

ÖZET

BİR ÜRÜNÜN SAĞLAMLIĞININ İZLENMESİNE YÖNELİK SENSÖR RAKORU

5

Bir ürünlerdeki (18) (örneğin, bir hidrolik hortum) bir arızanın tespit edilmesine yönelik bir sensör rakoru (10) olup, sensör rakoru iki elektrot katmanını (14, 16) ayıran bir yalıtıcı katman (12) içermektedir. Bunun gibi, elektrot katmanları, elektrot katmanları üzerinden ölçüldüğü gibi empedansı değiştirerek birbirleri ile temas etmesi için biçimi bozmaktadır. Sensör rakoru, sensörün kendisinden başlayarak akışkan basıncından dolayı elektriksel empedansı (direnç) değiştirmek için tasarlanmaktadır. Sensör rakoru, akışkan iletken akışkan olduğunda birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı arasında bir sinyal yolu oluşturarak, ayrıca elektrot katmanları üzerinden ölçüldüğü gibi empedansı değiştirerek, delik, sensöre nüfuz ettiğinde ve iki elastik elektrotu birbirleri ile temas haline getirdiğinde akışkan sızıntısını tespit edecektir.

İSTEMLER

1. Bir ürünün (18) yüzeyine olan hasarın tespit edilmesine yönelik bir sensör rakoru (10) olup, sensör rakoru, ürünün bir dış katmanı üzerine yerleştirilmesi ve ürün üzerinden kaydırılması için uyarlanmaktadır, burada sensör rakoru aşağıdakileri içermektedir:

ürünün bir yüzeyinin en az bir bölümünü kaplayan bir birinci elektrot katmanı (14), birinci elektrot katmanı bir veya daha fazla elektrik temas noktası (22) içermektedir;

birinci elektrot katmanının en az bir bölümünü kaplayan bir dielektrik katman (12); ve

dielektrik katmanın en az bir bölümünü kaplayan bir ikinci elektrot katmanı (16), burada birinci elektrot katmanı, dielektrik katmanı ve ikinci elektrot katmanı tarafından kaplanan ürünün yüzeyine olan hasar, birinci elektrot katmanının ikinci elektrot katmanına temas etmesine neden olmaktadır, bu sayede birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı arasındaki empedans azalmaktadır,

burada ürüne olan hasardan önce, elektrik temas noktaları, ikinci elektrot katmanı ile temas halinde değildir; ve

burada elektrik temas noktaları, birinci elektrot katmanı, dielektrik katman ve ikinci elektrot katmanı tarafından kaplanan ürünün yüzeyine olan hasar, elektrik temas noktalarının dielektrik katman yoluyla delinmesine ve ikinci elektrot katmanı ile temas halinde olmasına neden olmaktadır.

25

2. Elektrik temas noktalarının bir testere dişli şekli veya bir yarı dairesel şekli içerdiği, İstem 1'e göre sensör rakoru.

3. Elektrik temas noktalarının saptanmış bir mesafe ile birbirinden uzak aralıklandırıldığı, İstem 1 veya İstem 2'ye göre sensör rakoru.

30

4. Ürünün, akışkanları bir yerden diğerine aktarmak için uygulanabilir en az bir hortum katmanına (19) sahip bir basınçlandırılmış hortum olduğu, hortum katmanının bir çevresel yüzeye sahip olduğu; ve birinci elektrot katmanının, hortum katmanının çevresel yüzeyinin en az bir bölümünü kapladığı, önceki istemlerden herhangi birine göre sensör rakoru.
- 5
5. Birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanının en az birinin esnek olduğu, önceki istemlerden herhangi birine göre sensör rakoru.
- 10
6. Dielektrik katmanının, birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı arasında oluşturulan bir veya daha fazla boşluk içerdiği, önceki istemlerden herhangi birine göre sensör rakoru.
- 15
7. Dielektrik katmanının, bir auxetic malzeme (30) ve bir iletken olmayan malzeme (32) içerdiği, auxetic malzemenin dielektrik katman boyunca aralıklandırıldığı, önceki istemlerden herhangi birine göre sensör rakoru.
- 20
8. Dielektrik katmanının bir kumaş katmanı olduğu, önceki istemlerden herhangi birine göre sensör rakoru.
- 25
9. Birinci elektrot katmanı, ikinci elektrot katmanı ve dielektrik katmanının, ürünün mekanik empedansı ile eşleşen bir birleşik mekanik empedansa sahip olduğu, önceki istemlerden herhangi birine göre sensör rakoru.
- 30
10. Bir veya daha fazla elektrik temas noktasının, birinci elektrot katmanı boyunca bir tekbiçimli mesafe veya bir tekbiçimli olmayan mesafeden uzak aralıklandırıldığı, önceki istemlerden herhangi birine göre sensör rakoru.
11. Elektrik temas noktalarının, bir hasar durumu meydana geldiğinde, ikinci elektrot katmanına kalıcı olarak tutturulması için yapılandırıldığı, önceki istemlerden herhangi birine göre sensör rakoru.

