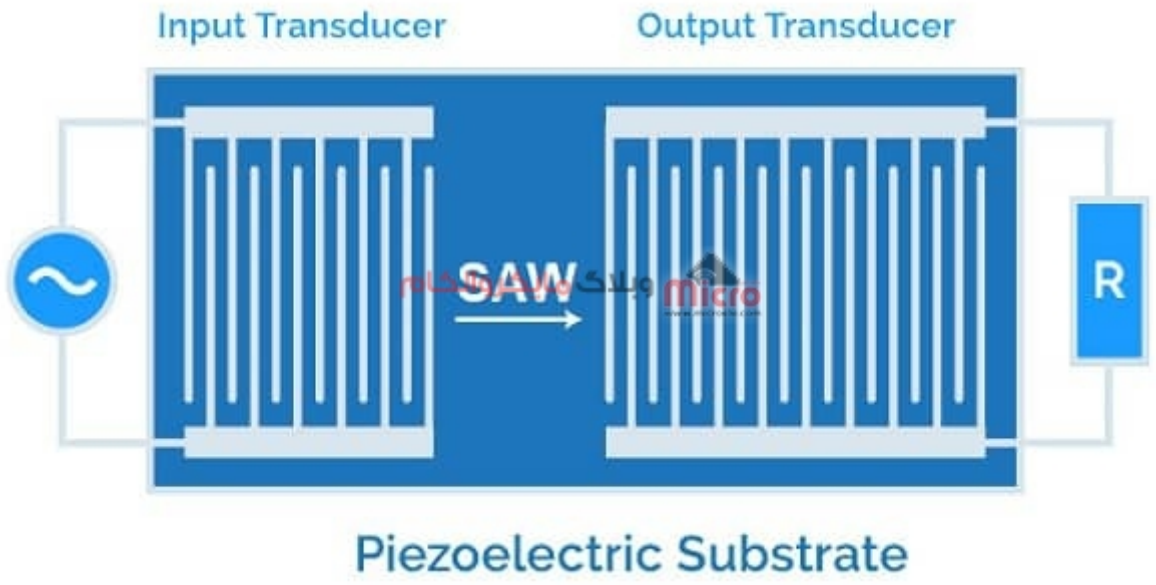
نوع فیلتر	جنس مواد	برش کریستال	سرعت (m/s)	ضریب دمایی - (Tc(ppm/℃	ضریب کوپلینگ - K^2	ویژگی
پهنای باند باریک	Quartz	ST, Y	3158	-0.036 (PPM/℃²)	0.0011	انتخاب پذیری خیلی زیاد، کوپلینگ ضعیف، پایداری خیلی زیاد در دمای بالا
	LithiumTantalate	112°	3290	18	0.0075	انتخاب پذیری زیاد، کوپلیک کم، پایداری زیاد در دمای بالا
پهنای باند باریک تا متوسط		42°	4022	40	0.076	کوپلینگ قوی، پایداری دمایی متوسط

پهنای باند عریض	LithiumNiobate	127.86°	3992	75	0.053	کوپلینگ خوب، پایداری دمایی ضعیف
		YZ	3488	94	0.045	

