

ÖZET

ULTRAKOMPAKT AKUSTİK METAMALZEME MERCEK

5 Bu buluş, Tıbbi görüntüleme, su altı görüntüleme, doğrultusal ses sistemlerinde kullanılan düzlemsel ve kompakt akustik Fresnel merceklerin geliştirilmesi sonucu ultrakompakt akustik metamalzeme mercek ile olup, özelliği; yarı yansız odada akustik merceklerin (M) bir optik masa üzerine yerleştirilip belirli bir uzaklıktaki hoparlör (H) tarafından üretilen sinüzoidal düzlemin dalgalar ile uyarılması (10),
10 akustik merceklerin (M) çıkışında elektret mikrofon (E) ile akustik alanın kaydedilmesi (20), elektret mikrofonun (E), odak bölgesinde kontrol sistemi tarafından bir üç boyutlu hareket sistemi (S) ile tam otomatik olarak hareket ettirilmesi sonucu akustik alan taramasının yapılması (30), bir keyfi dalga üretici (D) tarafından üretilen ve bir ses yükselteci (Y) tarafından güçlendirilen sinüs sinyalleri ile hoparlörün sürülmesi (40),
15 elektret mikrofon (E) verilerinin sinyal şartlandırıcı (Ş) ile güçlendirilmesi sonucu dijital osiloskopta gözlemlenmesi (50), dijital osiloskop (O) verilerinin bilgisayara aktararak kaydedilmesi (60) ve akustik karakterizasyonun gerçekleştirilmesi (70) sonucu elde edilen veriler doğrultusunda ultrakompakt akustik metamalzeme merceklerin üretilmesi (80) işlem basamaklarından meydana gelmesidir.

İSTEMLER

- 1- Buluş, ultrakompakt akustik metamalzeme mercek ve bu merceğin karakterizasyonunda kullanılan deney yöntemi olup, özelliği;
- 5 — yarı yansız odada akustik merceklerin (M) bir optik masa üzerine yerleştirilip belirli bir uzaklıktaki hoparlör (H) tarafından üretilen sinüzoidal düzlemin dalgalar ile uyarılması (10),
- akustik merceklerin (M) çıkışında elektret mikrofon (E) ile akustik alanın kaydedilmesi (20),
- 10 — elektret mikrofonun (E), odak bölgesinde kontrol sistemi tarafından bir üç boyutlu hareket sistemi (S) ile tam otomatik olarak hareket ettirilmesi sonucu akustik alan taramasının yapılması (30),
- bir keyfi dalga üretici (D) tarafından üretilen ve bir ses yükselteci (Y) tarafından güçlendirilen sinüs sinyalleri ile hoparlörün sürülmesi (40),
- 15 — elektret mikrofon (E) verilerinin sinyal şartlandırıcı (Ş) ile güçlendirilmesi sonucu dijital osiloskopta gözlemlenmesi (50),
- dijital osiloskop (O) verilerinin bilgisayara aktararak kaydedilmesi (60) ve
- akustik karakterizasyonun gerçekleştirilmesi (70) sonucu - elde edilen veriler doğrultusunda ultrakompakt akustik metamalzeme merceklerin üretilmesi (80)
- 20 işlem basamaklarını içermesidir.
- 2- Buluş, ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; akustik mercekler (M) 2 mm kalınlığındaki çelik levha (L) üzerine lazer CNC ile açılan bir merkezi kavite (1) ve bunun etrafında olacak şekilde eş merkezli çembersel sıralar üzerine dizili üç sıra
- 25 halinde birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3) ve üçüncü dairesel kavitelere (4) sahip olması ile karakterize edilmesidir.
- 3- İstem 2’de bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM) simülasyonları ile 2190 Hz. frekansında gelen düzlem
- 30 dalgalar için rezonans oluşturup olağanüstü akustik geçirgenlik sağlanacak yapıda membran kaplı kavitelerin yarıçapları (6) ve merkezdeki membransız kavite yarıçapına (7) sahip olması ile karakterize edilmesidir

- 4- İstem 2 veya İstem 3'te bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; alüminyum folyodan membran (5) ile kaplı birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3) ve üçüncü dairesel kaviteleri (4) içermesi ile karakterize edilmesidir.
- 5 5- İstem 2 veya İstem 3'te bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; membran (5) kalınlıkları sırası ile 20 μm , 70 μm ve 100 μm olan birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3) ve üçüncü dairesel kavitelere (4) sahip olması ile karakterize edilmesidir.
- 10 6- İstem 2 veya İstem 3'te bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; membran (5) içermeyen merkezi kaviteye (1) sahip olması ile karakterize edilmesidir.
- 15 7- İstem 2 veya İstem 3'te bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; rezonans frekansında iki boyutta periyodik olarak sıfıra yakın etkin yoğunluk sergileyen membran (5) ile kaplı birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3) ve üçüncü dairesel kaviteleri (4) içermesi ile karakterize edilmesidir.
- 20 8- İstem 2 veya İstem 3'te bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; kavitelerden çıkan dalga bileşenlerinin faz ilişkileri göz önünde bulundurularak belirli bir odak uzaklığında (U) odaklama sağlanacak biçimde sayısal olarak membran (5) kaplı kavitelerin dizildiği eş merkezli çember yarıçaplarına (8) sahip olması ile karakterize edilmesidir.
- 25 9- İstem 2 veya İstem 3'te bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3) ve üçüncü dairesel kavitelerin (4) her üç sırasını kapsayacak şekilde tasarlanan levha yarıçapına (9) sahip olması ile karakterize edilmesidir.
- 30 10- İstem 2 veya İstem 3'te bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; dış çeperleri kırınım etkilerinden sakınmak için akustik soğurucu sünger ile kaplanmış akustik mercek (M) içermesi ile karakterize edilmesidir.