12. Ayrıca, birinci elektrot katmanına birleşmiş bir birinci uca ve ikinci elektrot katmanına birleşmiş bir ikinci uca sahip bir bağlaştırmacı (102) içeren, bağlaştırmacının, sensör rakoruna bir ilişkilendirilen ölçüm cihazını (104) birleştirmesi için yapılandırıldığı, ilişkilendirilen ölçüm cihazının, birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı üzerinden empedansı ölçmesi için yapılandırıldığı, önceki istemlerden herhangi birine göre sensör rakoru.
13. Ayrıca, ürünün kullanıldığı bir çevreden en az ikinci elektrot katmanını koruyan bir koruyucu katman içeren, önceki istemlerden herhangi birine göre sensör rakoru.

TARİFNAME

BİR ÜRÜNÜN SAĞLAMLIĞININ İZLENMESİNE YÖNELİK SENSÖR RAKORU

5

Teknik Alan

Mevcut buluş, bir basınçlandırılmış ürüne (örneğin, hidrolik hortum) olan hasarın tespit edilmesine yönelik bir sensör rakoru ile ilgilidir.

10

Önceki Teknik

Bir hidrolik bağlantı parçası hortumu, bir yerden diğerine basınç altında akışkanları aktaran bir tüptür. Bir hidrolik hortum, temel olarak kauçuk veya termoplastik ve çelik donatından yapılan bir kompozit yapıdır. Çelik donatı bir çelik kabuk oluşturmak amacıyla hortumun uzunluğu boyunca spiral şeklinde sıkı olarak sarılan tel içerebilmektedir veya bu, daha yüksek mukavemet için hortumun uzunluğuna çapraz olarak örülebilmektedir. En dış kaplama genel olarak sert çevrelerden iç katmanları korumaya yardım eden polimer malzemesinden yapılmaktadır. Hidrolik hortumlar, uygulamalara bağlı olarak çok düşük basınçtan aşırı derecede yüksek basınca çalışmaktadır. Hidrolik hortumlar ağır iş makineleri, ev aletleri, vb. ve çevreler gibi çeşitli endüstrilerde kullanılmaktadır. Belirli durumlarda, özellikle ağır iş makinelerinde, bir hortumun sağlamlığı çok önemlidir.

25

Bir hidrolik hortumun, sınırlı bir hizmet ömrü bulunmaktadır ve tüm hortumlar; harici hasar, çoklu düzlemsel eğilme, çalışma koşulları, vb. gibi çeşitli faktörlerden dolayı sonunda arızalanmaktadır. Bu tür basınçları taşıyan bir hortuma olan hasar, bir operatörün ciddi incinmesi veya ölümüne yol açabilmektedir. Dolayısıyla, hortumun sağlamlığının izlenmesi çok önemli olmaya başlamaktadır.

30

Purdue Araştırma Vakfı'na U.S. 7,555,936 sayılı patent dokümanı ve Eaton Kurum'una PCT Yayın No. WO 2010/004418 sayılı patent dokümanı tarafından gösterilen konvansiyonel teknoloji, genel olarak bir sensör olarak hidrolik hortumu kullanmaktadır. Örneğın, yukarıda listelenen referanslar, hortumun kapasitesinin ölçüldüğü ve hortumun sağlamlık göstergesi olarak kullanıldığı kapasites ölçümünün prensibini kullanmaktadır. Bu tür yöntemlere sahip problemler şunları içermektedir: hortum metal katmanlarının kıvrıçıklamadan dolayı birbiri ile temas edebilmesi, örneğın; iki metal katmandan diğerine sahip bir hortumun hesaba katılmaması ve bir yabancı nesneden kaynaklanan hortuma olan hasarın azaltılması.

Eaton Kurum'una ve WO 2010/004418 sayılı patent dokümanı olarak aynı ailedeki U.S. Patent Yayın No. 2010/0007325 sayılı patent dokümanı, bir hortum düzenegini ve hortum düzenegine elektriksel olarak bağlanan bir arıza dedektörünü açıklamaktadır. Hortum düzenegi, genel olarak bir birinci iletken katman, bir ikinci iletken katman ve birinci ile ikinci iletken katman arasında düzenlenen bir ara katmanı içeren, birçok katmanlı yapıya sahip bir esnek hortumu içermektedir. Birinci ve ikinci iletken katmanların her biri bir elektriksel karakteristiğe sahiptir. Arıza dedektörü, hortumun birinci ve ikinci iletken katmanlarının en az birinin bir potansiyel tehdit olan arızasını belirtmek için elektriksel karakteristiğe dayanan bir elektriksel değışimin tespit edilmesine yönelik yapılandırılmaktadır. Arıza dedektörü, bir algılayıcı cihaz, bir kayıt cihazı ve bir sayısal işlemci içermektedir. Algılayıcı cihaz elektriksel karakteristiği ölçmek için birinci ve ikinci iletken katmanlar ile elektriksel iletişim halindedir. Kayıt cihazı, ölçülen elektriksel karakteristiği depolamak için yapılandırılmaktadır.