اثر پیزو الکتریک معکوس

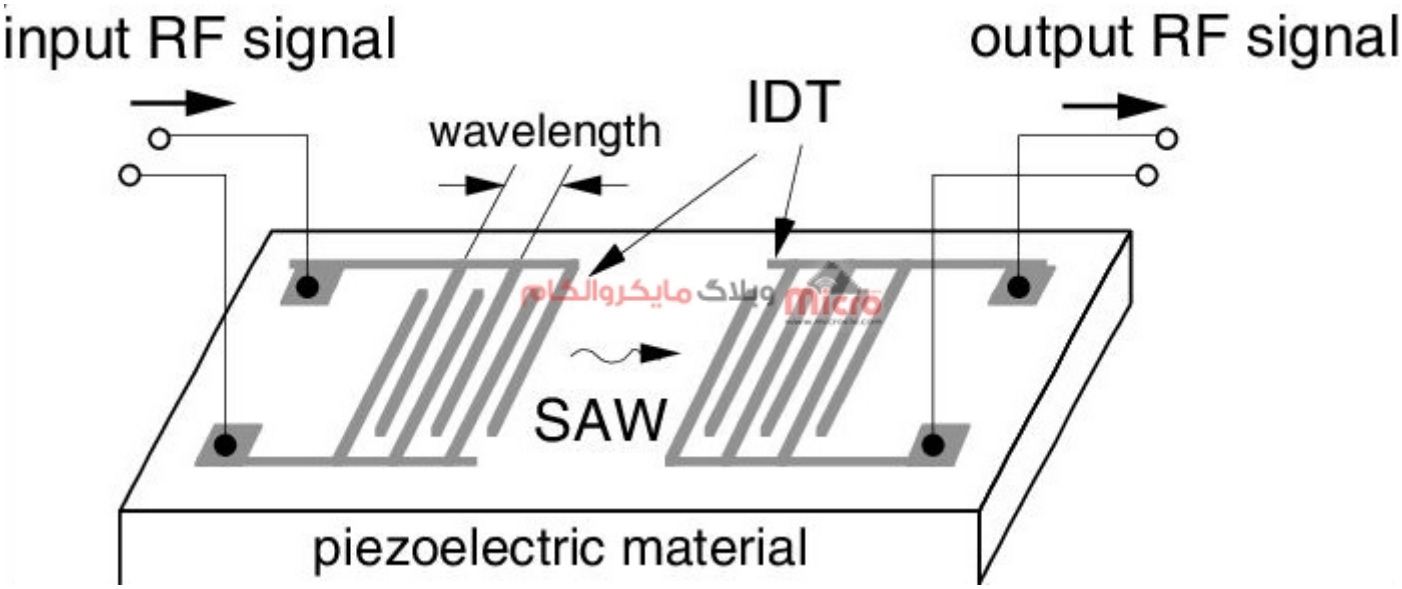
اثر پیزو الکتریک یک ویژگی منحصر به فرد از کریستال و برخی از مواد است که هنگام وارد شدن فشار یا ضربه به آن، باعث ایجاد مقدار کمی ولتاژ یا EMF خواهد شد. بصورت مشابه هنگامی که ولتاژ به یک ماده پیزو الکتریک اعمال شود؛ مطابق به پلاریته و جهت اعمالی آن شاهد انقباض و انبساط خواهیم شد. به این پدیده اثر پیزو الکتریک معکوس گفته می‌شود. فیلتر SAW دو الکترود به عنوان مبدل بین دیجیتال یا Interdigital Transducer یا IDT در هر طرف (ورودی خروجی) دارد.

مبدل ورودی موج صوتی (acoustic) را از سیگنال الکتریکی ورودی ساخته و مبدل خروجی این امواج را دریافت و مجددا به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. مبدل ها به دلیل امواج فرکانسی که بصورت برابر در جهات X- و X+ تولید می‌گردد، یک فیلتر دوطرفه عرضی ایجاده خواهد کرد. موج خروجی مبدل فقط 1/2 یا نصف بوده، لذا اگر شاهد تلفات 3dB از موج خروجی باشد، به معنای آن است که کل سیگنال ورودی و خروجی مبدل دارای افت ورودی 6dB می‌باشد.



اثر پیزوالکتریک در فیلتر SAW

همانطور که در تصویر فوق مشخص است، IDT دارای چینش و شکل بندی شبیه شانه شکل است که برروی سطح یک نیمه هادی تشکیل شده است. ویژگی های فیلتر SAW با توجه به اندازه، ارتفاع مواد تشکیل دهنده و شکل آن مشخص و بیان می‌گردد.



دیاگرام داخلی فیلتر SAW

هنگام اتصال ولتاژ به IDT، فشرده سازی مداوم ایجاد کرده و انبساطی با دامنه EMF روی تراشه (chip) تشکیل خواهد داد. این ارتعاش یا ویبره ایجاده شده همانند یک موج به طرف دیگر تراشه منتقل می‌گردد. در طرف دیگر، ارتعاشات (موج) تشکیل شده از ورودی (از طریق امواج روی تراشه) به پالس های الکتریکی مربوطه در خروجی IDT منتقل می‌گردد.

بررسی مزایای فیلتر SAW

کاهش ابعاد

پیشرفت های رو به جلو در صنعت نیمه هادی باعث شده تولیدکنندگان ابعاد دستگاه های خود را کاهش دهند. ابعاد و سایز قطعه یکی از اصلی ترین پارامتر های مورد نظر و دقت کاربر در انتخاب آن قطعه می‌باشد.

پایداری فرکانسی

پیشرفت های حاصل شده در فناوری ساخت SAW باعث بهبود در عملکرد فیلتر نسبت به قبل گردیده است. نسل فعلی فیلتر های SAW پایداری فرکانسی بیشتر نسبت به دما را به ارمغان آورده اند.

راه حل مقرون بصرفه

استفاده از تکنولوژی فیلتر SAW باعث مقرون بصرفه تر شدن بسیاری از کاربرد ها خواهد شد. لذا این پارامتر خود را در تولیدات انبوه و تیراژ بالای محصولات نشان خواهد داد.

توسعه پذیری سریع تر

با استفاده از تکنیک های شبیه سازی پیشرفته و آخرین تکنولوژی های نیمه هادی، زمان توسعه فیلتر های SAW به مراتب کمتر شده است.

