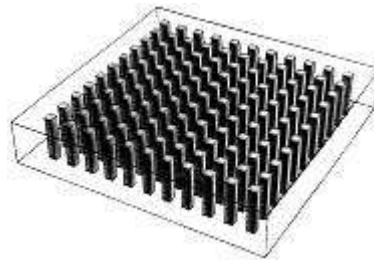


روش آزمون فراصوتی آرایه فازی (Phased Array Ultrasonic Technology)

اصول:

آزمون‌های غیرمخرب حجمی در صنعت معمولاً با روش‌های پرتونگاری و فراصوتی انجام می‌شود. محدودیت پرتونگاری در مضرات ناشی از پرتوگیری و ضعف آن در شناسایی عیوب صفحه‌ای مانند ترک، نفوذ ناقص و ذوب ناقص است. روش آزمون فراصوتی دستی در شناسایی عیوب صفحه‌ای بهتر عمل می‌کند ولی این روش کند بوده و نتایج آن بستگی زیادی به کاربر دارد. آزمون فراصوتی اتوماتیک با وجود اینکه نتایج قابل تکرار دارند، معمولاً شامل دستگاه‌های بزرگ، گران و غیر قابل انعطاف می‌شوند. دستگاه‌های قابل حمل آزمون فراصوتی که با روش آرایه فازی کار می‌کنند از روش‌های نوینی هستند که سرعت و انعطاف پذیری را به همراه دارند. در سال‌های اخیر فن آوری مواد پیزو کامپوزیت اجازه استفاده از عناصر پیزوالکتریک در آزمون‌های غیر مخرب را به شکل کامپوزیت‌های ساخته شده از میکرو میله‌های سرامیکی جاسازی شده در زمینه پلیمر می‌دهد (شکل 1).



شکل 1: نمایش شماتیک ساختار پیزو کامپوزیت

فراصوتی آرایه فازی در سال 1959 با ابداع تام براون (Tom Brown) شروع گردید. پروب آرایه‌ای متشکل از تعداد زیاد عناصر پیزوالکتریک است که هر کدام به طور مجزا به سیگنال‌های ارسالی یا دریافتی متصل شده و به طور انفرادی (مجزا) یا ترکیبی مورد نظر (با تاخیر زمانی)، کار می‌کنند. عناصر پیزوالکتریک چندتایی به شکل‌های خطی (Linear)، حلقه‌ای (Annular)، دوار (Circular) و ماتریسی (Matrix) در محفظه‌ای چیده می‌شوند. این عناصر را می‌توان به طور هم‌زمان (مثل پروب‌های قلم مویی) یا با الگوی مشخصی نسبت به هم تحریک نمود. در حال حاضر آرایه‌هایی با 4 تا 512 جزء پیزوالکتریک در یک پروب وجود دارد.

فن آرایه فازی نیازمند استفاده از پروب‌های چند جزئی با هندسه متغیر بوده که شرایط مشخصی دارند:

الف- عناصر بدون ایجاد ارتعاش در عناصر مجاور به دلیل پیوند آکوستیکی یا الکتریکی، قادر به کار کردن به صورت مجزا و مستقل باشند.
ب- حتی الامکان کارایی هر جزء باید به حدی باشد که ایجاد پرتوهای همگن را تضمین کند.

فن آوری فراصوتی آرایه فازی برپایه خصوصیات فنی زیر است:

1-چینش تعداد زیادی از کریستال‌های مشخص به عنوان یک پروب.

2- کنترل عمق کانونی.

3- کنترل زاویه هدایت کننده (steering).

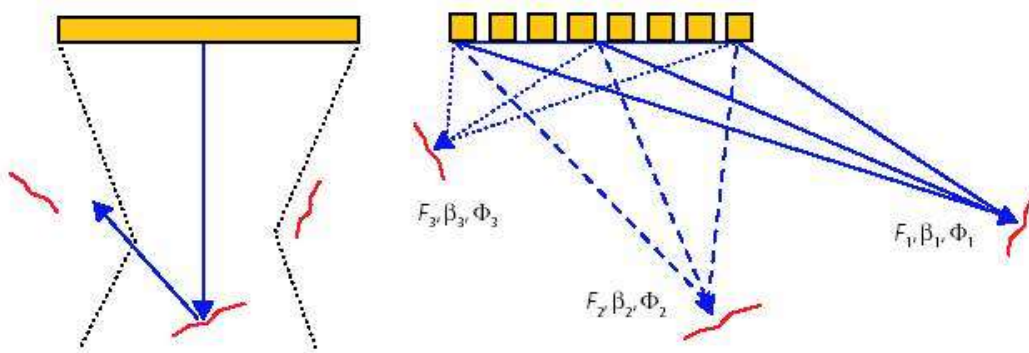
4- کنترل پهنای پرتو

5- برنامه ریزی دهانه پروب مجازی (virtual probe aperture VPA).