Kısa Açıklama

30

Mevcut buluş, bir üründe (örneğın, bir hidrolik hortum) bir arızanın tespit

edilmesinde kullanıma yönelik çeşitli sensör rakorlarına yöneliktir. Sensör rakorları genel olarak iki elektrot katmanını ayıran bir yalıtıcı katman içermektedir. Bunun gibi, birbirine temas etmesi için elektrot katmanlarının biçimi bozulmaktadır. Genel olarak, ancak tüm durumlarda değil, elektrot katmanları yalıtkan (dielektrik) katmana göre daha kalın ve esnektir.

Sensör rakoru, akışkan basıncı veya sensörün kendisine karşı veya içinden geçen bir yabancı nesneden dolayı elektriksel empedansı değiştirmek için tasarlanmaktadır. Sensör rakoru, sensörün biçimini bozan ve/veya sensöre nüfuz eden ve iki elastik elektrotu birbiri ile temas haline getiren akışkan basıncı veya yabancı nesne tarafından bir delik oluşturulduğunda, hortumdan bir yağ sızıntısı ve/veya yabancı nesneyi tespit edecektir. Elektrotların esneklik, kalınlık ve geometrisi, sensör kaplamasının izlediği malzemeye bağlı olarak tasarlanabilmektedir. Bir örnek olarak, darbe hasarına yönelik bir kompozit malzemenin izlenmesi için, sensör kaplaması, baz kompozit malzemenin empedansını (sertlik) eşleştirmek için daha kalın ve sert elektrotlara sahip olabilmektedir. “Kompozit malzeme” ifadesi, burada elastomerik kompozit malzemeleri (örneğin, hortumlar) ve fiberle donatılı polimer kompozit malzemeleri (örneğin, bir kompozit uçak kanadı) açıklamak için kullanılmaktadır. Bir kompozit hortum, kauçuk malzeme ve çelik telin bir kombinasyonudur. Bir fiber donatılı polimer kompozit bir polimer matrisine (örneğin, epoksiye gömülü karbon fiberler veya bir panel oluşturmak için önceden reçine yedirilmiş katmanlı karbon kumaş) gömülü güçlü fiberlerin bir kombinasyonudur. Diğer tür kompozitler de ayrıca mümkündür. Sensör rakoru, izlenebilen farklı tür kompozit malzemeler için spesifik olarak tasarlanan elektrotları ve bir dielektriği içerebilmektedir.

Mevcut buluş, istem 1'e göre bir ürünün bir yüzeyine hasarın tespit edilmesine yönelik bir sensör rakoru sağlamaktadır.

Sensör rakorunun opsiyonel başka özellikleri, bağlı istemlerde belirlenmektedir.

Sensör rakoru, bir yabancı nesne tarafından kaynaklanan akışkan sızıntısı veya hasarının neden olduğu biçim bozulmasından dolayı, kapasitansı değiştirmek için tasarlanabilmektedir. Bu tür yapılandırmalarda, dielektrik katmanı, elektrot katmanlarından daha kalın olabilmektedir. Bu tür bir sensör, akışkan sızıntısı veya yabancı nesne darbesinden gelen çok önemli hasarları hesaba katacak şekilde, dikkatli bir şekilde tasarlanmalıdır.

Buluşa göre bir ürünün bir yüzeyine olan hasarın tespit edilmesine yönelik sensör rakoru şunları içermektedir: bir ürünün bir yüzeyinin en az bir bölümünü kaplayan bir birinci elektrot katmanı; birinci elektrot katmanının en az bir bölümünü kaplayan bir dielektrik katmanı; ve dielektrik katmanın en az bir bölümünü kaplayan bir ikinci elektrot katmanı, burada birinci elektrot katmanı, dielektrik katmanı ve ikinci elektrot katmanı tarafından kaplanan ürünün yüzeyine olan hasar, birinci elektrot katmanının ikinci elektrot katmanına temas etmesine neden olmaktadır, bu sayede birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı arasındaki empedans azalmaktadır.

İleri sürüldüğü gibi buluşun kapsamına dahil edilmeyen bir ürünün arızasının tespit edilmesine yönelik bir yöntem açıklanmaktadır, yöntem ayrıca şunları içermektedir: bir ürünün empedansının izlenmesi, burada ürün, ürünün bir yüzeyinin en az bir bölümünü kaplayan bir birinci elektrot katmanı içeren bir sensör rakoru, birinci elektrot katmanının en az bir bölümünü kaplayan bir dielektrik katmanı ve dielektrik katmanın en az bir bölümünü kaplayan bir ikinci elektrot katmanı içermektedir, burada birinci elektrot katmanı, dielektrik katmanı ve ikinci elektrot katmanı tarafından kaplanan ürünün yüzeyine olan hasar, birinci elektrot katmanının ikinci elektrot katmanına temas etmesine neden olmaktadır, burada empedans birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı arasında ölçülmektedir; ve üründeki bir arızanın tespit edilmesi, en azından kısmen birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı karşısında izlenen empedansa bağlı olmaktadır.