- 11- İstem 2 veya İstem 3'te bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme merceğin alternatifi olup, özelliği; çembersel sıraları oluşturan kavitelerin 70 μm kalınlığında membran (5) kaplı olan 200 mm mesafede kırınım limitinin altında odaklama ve akustik şiddette 5 dB'nin üzerinde artış sağlayan akustik mercek (M) içermesi ile karakterize edilmesidir.
- 12- İstem 11'de bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme merceğin alternatifi olup, özelliği; klasik Fresnel merceğine göre %78 daha küçük olan ultra kompakt yapıdaki akustik merceğe (M) sahip olması ile karakterize edilmesidir.
- 13- İstem 2 veya İstem 3'te bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme merceğin alternatifi olup, özelliği; üç sıra halindeki kavitelerin içten dışa doğru sırası ile 20 μm , 100 μm ve 70 μm kalınlığında membran (5) kaplı ve 2190 Hz. frekansında kırınım limitine yakın odaklama ve akustik şiddette 0.3 dB güçlenme sağlayan akustik merceğe (M) sahip olması ile karakterize edilmesidir.
- 14- İstem 13'de bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme merceğin alternatifi olup, özelliği; klasik Fresnel merceğine göre %84 daha küçük olan ultra kompakt yapıdaki akustik merceğe (M) sahip olması ile karakterize edilmesidir.
- 15- İstem 1'de bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; 15°, 30° ve 45° geliş açıları için akustik alan taramasının yapılması (30) işlem basamaklarını içermesi ile karakterize edilmesidir.
- 16- İstem 2'de bahsedilen ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; membranların (5) rezonans frekansları üzerlerine küçük kütleler konumlanarak ayarlanabilir olması ve ayarlanabilir odaklama özelliğine sahip akustik mercek (M) içermesi ile karakterize edilmesidir.

TARİFNAME

ULTRAKOMPAKT AKUSTİK METAMALZEME MERCEK

5 Teknolojik Alan:

Bu buluş, Tıbbi görüntüleme, su altı görüntüleme, doğrultusal ses sistemlerinde kullanılan düzlemsel ve kompakt akustik Fresnel merceklerin geliştirilmesi sonucu ultrakompakt akustik metamalzeme mercek ile ilgilidir.

10

Tekniğin Bilinen Durumu:

Mevcut sistemdeki hoparlörler temel olarak, bir kaynaktan aldıkları elektriksel sinyalleri kulağımız aracılığı ile algılayabileceğimiz titreşimlere yani seslere çeviren dönüştürücülerdir. Ses sinyalleri analog ve sayısal ses olarak sınıflandırılmaktadır. Analog sesler süreklilik arz eden sinyallerden oluşmaktadır. Sayısal sesler ise bilgisayar sisteminin kısıtlamalarından dolayı analog sesleri parçalara ayırarak sayısallaştırmaktadır. Ses, sayısal dönüştürücülerin örneğin iki kanal için 44100 gibi parçalara bölünerek ve tekrar birleştirilmesi sonucu elde edilmektedir. Sayısal sesin üretiminde amaç, analog/gerçek sese yakın bir ses üretimi sağlanmasıdır.

20

Sayısal sesin elde edilmesinde, parçaların birleştirme kısımlarında sesin doğasından kaynaklanan Gibbs fenomeninden dolayı Gibbs osilasyonları meydana gelmektedir. Gibbs osilasyonları, sesin kesildiği andaki ses dalgasından daha yüksek genliğe ve daha geniş frekans aralığına sahiptir. Ayrıca duyulabilir geçiş (transient) sinyali benzeri sesi bozan sinyaller meydana getirmektedir. Dolayısı ile birleştirilen her bir parçanın sonlarında genlik sayısal filtre ile sönümlendirilmektedir. Bu nedenle de sayısal ses dalgası sese yaklaşık olarak üretilebilmektedir.

25

Sayısal sesin elde edilmesinde kullanılan sayısal filtreleme, sesi temizlemekte ancak bir yandan da genlik ve frekans kayıpları meydana getirmektedir. Bu durum işitme sistemine belirsiz gibi gelse de hem zihni yormakta hem de bir boşluk hissi

30

oluşturmaktadır. Elde edilen ses, sayısal konvolüsyon filtreleri ile zenginleştirilebilmekte ya da eşitleme (equalizing) ile düzeltilmeye çalışılmasına karşın sayısal ses işleme kısıtlamalarından ötürü istenilen algılama doygunluğuna ulaşamamaktadır.

5

Sayısal seste işitme sistemi tarafından algılanan ve dikkat edilmesi gereken diğer unsur da sesin derinliğidir. Oluşan sinyal kayıpları sesin derinliğinde etkili olarak sesin derinliğini azaltmakta ve hatta yön-konum algısını da etkileyebilmektedir. Bunları düzenlemek için ise yazılımlar ya da elektronik devreler ve çok sayıda ek elektronik cihaz gerekmektedir.

10

Ayrıca sayısal kayıtların dinlenmesinde analog kayıtlara göre doygunluk eksikliği bulunmakta ve sesler daha zayıf algılanmaktadır. Bunun sebebi sayısal kayıtların daha kesin ölçülerde olmasından ileri gelmektedir. Çünkü işitme sisteminin bir sesi şiddet ve frekans olarak tanımlayabilmesi için periyodik olarak uzatılması gerekmektedir.

15

Elektronik devrelerin ve sayısal yazılımların kullanımı ile frekans dengesinde bozulmalar meydana gelmektedir. İşitme sistemi sesi kendi referans değerlerine göre algılandığından sesi de ölçülen değerlerden farklı algılanmaktadır. Bu neden ile bas frekansların enerji giriş ve çıkışları arttırılmadan bas hoparlör önüne eklenecek bir akustik mercek ile bas seslerin duyulabilirlik seviyesinin daha dolgun, tatmin edici ve daha şiddetli algılanmasını sağlamak mümkündür.

20

Genel olarak yapılan akustik lensler ses dalgalarını sıkıştırıp açmakta ve yayarak ses şiddetlerini arttırmakta fakat ses frekans dengelerini bozarak sesin doğrusallığını bozmakta ve bazı frekanslar daha fazla şiddetlenerek diğer frekanslardaki sesleri örtmektedirler. Sadece belirli frekanslarda aşırı şiddet artışı sağlamaktadırlar. Yakın mesafede rahatsız edici olmaktadır.

