

AKUSTİK MİKROSKOP

Y. Müh. Aydın SEZGİNER

Ses katı madde içinde rahatça hareket eder. Işığın bu özelliği yoktur. X ışınları ise maddenin yalnız bir kesiti üzerinde bilgi veremez. Sesin madde içindeki hareket özelliğinden faydalanarak numuneyi kesmeden mikroskopik ölçülerde kesit alıp bunun görüntü haline getirilmesi yalnız akustik mikroskoplarla sağlanmaktadır.

Dr. Tsai arkadaşı olan Wang ve Lee'nin çalışmalarını bir müddet izledikten sonra yorgun talebelerinin biraz gülmeye ihtiyacı olduğunu düşünerek:

— Eger Röntgen makinası ile optik mikroskop evlenseydi, çocukları böyle olurdu, dedi.

Dr. Tsai iki talebesile beraber Ulusal Bilim Vakfı tarafından desteklenen AKUSTİK MİKROSKOP projesini Carnegie-Mellon Üniversitesinde yürütüyordu.

Akustik mikroskop fikri esasında 40 yıl önce S. Y. Sokolov isimli bir Sovyet fizikçisi tarafından ortaya atılmıştı. Dr. Tsai ile arkadaşlarının yaptığı çalışmadan önce, örneğin Gutfeld ve Melcher'in arkasından Wickramasinghe'nin geliştirdikleri Akustik mikroskop bir çok sanayi kuruluşunun laboratuvarında kullanılmaktadır.

Akustik mikroskopun çalışma prensibi oldukça basittir. Ses dalgaları elektromagnetik dalgaların bir türü olarak bilinir. Eger numune olarak kabul edilen bir malzeme üzerine genlikleri ve titreşimleri belirli dalgalar çarparsa, malzemenin o noktasındaki enerji düzeyini etkiler. Enerji düzeyi etkilenen nokta bir titreşim meydana getirir, yani kulağımızın duyamayacağı bir gürültü çıkarır. Gerek gücü ve gerekse frekansı nedeniyle duyamadığımız bu gürültü, incelenen numunenin molekül yapısı, ve fiziksel özelliklerine göre değişir. Bu ses dalgalarını değerlendirerek numunenin o noktasının yapısını tanıyabiliriz.

Şimdi bu basit ilkelerin uygulamaya konulma şekillerini sırasile inceleyelim. İlk olarak numune üzerine genlikleri ve titreşimleri aynı kalan dalgalar gönderilmesi gerekir. Böyle dalgalara modüle edilmiş dalgalar denir. Dış Dünyanın seslerinden etkilenmemek için bu dalgalar ultrasonik dalgalar olarak saptanır. Modüle edilmiş ultrasonik dalgalar piezoelektrik malzemelerden

elde edilir. Piezoelektrik malzeme pikap kafasındaki iğneler gibi titreşimi elektrik akımına veya elektrik akımını titreşime çevirebilen maddelerden başka bir şey değildir. Amaç ultrasonik dalgaları gereğince üretilen numunenin üzerindeki bir noktaya yoğun olarak düşürebilmektir. Bunun için Şekil I'de gösterilip açıklandığı gibi bir düzen kurulur.

Artık numunenin üzerine gerekli ses titreşimleri düşürülmüştür. Bu titreşimlerin malzemenin enerji düzeyinde meydana getirdiği değişiklik sonucu çıkan yeni ses bu defa tıpkı titreşimleri oluşturan sisteme benzer bir sistemle toplanarak elektrik sinyalleri haline dönüştürülür. (Şekil III) Numune hareket ettirilerek tıpkı televizyon ilkesinde olduğu gibi malzemenin her durumu için bir sinyal elde edilir. Bir elektronik hafızada depolanan bu sinyaller ekrana yansıtılarak taranan yüzeyin görüntüsü elde edilir.

Akustik mikroskopun en önemli özelliği odak düzleminin (Şekil II) numunenin kesiti içinde herhangi bir yerde veya yüzünde tutulabilmesidir. Ekranda elde edilen daima odak düzleminin resmidir. Bu suretle numune kesilmeden istenildiği herhangi bir yerinden alınacak kesitin görüntüsü elde edilebilir, hem de akustik mikroskopla elde edilebilecek büyütme oranlarında. Böyle çalışmalara ait görüntüleri Şekil IV ve Şekil V de görmek mümkündür.