6- اسکن با تعداد زیاد A-scan ها.

7- نمایش داده های آزمون فراصوتی در نمای کلی که S-scan نامیده می شود.

خصوصیت اصلی روش فراصوتی آرایه فازی تحریک قابل کنترل کامپیوتری (computer controlled excitation) (دامنه و تاخیر) عناصر مجزا در پروب چندجزئی است. از طریق نرم افزار امکان تحریک اجزاء پیزوکامپوزیت، ایجاد پرتو فراصوتی متمرکز با امکان اصلاح پارامترهایی از جمله زاویه، فاصله کانونی و اندازه نقطه کانونی وجود دارد. پرتو سوئیپ کننده متمرکز شده و با حالت آینه ای (specular mode) عیوبی که جهت گیری مناسبی ندارند را شناسایی کند. این عیوب ممکن است به صورت تصادفی دور از محور پرتو قرار داشته باشند. در پروب تک کریستالی که حرکت و زاویه پرتو محدودی دارد، به احتمال زیاد عیوب بد جهت یا عیوبی که دور از محور پرتو قرار گرفته اند، شناسایی نمی شوند (شکل 2).



شکل 2: شناسایی عیوب بد جهت با پروب های تک کریستال (چپ) و چند جزئی (راست). پرتو برای پروب تک کریستال واگرا شده و تک جهتی است در حالیکه برای پروب آرایه فازی تمرکز یافته و چند زاویه ای است. با پروب های آرایه فازی عیوب با جهات مختلف قابل شناسایی است.



Corporate
Member

طوبی تاک
شرکت مهندسی
مشاور و بازرسی



TUBI
TAK
Consulting Eng.
& Inspection Co.

نوعاً، آرایه فازی از A-scan های روی هم انباشته (که B-scan هم نامیده می شود) با زوایا، زمان سیر یا گسیل (time of flight) و تاخیرهای زمانی مختلف روی هر کدام از اجزاء پروب آرایه فازی، استفاده می کند.

اطلاعات لحظه‌ای از تعداد کل A-scan ها برای وضعیت خاصی از پروب، در اسکن قطاعی (sectorial scan) یا S-scan یا در B-scan الکترونیکی نمایش داده می شود.

هردوی S-scan و اسکن الکترونیکی تصویر سرتاسری و اطلاعات آنی را در مورد جزء و ناپیوستگی‌های محتمل شناسایی شده (در محدوده فراصوتی و در تمام زوایا و وضعیت‌ها) فراهم می کند. داده‌های بازرسی در چندین نما یا طرح نمایش داده می شود؛ دامنه عیب را می تواند با رنگ خاصی کدگذاری نمود. برای هر نما می توان داده‌ها را به صورت دوبعدی ترسیم نمود.

تجهیزات فراصوتی آرایه فازی قابل حمل که کامپیوتری بوده به صورت دستی، نیمه خودکار یا خودکار موجود است. این نسل جدید از تجهیزات مزایای زیادی را به همراه دارند از قبیل سرعت، انعطاف پذیری، ذخیره داده‌ها، امکان تصویر برداری، تکرارپذیری آزمون به همراه قابلیت حمل، راه اندازی آسان و هزینه نسبتاً کم.

آرایه‌های فازی فراصوتی در اصل شبیه رادار و ردیاب آرایه فازی و دیگر کاربردهای فیزیک موج است. کاربردهای آرایه‌های فازی فراصوتی توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته است ولی کاربردهای صنعتی آن محدود به چند سال اخیر می شود. از نقطه نظر کاربردی، آرایه‌های فازی فراصوتی فقط تکنیکی برای ایجاد و دریافت امواج فراصوتی است، زمانی که فراصوت در داخل ماده است، مستقل از تکنیک تولید آن (پیزوالکتریک، الکترومغناطیس، لیزر یا آرایه فازی) است. در نتیجه بسیاری از جزئیات آزمون فراصوتی تغییر نمی کند مثلاً اگر تواتر بهینه آزمون برای روش معمول فراصوتی 5 مگاهرتز باشد، آرایه‌های فازی نیز در تواتر، اندازه روزنه، طول کانونی و زاویه تابش برابر قابل استفاده است.