25

Çok yollu hoparlör kabinlerinde en önemli öge bas hoparlördür. Bas frekanslı sesler geniş bir alana yayılmakta ve yönlendirilmeleri zor olmaktadır. İşinsal olarak düşünülemezler. Geçiş (crossover) frekanslarındaki küçük sapmalar ses algılama

30

kalitesinde önemli sorunlar yaratmaktadır. Genellikle en fazla enerji yiyen pasif elektronik filtre devresi ile geçiş frekansları ayarlanmaktadır. İstenen ise küçük kabinde alçak frekanslı seslerin duyulabilmesi ve bu alçak frekanslı seslerin diğer frekanslardaki seslere etki etmemesidir. Böyle bir ses elde etmek için kabin hacmi büyük ve ağır olmak
5 zorundadır.

TR201719853 numaralı patent başvurusunda “Çok Yollu Hoparlör Kabini Bas Hoparlörü Akustik Fresnel Lens Sistemi” açıklanmıştır. Buluş, direkt ses dalgaları ve endirekt ses dalgaları meydana getirerek bas seslerin oluşturulmasını sağlayan en az bir
10 bas hoparlörü içeren bir hoparlör kabini önünde konumlandırılan bir akustik Fresnel lens sistemi olup özelliği, bas hoparlöründen gelen ışımsal olmayan bas ses dalgalarının dağılmasını önlemek üzere bas ses dalgalarını iç yüzeyinde toplayarak yukarı doğru yönlendiren ve bas ses hoparlöründen çıkan direkt ses dalgalarına ilaveten çoklu sayıda iç yüzey üzerinden yansıyarak dağılan endirekt ses dalgalarıyla, yakın ses alanında,
15 girişimler oluşturacak şekilde bas hoparlörün ön alt kısmında konumlandırılmış bir akustik Fresnel lens içermesidir.

TR201007961 numaralı patent başvurusunda “Görüntüleme Araçlarının Tespiti Ve Bunların Çalışmasının” açıklanmıştır. Buluş amacına ulaşmak üzere, bir kamera
20 merceği, bu mercekten gelen görüntünün alındığı bir görüntü algılama devresi, bu devre aracılığıyla elde edilen görüntü sayısal değerlerinin gönderildiği bir mikroişlemci, bir ışık kaynağı, mikroişlemci tarafından denetlenen bir lcd ekran ve bir odak merceği içeren bir cihaz ile ilgilidir. Buluşa uygun cihaz ayrıca, ışık kaynağından gelen ışığın doğrusal hale getirilmesi için bir lcd ekranın ön tarafına yerleştirilen bir Fresnel lens ve
25 ışık kaynağının yaydığı ısıdan görüntü algılayıcı devre ve mikroişlemciyi korumak amacıyla filtreler de içerebilmektedir.

TR201105114 numaralı patent başvurusunda “Akustik Sinyal Detektörü” açıklanmıştır. Buluş, su içinde hareket eden bir hedefi algılamak için bir akustik sinyal detektörü
30 açıklanmaktadır. Akustik sinyal detektörü, bir ön kısma sahip bir gövdeyi içerebilir, ki burada ön kısım gittikçe daralan bir enine kesite ve bir düzlem olması için şekillendirilen bir uca sahiptir. Düzlem, akustik sinyal detektörünün bir hareket yönüne

karşı dik olabilir. Akustik sinyal detektörü ayrıca ses üretmek için ve bir hedef tarafından yansıtılarak geri gönderilen sesi algılamak için yapılandırılmış birçok sensör dizilimini içerebilir. Birçok sensör dizilimi ön kısmın bir yan yüzeyi üzerine ve düzlem üzerine monte edilebilir.

5

CN104505088A yayın numaralı “Yerdeğiştirmeye Dayalı Akustik Dalga Odaklama Cihazı” açıklanmıştır. Buluş, modların yerdeğiştirmesine dayalı akustik odaklama ile ilgili geliştirilen metamatzemeler ile ilgilidir.

10 <http://www.daraio.caltech.edu/publications/Acoustic%20Fresnel.pdf>

Yukarıdaki verilen linkteki makalede; olağanüstü akustik iletim ilkesine dayanan, sayısal ve deneysel olarak yüksek verimli akustik lenslerden bahsedilmiştir. Delikli hava kanallarından oluşan dairesel düz lensler incelenmektedir. Geometri, ikili Fresnel lenslerine benzer ve lensler, kanallardaki Fabry-Perot rezonansları ve lens yüzeyindeki boşluk rezonansları gibi iletimi arttırmak için çeşitli rezonans mekanizmalarından yararlanılmaktadır. Önerilen lensler, gelen enerjinin % 83'üne kadar aktarabilmekte ve çok yüksek amplifikasyonla (deneysel olarak 16 dB'ye kadar) keskin odaklanma yapabilmektedirler. Ayrıca, ortaya çıkan lensler benzer performans sağlayan diğer tasarımlardan daha incedir ve bu da akustik görüntüleme ve tıbbi teşhis uygulamalarında kullanım için ideal adaylar olmaktadır.

20

<https://www.nature.com/articles/srep06830>

Yukarıdaki verilen linkteki makalede; akustik lenslerin, ultrason görüntülemeye tahribatsız testlere kadar çeşitli alanlardaki uygulamalarından bahsedilmiştir. Kompakt boyutlu ve yüksek verimli düzlemsel bir akustik lens, minyatürleştirme ve entegrasyon için çok önemlidir ve akustik alan için derin etkilere sahip olmaktadır. Bununla birlikte, yüksek kırılma indisi ile empedans uyumsuzluğu arasındaki denge nedeni ile gerçekleşmesi zor olmaya devam etmektedir. Burada, üç boyutlu uzayda akustik dalgaların yakınsamasını yönlendirebilen ilk ultra ince düzlemsel akustik lense tasarlanmış ve deneyimlenmiştir. Önerilen kırılma malzemesini, yüksek kırılma indisi ve uygun empedansın bir arada bulunma mekanizmasını ortaya koyan hibrit labirent birimleri ile analitik olarak tanımlamak için teorik bir yaklaşım geliştirilmiştir. Odak

30

noktasında akustik enerjiyi çok yüksek iletim verimliliği ile 15 dB artırabilen bir hiperbolik gradyan indeksli lens tasarımı üretilmekte ve karakterize edilmektedir. Dikkat çekici bir şekilde, merceğin kalınlığı çalışma dalga boyunun sadece yaklaşık 1 / 6'sıdır. Lens, bant genişliği ve merkez frekans arasındaki oran 0.74'e ulaştığında belirli bir frekans bandında çalışabilmektedir. Metamateryallerin yapısını düzenleyerek, lensin kalınlığını daha da azaltabilir veya hatta diğer akustik işlevleri gerçekleştirebilir, düşük frekanslı seslerin çok yönlü potansiyeli olan manipülasyon için yeni bir fırsat açabilmektedir.