Bu yöntemin ayrıca malzemenin kimyasal yapısını çözmek için kullanılması da oldukça gelişmiş bulunmaktadır. Fotoakustik spektrometreler bugün bir çok laboratuvarında kullanılmaktadır. Bu uygulama bize ilerde maddenin içine hem fiziksel hem kimyasal özelliklerini göreceğ şekilde bakacak mikroskopların geliştirilebileceği umudunu uyandırmaktadır.

Elektronik parçaların imalinin mikroskopik boyutlara ulaştığı çağımızda özellikle mikros-

kobik entegre devrelerin hazırlanmasında önemli rol oynayan akustik mikroskop yakın gelecekte kendisinden en çok söz edilen laboratuvar ve endüstri donanımlarından biri olacaktır.

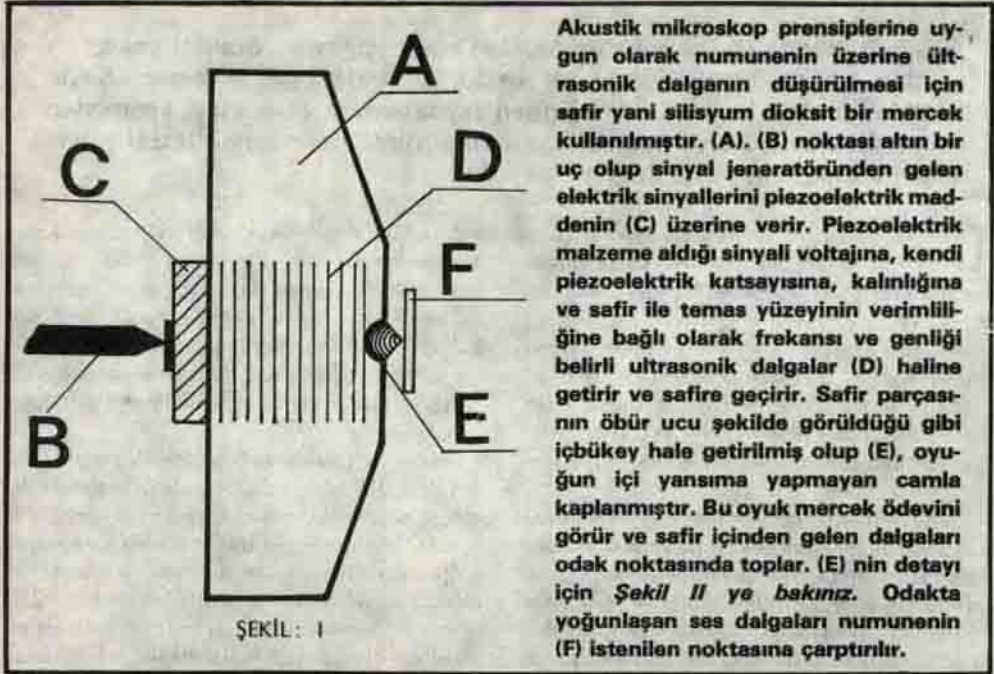
FAYDALANILAN KAYNAKLAR :

TSAI, C.S., LEE, C.C. ve WANG, J.K. *Transmission Scanning Acoustic Microscopy*, International

Laboratory, S: 3, C: 9, Mayıs-Haziran 1979 U.S.A.

ROSENCWAIG, Allan *Photoacoustic Microscopy*, International Laboratory, S: 5, C: 9, Eylül-Ekim 1979, U.S.A.

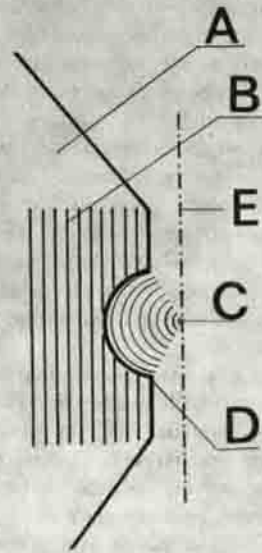
QUATE, Calvin F., *Acoustic Microscopy*, Scientific American, Ekim 1979, U.S.A.