İleri sürüldüğü gibi buluşun kapsamına dahil edilmeyen bir sensör rakorunun imal edilmesine yönelik bir yöntem açıklanmaktadır, yöntem ayrıca şunları içermektedir: bir ürünün en azından bir kısmı üzerinden bir birinci elektrot katmanını uygulanması; birinci elektrot katmanının en az bir bölümü üzerinden bir dielektrik katmanının uygulanması ve dielektrik katmanın en az bir bölümü üzerinden bir ikinci elektrot katmanının uygulanması.

Dielektrik katman bir gözenekli ve emici olmayan dielektrik katman olabilmektedir, burada üründen akışkan sızıntısı dielektrik katman yoluyla ve birinci elektrot katman ile ikinci elektrot katman arasında bir iletken yol oluşturmaktadır.

İleri sürüldüğü gibi buluşun kapsamı içinde yer almayan bir üründeki iletken akışkan sızıntısının tespit edilmesine yönelik bir yöntem açıklanmaktadır, yöntem aşağıdakileri içermektedir: bir ürünün empedansının izlenmesi, burada ürün; ürünün bir yüzeyinin en az bir bölümünü kaplayan bir birinci elektrot katmanı; birinci elektrot katmanının en az bir bölümünü kaplayan bir dielektrik katmanı, ki burada dielektrik katmanı gözenekli ve iletken değildir; ve dielektrik katmanının en az bir bölümünü kaplayan bir ikinci elektrot içeren bir sensör rakoru içermektedir, burada iletken akışkanın bir sızıntısı, dielektrik katman yoluyla ve birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı arasında bir iletken yol oluşturmaktadır, burada empedans, birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı arasında ölçülmektedir; ve birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı üzerinden izlenen empedansa en azından kısmi olarak bağlı olarak ürende iletken akışkanın sızıntısının tespit edilmesi.

Sensör rakoru akışkan basıncı (örneğin, bir yağ sızması) veya yabancı nesnenin neden olduğu hasardan kaynaklanabilen sensörün biçim bozulmasından dolayı kapasitansı değiştirmek için tasarlanabilmektedir. Bu tür durumlarda, dielektrik katman örneğin, iki elektrot katmanından daha kalın olabilmektedir. Bu tür

sensörün, örneğin akışkan basıncı ve yabancı nesne darbesinden kaynaklanan çok önemli hasarları hesaba katabilecek şekilde dikkatli bir biçimde tasarlanması gerekmektedir.

- 5 Sensör rakoru, bir hortumun dışında olabilen ürünün dış katmanı üzerine yerleştirilmektedir. İleri sürüldüğü gibi buluşun kapsamı içinde yer almayan alternatif örneklerde, sensör rakoru, ürün (hortum) katmanları arasında ürün içinde herhangi bir yere yerleştirilebilmektedir. Sensör rakoru, ürün (hortum) içinde oluşturulduğunda, bir veya daha fazla ürün (hortum) katmanı, sensör rakoru
- 10 katmanlarının bir veya daha fazlası olarak görev yapabilmektedir.

Mevcut buluşun diğer sistemleri, cihazları, yöntemleri, özellikleri ve avantajları, aşağıdaki şekillerin açıklaması ve ayrıntılı tarifnameye bağlı olarak teknikte uzman kişi için bariz olacaktır.

15

Terim “içermektedir/içeren”in, bu tarifnamede kullanıldığında, belirtilen özellikler, tamsayılar, adımlar veya bileşenlerin varlığını belirtmek ancak bir veya daha fazla diğer özellik, tamsayı, adım veya bunların bileşenleri veya gruplarının varlığı veya ilavesini dışarıda bırakmamak için alındığı vurgulanmalıdır.

20

Şekillerin Kısa Açıklaması

Buluşun yapılandırılmaları, ekli şekillere referans ile daha ayrıntılı olarak şimdi açıklanacaktır, şekillerde:

25

Şekil 1, mevcut buluşun yönleri ile uyumlu olarak bir örnekleyici sensör rakorudur.

30

Şekil 2, mevcut buluşun yönleri ile uyumlu bir ürünü kaplayan Şekil 1'in sensör rakorunun bir çapraz kesitidir.

Şekiller 3 ila 9, mevcut buluşun yönleri ile uyumlu örnekleyici sensör mekanizmalarıdır.

5 Şekiller 10A ila 10B, mevcut buluşun yönleri ile uyumlu bir üründe akışkan sızıntısının tespit edilmesine yönelik sensör rakorlarıdır.

Şekil 11, mevcut buluşun yönleri ile uyumlu bir örnekleyici sistemidir.

10 Şekiller 12 ve 13, mevcut buluşa göre sensör rakorunun kullanılmasının örnekleyici yöntemleridir.

Şekil 14, bir normal durum ve bir arıza durumunda olduğunda bir sensör rakorunda bir dirençteki değişimi gösteren bir çizelgedir.

15 Şekiller 15A ila 15E, mevcut buluşun yönleri ile uyumlu sensör rakorunun gelişimini göstermektedir.

Şekiller 16A ila 16B, mevcut buluşun yönleri ile uyumlu bir ürünün bir dış yüzeyi üzerindeki bir sensör rakorunu göstermektedir.