- 10 <https://www.researchgate.net/publication/299579132> Anomalous Manipulation of Acoustic Wavefront With an Ultrathin Planar Metasurface

Yukarıda verilen linkteki makalede; metamalzemelerin araştırılmasında yeni bir yön ortaya koyulmuştur. Bir dizi yapısal olarak basit mikro birimlerden oluşan ultra ince bir akustik metasür yüzeyi önerilmektedir. Mikro ünite havayla doldurulmuş bir boşluk ve havayı kapamak için bir zar ile oluşturulmuştur. Tasarlanan metas yüzeyler, yansıtılan ses dalgalarını 3,7 kHz'de keyfi bir şekilde manipüle edebilmektedir. Düzlemsel odaklanma etkilerini, mikro birimleri bir eksen ve lens de dahil olmak üzere metasur yüzeyler üzerinde özenle düzenleyerek gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan meta malzemeler, gizleme, soğurucu ve spektrum ayırıcı gibi birçok akustik cihazın geliştirilmesini destekleyebilmektedir.

<https://www.nature.com/articles/s41598-017-10781-5>

Yukarıda verilen makalede; akustik dalga cephesini serbestçe manipüle etmek için gradyan bir akustik metas yüzey tasarımından bahsedilmektedir. Geniş bant genişliği ve yüksek verimli iletim, istenen ayrı akustik hız dağılımını sağlamak için bir dizi birim hücre ile yapılan akustik metasür yüzeyi ile elde edilmektedir. Her birim hücre, periyodik olarak dört dizili Helmholtz rezonatörü (HR) ve tek bir yarık ile dekore edilmiş metal bir plakadan oluşmaktadır. Tasarım kırılan dalgayı yönlendirmek için bir gradyan hızı kullanılmakta ve metas yüzey ile arka plan ortam arasındaki empedans eşleşmesi birim hücrenin yarık genişliği ayarlanarak gerçekleştirilebilmektedir. Teorik ve sayısal sonuçlar bazı mükemmel dalga cephesi manipülasyonlarının anormal kırılma, kırılmayan Bessel ışını, alt dalga boyu düz odaklanma ve etkili ayarlanabilir akustik

negatif kırılma ile gösterildiğini göstermektedir. Tasarlanmış yapı görüntüleme sistemi, giriş yönlendirme ve akustik lens için potansiyel uygulamalar sunabilmektedir.

5 Akustik dalgaları etkin odaklamak için dalga boyu mertebesinde boyutlara sahip ince düzlemsel akustik merceklerle ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür merceklerde temel hedef kompakt yapılar ile odak noktasında akustik şiddette kazanç sağlamak ve aynı zamanda dalgaları kırınım limitinin altında (sub-wavelength) nokta genişliği olacak biçimde odaklamaktır. Literatürde bu amaçla membran kaplı kaviteler, Helmholtz rezonatörleri ya da kıvrımlı birim elemanlar içeren öneriler mevcuttur. Ancak, akustik mercekleri 10 hem dalga hareketi doğrultusunda hem de bu doğrultuya dik düzlemde tasarlamak önemli bir sorundur. Akustik odaklamada kullanılan klasik Fresnel mercekleri yapıları gereği dalga boyunun birkaç katı yarıçapa sahiptir. Alternatif olarak önerilen düzlemsel akustik metamalzeme mercekler ise bileşenlerinin yapısı gereği dalga hareketi doğrultusunda belirli bir kalınlığa sahiptir. Pek çok uygulama, her iki boyutta kompakt 15 tasarım gerektirmektedir. Ancak mevcut merceklerde hem şiddet kazancını hem de kırınım limitinin altında odaklamayı sağlayan herhangi bir geliştirme bulunmaktadır.

Sonuç olarak yukarıda bahsedilen dezavantajların üstesinden gelebilen ultra ince yapılı, dolgun, tatmin edici ve sesin daha şiddetli algılanmasını sağlan, üretimi kolay, farklı 20 frekans bölgelerinde çalışacak biçimde ölçeklenebilir bir yapıya sahip yeni bir teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Buluşun Tanımı:

25 Bu buluş, ultrakompakt akustik metamalzeme mercek olup, özelliği; gelebilen ultra ince yapılı, dolgun, tatmin edici ve sesin daha şiddetli algılanmasını sağlan, üretimi kolay, farklı frekans bölgelerinde çalışacak biçimde ölçeklenebilir bir yapıya sahip yeni bir teknoloji olmasıdır.

30 Yukarıda bahsedilen ve aşağıda da detaylı anlatımdan ortaya çıkacak tüm amaçları gerçekleştirmek üzere buluş; Tıbbi görüntüleme, su altı görüntüleme, doğrultusal ses

sistemlerinde kullanılan düzlemsel ve kompakt akustik Fresnel merceklerin geliştirilmesi sonucu oluşturulmuştur.

5 Buluş, duyulabilir bölgede düşük frekanslarda kırınım limitinin altında odaklama ve odak noktasında akustik şiddet kazancı göstermektedir. Geliştirilen merceklerin kalınlıkları dalga boyuna kıyasla çok küçük ve yarıçapları dalga boyu mertebesinde. Önerilen özgün yaklaşım ile klasik Fresnel akustik merceklerine göre yarıçapta %80'in üzerinde küçülme sağlamaktadır.