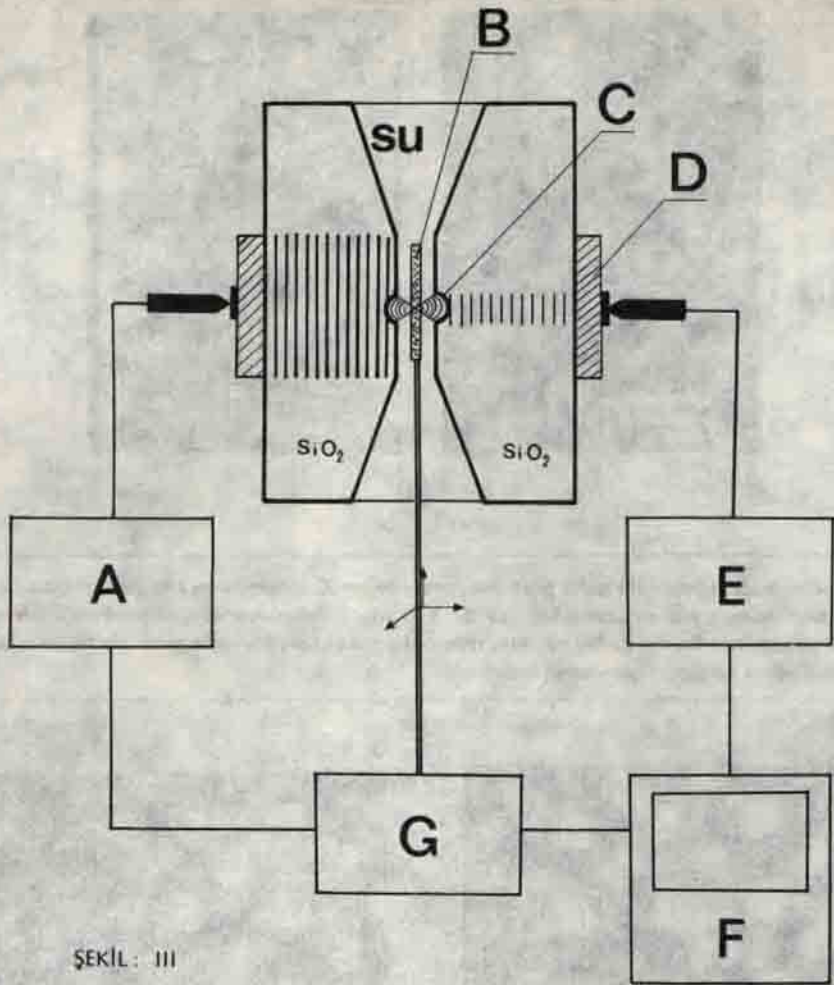


Akustik bir merceğin yapısı

Safir (A) içinden gelen ültrasonik dalgalar (B) safirin ucundaki küresel içbükey bir yüzey tarafından kırılarak bir odak noktasında toplanır (C). İçbükey yüzeyin (D) içi ışığı yansıtmayan cam ile kaplıdır. Numuneyi safir yüzeyine paralel bir düzlemde iki eksen boyunca hareket ettirerek her noktaya bir ses yoğunlaştırılması verilebilir. Ses dalgaları numune içinde rahatça hareket edeceklerinden bu odak düzlemini (E) numunenin içine de sokmak mümkündür. Bu suretle odak düzleminden numune kesilmiş gibi sonuç almak mümkündür. Safirde açılan (D) yuvasının çapı 0.04 mm. odak uzaklığı ise Safir-su ortamında 1.3 R dir. Böyle bir merceği bugünkü teknikle optik mikroskoplarda kullanmak olanaksızdır.