20 Şekiller 17A ila 17B, bir ürünün bir iç yüzeyi üzerindeki bir sensör rakorunu göstermektedir.

25 Şekil 18, bir normal durum ve bir arıza durumunda olduğunda bir sensör rakorunun bir direncindeki bir değişimi gösteren çizelgedir.

Şekil 19, farklı çap dişleyicileri için bir normal durum ve bir arıza durumunda olduğunda bir sensör rakorunun bir direncindeki bir değişimi gösteren çizelgedir.

30

Yapılandırmaların Ayrıntılı Açıklaması

Mevcut buluşun yönleri, çeşitli sensör rakorlarına yöneliktir. Burada kullanıldığı gibi, “rakor” terimi, örneğin bir kaplama, bir kılıf ve bir dış örtüyü içermektedir.

5 Şekil 1’e istinaden, bir örnekleyici sensör rakorunun (10) bir çapraz kesiti, mevcut buluşun yönleri ile uyumlu olarak gösterilmektedir. Sensör rakoru (10) genel olarak bir birinci elektrot katmanı (14) ve bir ikinci elektrot katmanını (16) ayıran bir yalıtıcı katman (12) içermektedir. Aşağıda açıklandığı gibi, genel olarak, elektrot katmanlar (14, 16), bir arız veya arıza durumu meydana geldiğinde birbiri
10 ile temas halinde olması için biçimi bozulmaktadır. Dolayısıyla, elektrot katmanı (14, 16), genellikle yalıtkan (dielektrik) katmanına (12) göre daha kalın ve esnektir.

Şekil 2’ye istinaden, sensör rakorunun (10), bir ürünün (18) yüzeyini kapladığı
15 gösterilmektedir. Örneğin, ürün bir hortum olabilmektedir. Ürün (18), bir akan veya statik akışkanı içermesi için kullanılabilen çeşitli hortum türlerinin temsilidir. Bir özel örnek, basıncının dalgalandığı bir hidrolik hortum içeren bir hidrolik hortumdur. Bunun gibi, ürün (18), bir çevresel yüzeye sahip olabilmektedir ve bir yerden diğerine akışkanları aktarmak için uygulanabilir.
20 Ürün (18), ürün (18) ile akan bir akışkan ile temas halinde olan bir iç tüpe (20) sahiptir. Ürün (18), ürünü (18) güçlendiren bir veya daha fazla donatı katmanı (gösterilmemektedir) ve ürün (18) ile kendi iç bileşenlerini koruyan bir dış kapak (19) içerebilmektedir. İç tüp (20) doğrudan akışkan ile temas ettiğinden dolayı, iç tüpün (20) oluşturulduğu malzemenin, ürün (18) tarafından barındırılan akışkan
25 ile kimyasal olarak uyumlu olması gerekmektedir. Bunun bir sonucu olarak, çeşitli malzemeler, nitril-bütadien, kloropren, etilen ve propilenin kopolimeri, politetrafloroetilen (PTFE), vb. içeren iç tüp (20) için kullanılabilir. Donatı katmanı genel olarak ürünün (18) mukavemetini arttırmaktadır. Donatı katmanlarının herhangi bir sayısı üründe (18) bulunabilmektedir ve donatı
30 katmanları, çeşitli konfigürasyonlarda çeşitli malzemelerden inşa edilebilmektedir. Tipik malzemeler çelik, bronz ve alüminyum gibi metalleri, suni

ipek, naylon, polietilen tereftalat (PET) ve glasfiber ve pamuk gibi tekstil iplikleri içermektedir. Çoklu donatı katmanları kullanılırsa, kauçuk ayırma katmanları, bunlar arasındaki aşınma ve kazınmayı azaltmak için donatı katmanı arasına yerleştirilebilmektedir. Dış kapak (19) için uygun malzemeler sentetik kauçukları içeren tipik malzemeler ile ürünün (18) çalışma ortamına bağlı olacaktır.

Şekil 2’de gösterildiği gibi, sensör rakoru (10) bir ürünün (18) bir yüzeyinin en az bir bölümünü kaplayan bir birinci elektrot katmanı (14) içermektedir. Bir yalıtkan (dielektrik) katman (12), birinci elektrot katmanının (14) en az bir bölümünü kaplamaktadır. Bir ikinci elektrot katmanının (16), dielektrik katmanının (12) en az bir bölümünü kapladığı gösterilmektedir. Ürünün (18) yüzeyine hasar meydana geldiğinde, birinci elektrot katmanı (14), iç tüp (20) ve ikinci elektrot katmanına (16) temas etmesi için ürünün (18) yan duvarları yoluyla uygulanan akışkan basıncından kaynaklanmaktadır. Elektrot katmanları (14, 16) temas ettiğinde, elektrot katmanları arasında ölçülen empedans, elektrot katmanları (14, 16) birbiri ile temas halinde olduğunda elektrot katmanları (14, 16) sıfıra yakın temas (ve izole) halinde olmadığında mega-Ohm aralığından azalmaktadır.