کاربرد های فیلتر SAW

از جمله کاربرد های اصلی فیلتر SAW را می‌توان مواردی چون استفاده در تلفن همراه، سنسور های بی‌سیم، WiFi، صنعت خودرو سازی و حمل و نقل و ... دانست. در ادامه به این موارد اشاره شده است.

- **GPS/tracking:** استفاده از فیلتر های SAW در گیرنده GPS در تلفن های همراه و سایر دستگاه های بی‌سیم
- **WiFi:** استفاده از این فیلتر جهت فیلتر کردن عملکرد های چند باند که فیلتر SAW می‌تواند پهنای باند وسیعی را جهت پشتیبانی و پوشش دیتا ریت های بالا بهمراه آورد.
- **سنسور های بی‌سیم:** فیلتر میان گذر SAW به آنتن متصل شده و فقط اجازه عبور برخی از فرکانس های خاص این باند را از خود می‌دهد. با استفاده از این روش، تشخیص سیگنال با استفاده از این فیلتر امکان پذیر می‌باشد.
- **صنایع خودرو:** نظر به پایداری این فیلتر نسبت به تغییرات دما، از این فیلتر در صنایع خودرو سازی استفاده می‌شود. برخی از کاربرد های آن همانند قابلیت Keyless می‌باشد. از این فیلتر به مراتب در خودرو های خودران برای ماژول های ارتباطی RF (رادیویی) استفاده خواهد شد.
- **ایستگاه های پایه:** ایستگاه های پایه موبایل از فیلتر های SAW برای همه باند های LTE رایج استفاده می‌کند. خصوصا فیلتر های SAW در مفاهیم سلول های کوچک مانند Femto Cell/Pico Cell کاربرد زیادی جهت

جلوگیری از تداخل خواهد داشت.

- **پزشکی:** از این فیلتر ها نیز در کاربرد و صنایع پزشکی استفاده می‌شود. مثلا در دستگاه های دارای ارتباطات بی‌سیم از آن استفاده شده است.
- **رادار های نظامی:** با توجه به پایداری بالا و عملکرد سریع فرکانسی، فیتلر های SAW روشی مناسب برای کاربرد های رادار های نظامی می‌باشد.
- **فضایی**
- **RFID**

پارامتر های انتخاب فیلتر SAW

پهنای باند عملکردی فیلتر SAW می‌تواند بین پهنای باند خیلی باریک (حدود 2 تا 10MHz) تا پهنای باند وسیع (تا چند صد مگاهرتز) انتخاب شود. در محدوده پهنای باند انتخابی فیلتر دارای پایداری و کنترل دقیق فرکانسی می‌باشد. برای انتخاب فیلتر مواردی که باید متناسبت با کاربرد و هدف خود به آن دقت کنیم شامل موارد زیر می‌باشد.

- **فرکانس مرکزی:** بیانگر نقطه میانی فیلتر میان گذر که محدوده فرکانس هایی است که فیلتر می‌گردد.
- **پهنای باند:** مشخص کننده فرکانس های تحت پوشش آن باند فرکانسی است. مثلا اگر یک فیلتر دارای فرکانس 5MHz باشد و پهنای باند 2MHz، یعنی باند فرکانسی آن بین 4 تا 6 مگاهرتز است.
- **تلفات ورودی (Insertion loss):** مقدار تلفات توان ناشی از عبور سیگنال، که تحت شرایط تستی سازنده قطعه بیان می‌شود.
- **کاربرد:** متناسب با محیط و محل بکارگیری آن انتخاب شود.
- **پکیج قطعه**
- **ابعاد و اندازه**

نتیجه گیری

فیلتر SAW یا Surface Acoustic Wave جهت تمیز دادن یک سیگنال از سایر سیگنال ها استفاده می‌شود. نحوه عملکرد آن به این صورت است که یک سری از فرکانس ها را فیلتر کرده و یک سری دیگر را با استفاده از موج صوتی تولیده

شده توسط مبدل آن، اجازه عبور می‌دهد.

امیدوارم از این مطلب کمال بهره را برده باشید. در صورت داشتن هرگونه نظر یا سوال درباره این مطلب یا تجربه مشابه اون رو در انتهای همین صفحه در قسمت دیدگاه ها قرار بدید. در کوتاه ترین زمان ممکن به اون ها پاسخ خواهم داد. اگر این مطلب براتون مفید بود، اون رو به اشتراک بگذارید تا سایر دوستان هم بتوانند استفاده کنند. همینطور میتونید این مطلب را توی اینستاگرام با هشتگ #microelecom به اشتراک بگذارید و پیج مایکروالکام (@microelecom) رو هم منشن کنید.