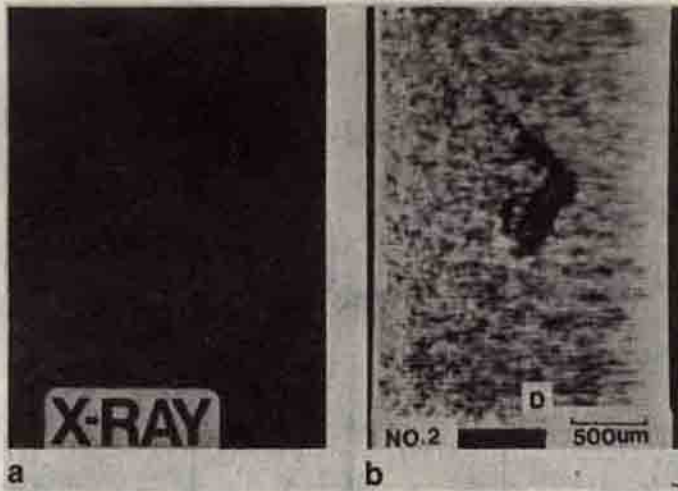
ŞEKİL: II





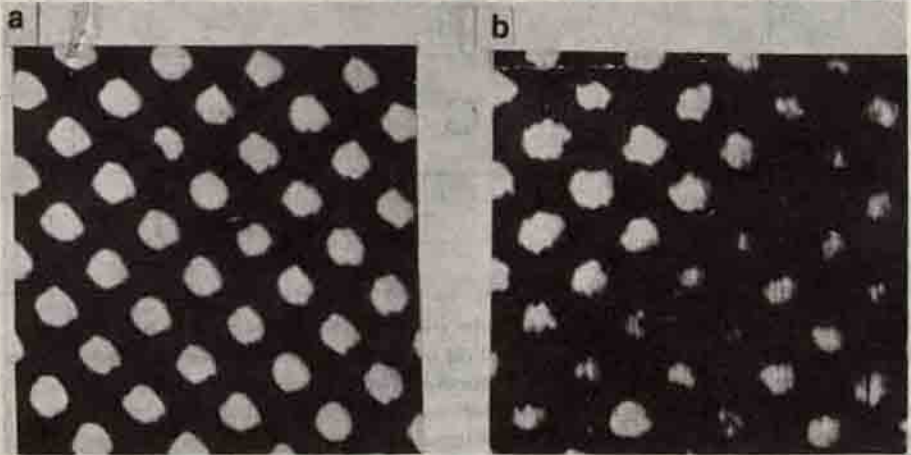
ŞEKİL : III

Akustik merceğin çalışması için gerekli elektrik sinyal bir darbe halinde Sinyal Jeneratöründen (A) sağlanır. Şekil I ve Şekil III de anlatıldığı gibi sinyal ses dalgaları haline dönüştürülerek numune (B) üzerine düşürülür. Numunenin içinde bulunduğu ortam su'dur. Safirden suya geçişte ses dalgalarının kırılması daha yüksek olmaktadır. Bir noktada yoğunlaşan ses dalgaları o noktanın fiziksel ve moleküler yapısına uygun olarak enerji düzeyini etkiler ve nokta titreşime geçerek yeni bir akustik dalga üretir. Bu dalga bir akustik mercek (C) toplanır ve piezoelektrik madde (D) tarafından elektrik sinyaline çevrilerek bir sinyal geliştirme merkezine (E) gönderilir. Bu merkez sinyali kuvvetlendirir ve bir televizyon alıcısının istediği şekle getirerek hafıza ve ekranın bulunduğu (F) merkezine gönderir. Gelen sinyalin hangi hafızaya yerleştirileceği konusunda da emri (G) Hareket-Sinyal Senkronizasyon merkezinden verilir. Bu merkez numunenin hareketini sağlar, bu arada sinyal jeneratöründen gönderilen darbeye gelen cevap numunenin hangi noktasına aitse o noktaya ait hafıza elemanına kaydedilmesi için (F) merkezini uyarır. G hareket merkezi numunenin her noktası için bu işlemi bitirdikten sonra hareketi durdurur ve hafıza ünitelerinde biriken verilerin hep beraber ekrana yansıtılması için (F) merkezine emir verir. O anda numunenin taranan kesintinin görüntüsü ekranda belirir.



ŞEKİL : IV

0.25 mm. kalınlığında bir çelik plakanın ortasından X ışınları ile ve akustik mikroskopi ile incelenmesinde alınan sonuçlar. (a) da X ışınları ile alınan sonuçta herhangi bir şey gözükmemektedir. (b) de ise akustik mikroskopi ile alınan sonuçta çelik plakanın içinde bir malzeme boşluğu görülmektedir.



ŞEKİL : V

(a) da elektronik amaçla yapılmış bakır bir ızgaranın (grid) akustik mikroskopi ile elde edilen resmi gözükmemektedir. ızgaranın kalınlığı 0.04 mm., deliklerin aralıkları 0.06 mm. dir. Bu ızgara epoksi bazlı bir yapıştırıcı ile 0.05 mm. kalınlığında iki pirinç levhanın arasına yapıştırılmıştır. ızgaranın artık optik mikroskopi ile görünme olanağı yoktur. (b) de yapıştırıcıdan sonra akustik mikroskopi ile elde edilen resim görülmektedir. ızgara delikleri aynı netlikte seçilmemektedir. Parlaklığın azaldığı ve deliklerin kapalı olduğu yerlerde yapıştırıcının fazla gelip taşması nedeniyle iki pirinç plaka arasının kısmen veya tamamen dolduğu gözlenmektedir.