Sensör rakoru (10), harici kaynaklar (örneğin, kuvvet darbesi) tarafından kaynaklanan hasara yanıtır. Elektrot katmanına (16) hasar meydana geldiğinde, elektrot katmanı (16), yalıtıcı katmana (12) nüfuz etmesi ve birinci elektrot katmanına (14) temas etmesi için harici kuvvetten kaynaklanmaktadır. Elektrot katmanları (14, 16) temas ettiğinde, elektrot katmanları arasında ölçülen empedans, elektrot katmanlarının (14, 16) temas halinde olmadığı (ve izole olduğu) mega-Ohm aralığından elektrot katmanlarının (14, 16) birbiri ile temas halinde olduğu yaklaşık sıfıra azalmaktadır.

Mevcut buluş ile uyumlu olarak, elektrot katmanları (14, 16) arasında teması kolaylaştırmak için, Şekiller 1 ve 2’de gösterilen sensör rakorunun (10) en az birinci elektrot katmanı (14) elektrot katmanında (14, 16) gömülü ve/veya buradan oluşturulan elektrik temas noktalarını (22) (ayrıca çıkıntılar, deliciler, vb. gibi

burada ifade edilmektedir) içermektedir. Örneğin, Şekiller 3 ve 4'e atıfta bulunarak, elektrot katmanı (14) aralıklandırılan bir veya daha fazla elektrik temas noktası (22) içerebilmektedir, burada elektrik temas noktaları, dielektrik katmanı (12) delmek ve üründe (18) bir çatlama ve/veya sızıntı olduğunda ikinci elektrot katmanı (16) ile temas halinde geçmesi için yapılandırılmaktadır.

Herhangi bir şekilde elektrik temas noktası (22), mevcut buluşun yönleri ile uyumlu olarak kullanılabilir. Örneğin, Şekil 3'te gösterildiği gibi, elektrik temas noktaları (22), bir testere dişi şekline sahiptir. Şekil 4'e göre, elektrik temas noktaları (22) bir yarı daire şekline sahiptir. Teknikte uzman kişi, elektrik temas noktalarının (22) istenen boyut ve şekilde olabileceğini ve uygulamaya bağlı olabileceğini kolayca değerlendirecektir. Benzer şekilde, elektrik temas noktaları (22), bir saptanmış tekbiçimli mesafe ve/veya bir tekbiçimli olmayan mesafeden uzakta aralıklandırılabilir. Elektrik temas noktaları (22), ürün (18) ile ilişkili bir hasar durumunun başlaması üzerine elektrot katmanları (14, 16) arasındaki teması kolaylaştırmaktadır. Şekil 5'te gösterilen diğer örnekte (ileri sürüldüğü gibi buluşun kapsamı içinde bulunmamaktadır), elektrik temas noktaları (22), örneğin dielektrik katmanda (12) gömülü bir telin formunu olabilmektedir.

Sensör rakoru (10), sensör rakoru (10) yoluyla bir pim deliğini başlatan bir akışkan basıncından (örneğin, yağ basıncı) dolayı elektriksel empedansı (veya direnci) değiştirmek için tasarlanabilmektedir. Sensör rakoru (10), pim deliği sensör rakorundan (10) nüfuz ettiğinde ve iki elastik elektrot katmanını (14, 16) birbiri ile temas haline getirdiğinde akışkan sızıntısını tespit edecektir. Elektrot katmanlarının (14, 16) esnekliği, kalınlığı ve geometrisi, malzemeye bağlı tasarlanmalıdır, sensör rakoru, örneğin bir hidrolik hortum formundaki bir ürünü görüntülemektedir. Bir örnek olarak, darbe hasarı için bir kompozit malzemeyi izlemek için, sensör kaplaması, baz kompozit malzemesinin (örneğin, hortum, kompozit uçak malzemesi, vb. oluşturan bileşenler) mekanik empedansına (sertlik) eşleşmesi için daha kalın ve sert elektrot katmanlarına sahip olabilmektedir.

Yukarıda ileri sürüldüğü gibi, sensör rakoru (10), büyük yüzeyler üzerinden hasarın küçük başlangıcını tespit etmeye yönelik bir elektriksel empedanstan faydalanmaktadır. Yukarıda belirtildiği gibi, sensör kaplaması, bir yalıtıcı katman 5 (12) (örneğin, bir dielektrik malzeme) tarafından ayrılan iki elektrot katmanı (14, 16) içermektedir, böylelikle bir kapasitör oluşturmaktadır. Sensör rakoru (10) incedir (örneğin, 10 ila 1000 mikron kalınlığında) ve bir ürünün (18) yüzeyi üzerine eklenebilmektedir, püskürtülebilmektedir, preslenebilmektedir ve/veya kalıptan çekilebilmektedir. Mevcut buluşun yönleri ile uyumlu örnekleyici ürünler 10 şunları içermektedir: bir hortum düzeneği, tekerlek düzeneği, kayış düzeneği, vb. Elektriksel empedans ölçümleri, rakorun altındaki ürünün darbe veya yüksek basınç veya çatlamadan dolayı sensör rakoruna (10) olan hasarı tespit etmesi için kullanılmaktadır. Bu tür hasar, birbiri ile temas halinde olan elektrot katmanları (14, 16) ile sonuçlanan dielektrik katmanını (12) delecektir. Bu temas, örneğin 15 sifıra yakın başlangıçta yüksek bir empedans aralığından (örneğin, Mega-Ohm, Kilo-Ohm, vb.) sensör rakorunun değişmesine neden olacaktır. Dolayısıyla, hasarın başlaması önceden belirlenebilmektedir ve bileşen, arıza olmadan önce onarılabilmektedir veya hizmet dışı bırakılabilmektedir.