10 Buluş merkezinde membran kaplı olmayan bir kavite ve etrafında eş merkezli çemberler üzerine yerleştirilen üç sıra halinde membran kaplı dairesel kaviteler içeren yapıda olup, komşu sıralardan çıkan akustik dalga bileşenleri arasında küçük faz farkı oluşmasından yararlanılarak kompakt bir yapıya sahip olmaktadır.

15 Buluşta kullanılan membran alüminyum folyodan olup merceklerin üretimi kolay olmaktadır. Ayrıca kullanılan membranların rezonans frekansları üzerlerine küçük kütleler konularak ayarlanabilir olup merceklerin ayarlanabilir odaklama özelliklerine sahip olmasını sağlamak ve buluş farklı frekans bölgelerinde çalışacak biçimde ölçeklenebilir yapı olmaktadır.

20

Buluş konusu yöntemin tüm avantajları aşağıda verilen şema ve bu şemaya atıflar yapmak suretiyle yazılan detaylı açıklama sayesinde daha net anlaşılacaktır ve bu nedenle değerlendirme de bu şema ve detaylı açıklama göz önünde bulundurularak yapılması gerekmektedir.

25

Şekillerin Açıklanması:

30 Buluş, ilişikteki şekillere atıfta bulunularak anlatılacaktır, böylece buluşun özellikleri daha açıkça anlaşılacak ve takdir edilecektir, fakat bunun amacı buluşu bu belli düzenlemeler ile sınırlamak değildir. Tam tersine, buluşun ilişikteki istemler tarafından tanımlandığı alanı içine dahil edilebilecek bütün alternatifleri, değişiklikleri ve denkliklerinin kapsanması amaçlanmıştır. Gösterilen ayrıntılar, sadece mevcut buluşun

tercih edilen düzenlemelerinin anlatımı amacıyla gösterildiği ve hem yöntemlerin şekillendirilmesinin, hem de buluşun kuralları ve kavramsal özelliklerinin en kullanışlı ve kolay anlaşılır tanımını sağlamak amacıyla sunuldukları anlaşılmalıdır. Bu çizimlerde;

5

Şekil 1 Buluş konusu ultrakompakt akustik metamalzeme merceğin perspektif görünümüdür.

Şekil 2 Buluş konusu ultrakompakt akustik metamalzeme merceğin geometrik tasarım parametrelerinin görünümüdür.

10 Şekil 3 Buluş konusu ultrakompakt akustik metamalzeme merceğin karakterizasyonunda kullanılan deney düzeneği ve aygıt bağlantılarının şematik görünümüdür.

Şekil 4 Buluş konusu ultrakompakt akustik metamalzeme merceğin karakterizasyonunda kullanılan deney aşamasının şematik görünümüdür.

15

Bu buluşun anlaşılmasına yardımcı olacak şekiller ekli resimde belirtildiği gibi numaralandırılmış olup isimleri ile beraber aşağıda verilmiştir.

Referansların Açıklanması:

20

10. Sinüzoidal düzlemin dalgalar ile uyarılması
20. Akustik alanın kaydedilmesi
30. Akustik alan taramasının yapılması
40. Sinüs sinyalleri ile hoparlörün sürülmesi
- 25 50. Dijital osiloskopta gözlemlenmesi
60. Bilgisayara aktarılması
70. Akustik karakterizasyonun gerçekleştirilmesi
80. Ultrakompakt akustik metamalzeme merceklerin üretilmesi
1. Merkezi Kavite
- 30 2. Birinci dairesel kavite
3. İkinci dairesel kavite
4. Üçüncü dairesel kavite

- 5. Membran
- 6. Membran kaplı kavitelerin yarıçapları
- 7. Membransız kavite yarıçapı
- 8. Eş merkezli çember yarıçapları
- 5 9. Levha yarıçapı
- M. Akustik mercek
- H. Hoparlör
- L. Çelik levha
- E. Elektret mikrofon
- 10 S. Üç boyutlu hareket sistemi
- D. Dalga üretici
- Y. Ses yükselteci
- Ş. Sinyal şartlandırıcı
- O. Dijital osiloskop
- 15 U. Odak uzaklığı

Buluşun Açıklanması:

Buluş, yarı yansımaz odada akustik merceklerin (M) bir optik masa üzerine yerleştirilip belirli bir uzaklıktaki hoparlör (H) tarafından üretilen sinüzoidal düzlemin dalgalar ile uyarılması (10), akustik merceklerin (M) çıkışında elektret mikrofon (E) ile akustik alanın kaydedilmesi (20), elektret mikrofonun (E), odak bölgesinde kontrol sistemi tarafından bir üç boyutlu hareket sistemi (S) ile tam otomatik olarak hareket ettirilmesi sonucu akustik alan taramasının yapılması (30), bir keyfi dalga üretici (D) tarafından üretilen ve bir ses yükselteci (Y) tarafından güçlendirilen sinüs sinyalleri ile hoparlörün sürülmesi (40), elektret mikrofon (E) verilerinin sinyal şartlandırıcı (Ş) ile güçlendirilmesi sonucu dijital osiloskopta gözlemlenmesi (50), dijital osiloskop (O) verilerinin bilgisayara aktararak kaydedilmesi (60) ve akustik karakterizasyonun gerçekleştirilmesi (70) sonucu elde edilen veriler doğrultusunda ultrakompakt akustik metamalzeme merceklerin üretilmesi (80) işlem basamakları sonucu optimize edilmesidir.

Buluş, akustik mercekler (M) ince çelik levha (L) üzerine lazer CNC ile açılan bir merkezi kavite (1) ve bunun etrafında olacak şekilde eş merkezli çembersel sıralar üzerine dizili üç sıra halinde birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3) ve üçüncü dairesel kavitelere (4) sahip olmaktadır.