مزایا:

برخی از مزایای استفاده از روش آرایه فازی عبارتند از:

- جایگزینی اسکن مکانیکی قدیمی با اسکن الکترونیکی سریعتر که باعث کاهش هزینه‌های اپراتور و زمان تعطیلی دستگاه یا کارخانه می شود (کاهش قابل توجه هزینه به دلیل کاهش زمان تنظیم و بازرسی).
- استفاده از یک پروب برای کار در عمق‌های مختلف (با ابزار متمرکز کردن الکترونیکی).
- تغییر زوایای تابش با یک پروب (با ابزار شکست الکترونیکی).
- به دلیل انعطاف پذیری این روش با یک پروب آرایه فازی می توان اجزاء مختلف با طرح‌های متفاوت بازرسی را ارزیابی نمود.
- امکان بازرسی اشکال پیچیده
- امکان بازرسی با وجود قید و بندهای محیطی (دما، فشار، تشعشع)



Corporate
Member

طوبی تاک
شرکت مهندسی
مشاور و بازرسی



TUBI
TAK
Consulting Eng.
& Inspection Co.

- امکان بازرسی در محیط‌های صنعتی سخت مثلا از نظر وجود ارتعاشات یا عوامل شیمیایی آلوده کننده.
 - امکان استفاده از اندازه آرایه کوچک برای جاهایی که از نظر فضا محدودیت وجود دارد (مثل توربین‌ها و دیسک‌ها).
 - جایگزینی اجزاء مکانیکی با الکترونیکی باعث کاهش سایش و گسیختگی و افزایش اعتبار سیستم می‌شود.
- دستگاه فراصوتی آرایه فازی قابل حمل از قابلیت کامپیوتری بالایی برخوردار بوده و می‌تواند به صورت دستی، نیمه خودکار و تمام خودکار کار کند. این نسل جدید از تجهیزات مزایای زیادی از روش آرایه فازی مانند سرعت، انعطاف پذیری، ذخیره اطلاعات، تصویربرداری، تکرار پذیری و حجم پایین و مزایای آزمون فراصوتی دستی مانند قابلیت حمل، تنظیمات ساده و قیمت نسبتا پایین را ارائه می‌نماید.

محدودیت‌ها:

1- محدودیت‌های فنی

2- اندازه هر جزء مجزا در عمل به حدود 0.15 mm محدود شده و معمولا زیر 20 MHz است.

3- محدودیت اصلی آرایه‌ها قیمت است. آرایه‌ها پیشرفته‌تر که اجزاء زیادی دارند، گران هستند.

کاربردها:

آرایه‌های فازی فراصوتی در اصل شبیه رادار و ردیاب آرایه فازی و دیگر کاربردهای فیزیک موج است. کاربردهای آرایه‌های فازی فراصوتی توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته است ولی کاربردهای صنعتی آن محدود به چند سال اخیر می‌شود. از نقطه نظر کاربردی، آرایه‌های فازی فراصوتی فقط تکنیکی برای ایجاد و دریافت امواج فراصوتی است، زمانی که فراصوت در داخل ماده است، مستقل از تکنیک تولید آن (پیزوالکتریک، الکترومغناطیس، لیزر یا آرایه فازی) است. در نتیجه بسیاری از جزئیات آزمون فراصوتی تغییر نمی‌کند مثلا اگر تواتر بهینه آزمون برای روش معمول فراصوتی 5 مگاهرتز باشد، آرایه‌های فازی نیز در تواتر، اندازه روزنه، طول کانونی و زاویه تابش برابر قابل استفاده است.

از این روش در تولید مواد اولیه و صنایع هسته‌ای، پتروشیمی، دفاعی، ساخت و تولید و هوافضا استفاده می‌شود. برخی از کاربردهای معمول فن آرایه فازی عبارتند از:

1- بازرسی لوله‌ها

2- بازرسی مواد کامپوزیت و قطعات آهنگری شده

3- بازرسی مواد جوشکاری شده و جوش‌های آستیتی

4- بازرسی قطعات پیچیده مثل توربین و نازل‌های راکتور

5- بازرسی جوش لیزر

6- شناسایی و اندازه‌گیری ترک خوری خوردگی تنشی در رتور توربین



Corporate
Member.

طوبی تاک
شرکت مهندسی
مشاور و بازرسی



TUBI
TAK
Consulting Eng.
& Inspection Co.

- 7- آزمون جوش لوله آستنتی با قطر کم
- 8- آزمون هنگام سرویس لوله برای ترک خوری خوردگی تنش
- 9- آزمون جوش لب به لب
- 10- آزمون جوش T شکل سازه‌های پل
- 11- شناسایی ترک خوری ناشی از هیدروژن
- 12- شناسایی خوردگی فلانچ زیر واشر
- 13- بازرسی نازل
- 14- آزمون محور و شفت
- 15- آزمون پیچ‌های اتصالات