20 Sensör rakorunun (10) avantajları, karmaşık yapı şekillerine ve özelliklerine sahip olabilen çok büyük alanlar üzerinden hasarın küçük bir miktarını tespit edebilmesini ve sadece bir veya çok az sayıda veri edinme kanalının empedansı izlemek için gerekli olmasını içermektedir. Sensör rakoru (10) çok düşük maliyetli 25 olabilmektedir ve her uygulamada uygun hale getirilebilmektedir. Harici yüklemekten dolayı hasar, önce sensör rakoru (10) empedansındaki değişim veya sensör rakorunun (10) hasar görmesi nedeniyle tespit edilmeden yapıya zarar veremez.

Dielektrik katmanı için malzeme türü, örneğin silikon kauçuk, epoksi, nanotüp 30 elastomer, plastik, petek, polimer nanokompozit, vb. gibi malzemeler içerebilmektedir. Bu tür malzemeler hortumlar, tekerlekler ve kayışlar, beton gibi

sert yapılar ve sert kompozit bileşenler ve uçak ve uzay gemisi gibi yapıları içeren farklı yapısal ve bileşen uygulamalarına yönelik sensör rakorunun (10) kullanımına izin verecektir.

- 5 Elektrot katmanı için malzeme türü, örneğin alüminyum, çelik, titanyum veya herhangi bir uygun iletken malzeme gibi malzemeler içerebilmektedir. Elektrot malzemesi, çukıntuların kalınlığı, boyutunun (örneğin, elektrik temas noktaları, deliciler, vb.) çok varyasyonu ve dielektrik malzeme ve kalınlığı mümkündür. Bir genel ilke, sensör rakorunun (10) mekanik empedansının, birlikte kullanıldığı ürünün mekanik empedansı ile eşleşmelidir. Örneğin, kompozit malzemeler izlendiğinde, bir daha sert ve daha ince sensör rakoru uygundur, çünkü yer değıştirmeler ve zorlanmalar küçük olabilmektedir ve yükler darbeden dolayı büyük olabilmektedir. Elastomer malzeme için, sensör rakoru, daha yumuşak ve kalın olmalıdır, çünkü yer değıştirmeler ve zorlanmalar daha büyüktür ve yükler daha azdır.

Farklı elektrot konfigürasyonları, sensör rakoru ile kullanıma yönelik olasıdır. Şekil 6, sensör rakorunun (10), elektrot kalınlığının değışken olabildiği, böylece hasarın dış elektrotun biçimini bozmaya ve sensörü kısaltarak iç elektrota ekli olarak kalmasını sağlamaya neden olabildiği bir biçimi bozulabilir (örneğin, alüminyum gibi biçimlendirilebilir) metalleri içerdiği bir yapılandırmayı göstermektedir. En az birinci elektrot katmanı (14) yüzeyi ve farklı şekilde elektrot yüzeyleri üzerindeki karbon nanotüp dizileri, farklı substratlar üzerindeki nanotüp sentezi, polimer ve elastomerlerdeki nanotüplerin dağılımı kullanılarak oluşturulabilmektedir ve manyeton fışkırmalı veya diğer ince film bırakım sistemleri, elektrotlar üzerine modelleri koymak için kullanılabilir. İleri sürüldüğü gibi buluşun kapsamı dışında bulunan örneklerde, dielektrik veya yalıtkan malzemede dağıtılan karbon nanotüpler, bu tür teknikler kullanılarak oluşturulabilmektedir.

30

Mevcut buluşun yönleri ile uyumlu olarak bir sensör rakorunun (10) birkaç

örnekleyici tasarımı, Şekiller 6 ila 9’da gösterilmektedir. İleri sürüldüğü gibi mevcut buluşun kapsamı içinde yer almayan Şekil 6’ya göre, basınç ve zorlanma ile direnci değiştiren bir piezodirençli elastomer veya polimer, yalıtıcı katmanda (12) gösterilmektedir. Bir nanotüp elastomer, bu tür malzemenin bir örneği 5 olabilmektedir. Örneğin, nanotüpler, piezodirençlilik sağlamak için yalıtıcı katmanda (örneğin, elastomer/polimer) dağıtılmaktadır. Eğer nanotüp yüklemesi, bir süzme seviyesinde ise, elektriksel empedansdaki (veya dirençteki) büyük ölçekli bir değişim zorlanma ile meydana gelecektir. Bu, bir ikili (örneğin, arıza durumu veya arıza olmayan durum) hasar sensörüne zıt olarak bir basınç veya 10 zorlanma sensörü olarak sensör kaplamasının kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Şekil 7, bir elektrot katmanında (en az birinci elektrot katmanı (14)) oluşan sivri elektrik temas noktalarını (22) göstermektedir. Bir arıza durumu meydana 15 geldiğinde, elektrik temas noktaları, karşılıklı elektrot katmanına (örneğin, elektrot katmanı (16)) ekli olarak kalmaktadır.