5

Buluş, Sonlu Elemanlar Yöntemi (FEM) simülasyonları ile 2190 Hz frekansında gelen düzlem dalgalar için rezonans oluşturup olağanüstü akustik geçirgenlik sağlanacak biçimde membran kaplı kavitelerin yarıçapları (6) ve merkezdeki membransız kavite yarıçapın (7) optimize edilmektedir.

10

Buluş, alüminyum folyodan membran (5) ile kaplı birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3) ve üçüncü dairesel kaviteleri (4) içermektedir.

15

Buluş, membran (5) kalınlıkları sırası ile 20 μm , 70 μm ve 100 μm olan birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3) ve üçüncü dairesel kavitelere (4) sahip olmaktadır.

Buluş, membran (5) içermeyen merkezi kaviteye (1) sahip olması ile karakterize edilmesidir.

20

Buluş, rezonans frekansında iki boyutta periyodik olarak sıfıra yakın etkin yoğunluk sergileyen membran (5) ile kaplı birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3) ve üçüncü dairesel kaviteleri (4) içermektedir.

25

Buluş, kavitelerden çıkan dalga bileşenlerinin faz ilişkileri göz önünde bulundurularak belirli bir odak uzaklığında (U) odaklama sağlanacak biçimde sayısal olarak membran (5) kaplı kavitelerin dizildiği eş merkezli çember yarıçapları (8) optimize edilmektedir.

Buluş, birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3) ve üçüncü dairesel kavitelerin (4) her üç sırasını kapsayacak şekilde tasarlanan levha yarıçapına (9) sahip olmaktadır.

30

Buluş, dış çeperleri kırınım etkilerinden sakınmak için akustik soğurucu sünger ile kaplanmış akustik mercek (M) içermektedir.

Buluş, çembersel sıraları oluşturan kavitelerin 70 µm kalınlığında membran (5) kaplı olan 200 mm mesafede kırınım limitinin altında odaklama ve akustik şiddette 5 dB'nin üzerinde artış sağlayan akustik mercek (M) içermektedir.

- 5 Buluş, klasik Fresnel merceğine göre %78 daha küçük olan ultra kompakt yapıdaki akustik merceğe (M) sahip olmaktadır.

- 10 Buluş, üç sıra halindeki kavitelerin içten dışa doğru sırası ile 20 µm, 100 µm ve 70 µm kalınlığında membran (5) kaplı ve 2190 Hz frekansında kırınım limitine yakın odaklama ve akustik şiddette 0.3 dB güçlenme sağlayan akustik merceğe (M) sahip ile karakterize edilmesidir.

- 15 Buluş, yarıçapı klasik Fresnel merceğine göre %84 daha küçük olan ultra kompakt yapıdaki akustik mercek (M) içermesi ile karakterize edilmesidir.

Buluş; 15°, 30° ve 45° geliş açıları için akustik alan taramasının yapılması (30) işlem basamaklarını içermektedir.

- 20 Buluş, membranların (5) rezonans frekansları üzerlerine küçük kütleler konularak ayarlanabilir olması ve ayarlanabilir odaklama özelliğine sahip akustik mercek (M) içermektedir.

Buluşun Detaylı Açıklanması:

- 25 Buluş konusu ürün için izlenen aşamalar; sinüzoidal düzlemin dalgalar ile uyarılması (10), akustik alanın kaydedilmesi (20), akustik alan taramasının yapılması (30), sinüs sinyalleri ile hoparlörün sürülmesi (40), dijital osiloskopta gözlemlenmesi (50), verilerin bilgisayara aktarılması (60), akustik karakterizasyonun gerçekleştirilmesi (70) ve ultrakompakt akustik metamateryal merceklerin üretilmesi (80) olup, bu işlemler
- 30 sonucunda buluş konusu ürünün merkezi kavite (1), birinci dairesel kavite (2), ikinci dairesel kavite (3), üçüncü dairesel kavite (4), membran (5), membran kaplı kavitelerin

yarıçapları (6), membransız kavite yarıçapı (7), eş merkezli çember yarıçapları (8), levha yarıçapı (9) belirlenmektedir.

Geliştirilen ultrakompakt mercek levhaları 2 mm kalınlığında paslanmaz çelik levha (L) lazer CNC ile 200 mm yarıçapında kesilerek ve dairesel kaviteler açılarak üretilmiştir. 20 µm, 70 µm ve 100 µm kalınlığında alüminyum folyolar kesilip sayısal hesaplamalarda öngörüldüğü biçimde gerilerek çelik levhalara (L) yapıştırılması sonucu akustik mercekler (M) üretilmektedir. Akustik merceklerin (M) dış çeperinden akustik dalgaların kırınımını engellemek için çeperlere akustik soğurucu sünger yapıştırılmaktadır.

Buluş konusu akustik merceklerin (M) deneysel karakterizasyonu 3.5 m x 2.5 m x 2.5 m ebatlarında yarı yansız odada yapılmıştır. Merceklerin tasarım frekansı olan 2190 Hz frekansında sinüzoidal düzlemin dalgalar ile uyarılması (10) için 200 mm çaplı hoparlör (H) ve mercekler bir optik masa üzerine aralarında 500 mm mesafe olacak biçimde yerleştirilmiş ve merceğin hoparlörün uzak alanında olması sağlanmıştır. Hoparlör (H), bir keyfi dalga üretici (D) tarafından üretilip ses yükselteci (Y) ile güçlendirilen sinüs sinyalleri ile sürülmüştür.

Buluş konusu akustik merceklerin (M) odak tarafında akustik alan taramaları ¼ inç çaplı elektret mikrofon (E) kullanılarak yapılmıştır. Mikrofon tam otomatik bir üç boyutlu hareket sistemine (S) sabitlenmiş ve merceklerin odak tarafında 400 mm x 500 mm ebatlarında bir bölgede her iki ekseninde 10 mm adımlarla tarama yapılacak biçimde sistem programlanmıştır. Burada adım uzunluğu 2190 Hz frekansında dalga boyunun yaklaşık 1/15'i olup, merceklerin akustik alanını yeterli hassasiyet ile tarayabilecek düzeyde olmaktadır. Her bir noktadaki mikrofon sinyali bir sinyal şartlandırıcı (Ş) ile güçlendirilerek bir bilgisayara bağlı dijital osiloskoba (O) aktarılmıştır. Kontrol yazılımı ile her bir noktada dijital osiloskoba (O) ölçülen tepeden tepeye genlik değerleri bir dosyaya kaydedilmiştir.

30

Buluş konusu ürünün optimizasyonu için gereken deneylerde akustik merceklerin (M) odaklama özellikleri frekansa, kaynak çapına ve düzlem dalgaların geliş açısına bağlı

olarak incelenmiştir. Frekans taramalarında 2190 rezonans frekansının ± 10 Hz, ± 25 Hz ve ± 50 Hz uzağında frekanslarda ölçüm alınmıştır. Ayrıca, 200 mm çaplı hoparlörün (H) yanı sıra bir 60 mm çaplı hoparlör mercek-hoparlör (H) mesafesi yine 500 mm olacak biçimde kullanılarak kaynak genişliğinin odaklama özelliklerine etkisi
5 incelenmiştir. Ek olarak, 15° , 30° ve 45° geliş açıları için akustik alan taraması yapılmıştır.

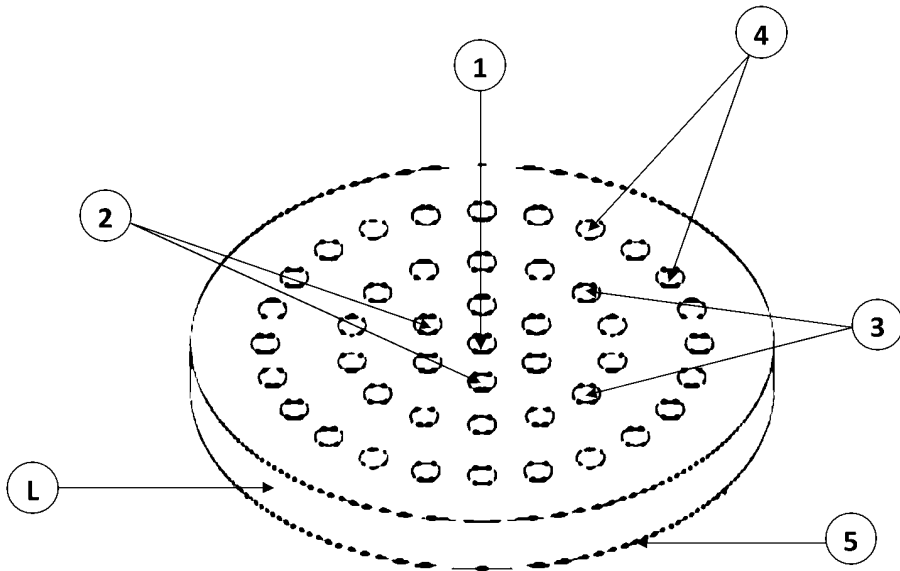
10

15

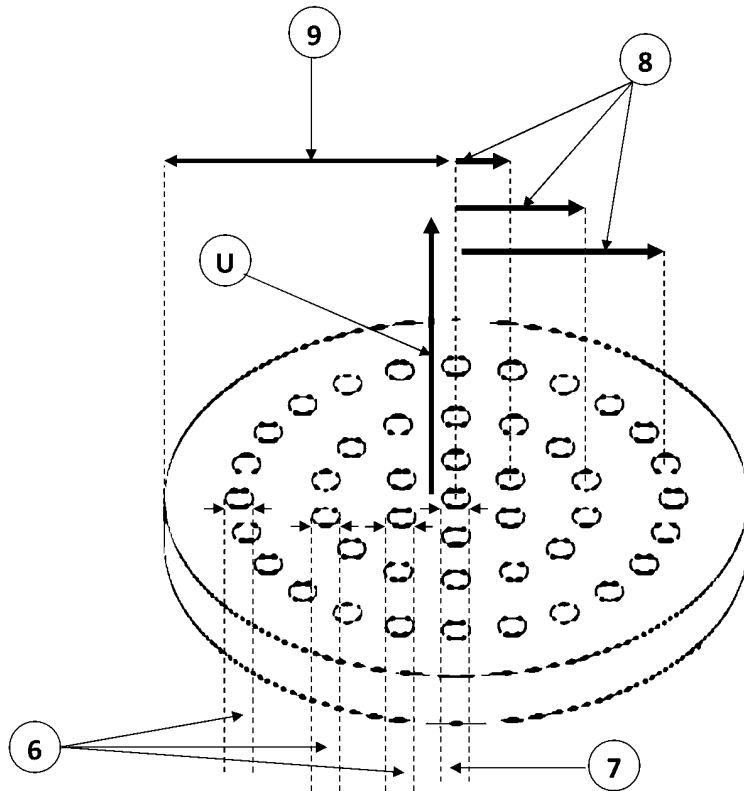
20

25

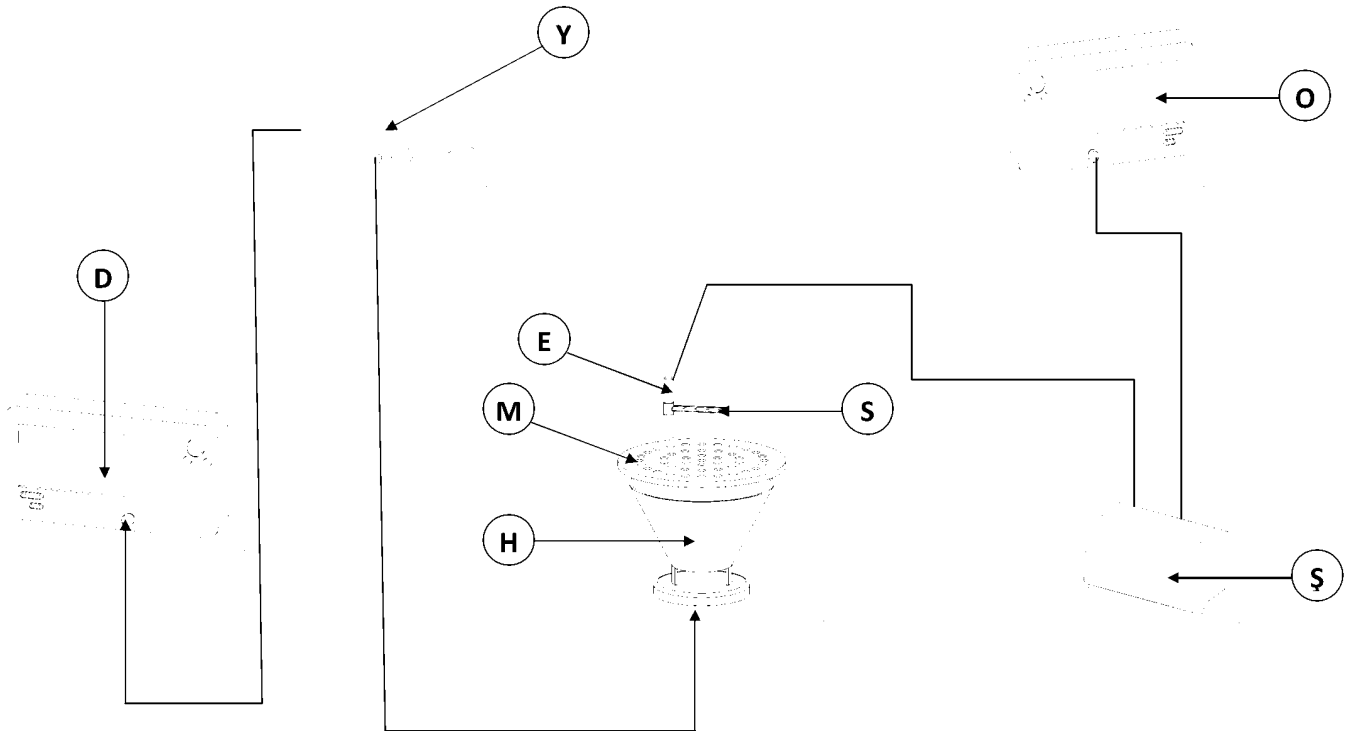
30



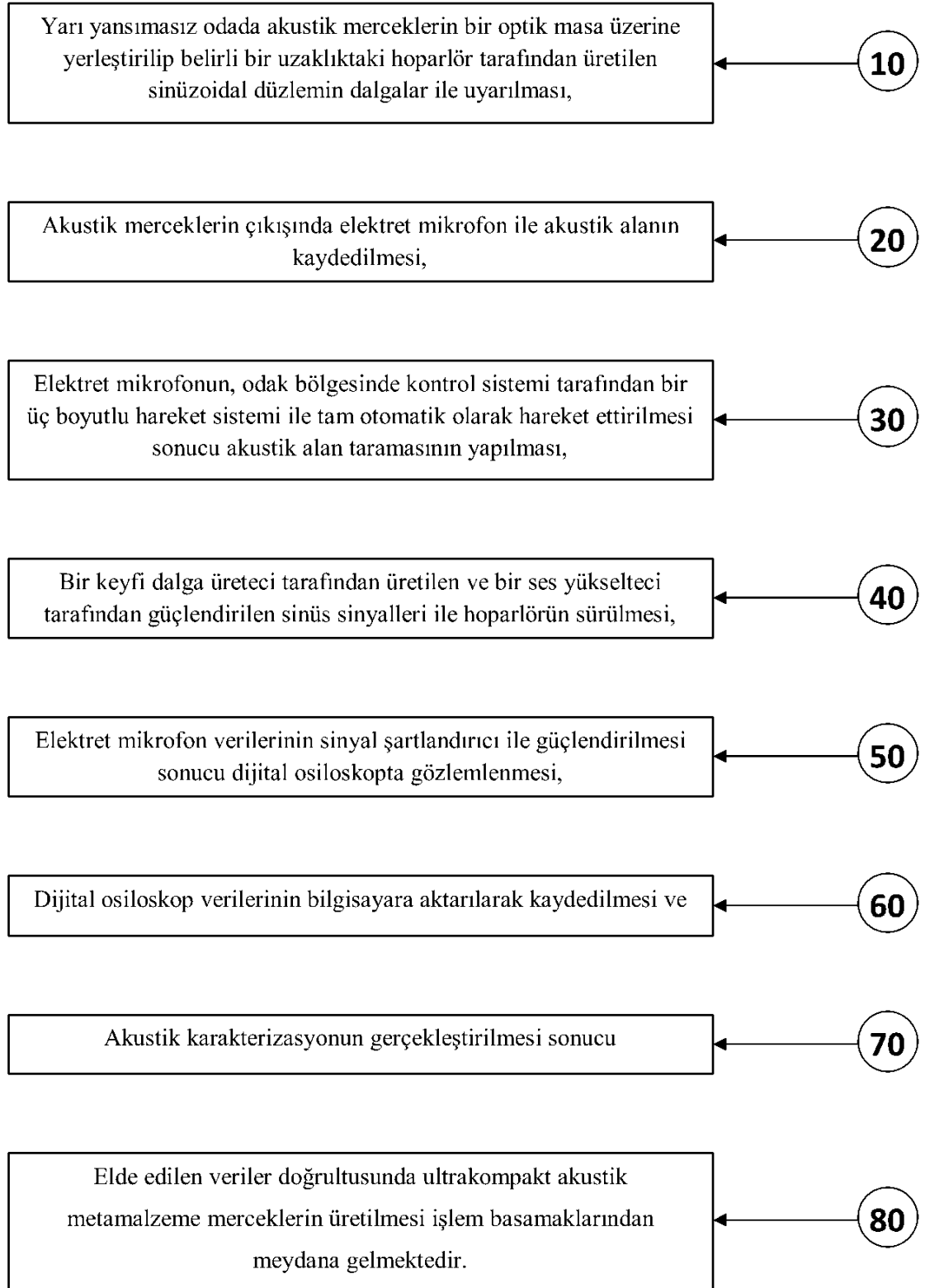
Şekil-1



Şekil-2



Şekil-3

**Şekil-4**