Şekiller 8A ila 8B, negatif bir Poisson oranına ve yalıtıcı katmanın (12) istenen bir sertliğine ulaşmak için auxetic malzemenin arasına yerleştirilmiş bir elastomere 20 (32) sahip olan bir petek yapılı malzemeye benzer bir auxetic malzemenin (30) kullanımını göstermektedir. Bir yapılandırmada, auxetic malzeme, bir lineer olmayan sertlikte dielektrik katmanı sağlamak için kullanılabilir. Diğer yapılandırmada, auxetic malzeme (30), bir yalıtıcı katman olarak kullanılırsa, sensörün yığılmasını kolaylaştırmak için kullanılabilir. Şekil 8B, sensör 25 rakorunun (10) bir bölümü üzerinde uygulanan harici darbe kuvvetinden dolayı çöken auxetic malzemeyi göstermektedir. Harici darbe kuvveti auxetic malzemeyi bozması için yeterli kuvvet uygulamaktadır ve elektrot katmanları (14, 16) arasında ölçülen empedansı değiştirerek, elektrot katmanlarının (14, 16) birbiri ile temas haline geçmesine olanak sağlamaktadır.

30

Şekil 9, bir sigorta (34) veya bir pil ile seri halde alarmı göstermektedir

(gösterilmemektedir). Elektrotlar birbiri ile temas ettiklerinde, sigorta atmaktadır, bu da bazı prosesleri kesmektedir veya hidrolik sistemi durdurmaktadır veya bir alarm, sigorta yerine veya sigorta ile ses çıkartabilmektedir. Ayrıca bu yapılandırmanın yönlerini kullanan bir sistemin uygulanması, aşağıda
5 açıklanacaktır.

Şekiller 10A ve 10B, mevcut buluşa göre bir sensör rakorunun başka özelliklerini göstermektedir. Şekiller 10A ve 10B’de, sensör rakoru (10), Şekiller 1 ve 2’de gösterilen (Şekiller 3 ve 4’e göre açıklanan elektrik temas noktalarını içeren)
10 sensör rakoru ile özdeşdir, bunun dışında dielektrik katmanı (12) bir gözenekli ve emici olmayan malzemedir yapılmaktadır. Bu tür malzeme, örneğin, naylon, akrilik, polyester veya asetattan yapılmış bir ağ kumaşı içerebilmektedir, bu tür malzeme ayrıca gözenekli polimerler içerebilmektedir. Bu tür bir dielektrik katmanı (12), bir yüksek empedans aralığından (örneğin, mega-Ohm, kilo-Ohm,
15 vb.) sıfır Ohm’a yakın elektrot katmanı (14, 16) üzerinden ölçülen empedansı değiştirecek, birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı arasında ve dielektrik katman ile üründen (örneğin, bir hidrolik hortum) sızan akışkanın bir iletken yol oluşturmasına olanak sağlamaktadır. Dielektrik katmanı (12), katmanın (12) yüzeyinin her iki tarafı üzerinde kaplanmış iletken kaplamaya (örneğin,
20 elektrot katmanı (14, 16)) sahiptir. Kumaş iletken olmayan, gözenekli ve emici olmayan olduğundan dolayı, akışkan sızıntısı (iletken akışkan) gözeneklerde tutulacaktır ve kaplama katmanları (14, 16) arasında bir iletken yol oluşturacaktır. Bu yüzden, katmanlar (14, 16) arasındaki empedans (örneğin, direnç) düşmektedir. Bu tür sensör rakoru faydaları, akışkan sızıntısının tespit edilmesini
25 içermektedir. Bu tür rakorlar dayanıklı, hassas, yanlış pozitif dirençli, düşük maliyetli, kolayca uygulanabilir, ince ve hafiftir.

Sızıntının konumu arzu edilirse, iletken katman küçük bir dirence sahip olabilmektedir. Bir konumda bir sızıntı olduğunda, ölçülen direnç Şekil 10B’de
30 gösterildiği gibi, dirençli katmanın sızıntı noktasından ölçüm noktasında mesafe (örneğin, mesafe = $(1/2) \times \text{Direnç}/(\text{Direnç}/\text{ft})$) ile ilişkilendirilebilmektedir.

Mevcut buluşun yönleri ile uyumlu olarak bir örnekleyici sistem (100) Şekil 11’de gösterilmektedir. Sistemde (100), üç sensör rakoru (10) gösterilmektedir. Ürün (18-A), ürünün (18A) bir bölümünü kaplayan sensör rakorları (10-A ve 10-B) 5 içermektedir. Ürün 18-B’de, sensör rakoru (10-B), tüm ürünü (18B) büyük oranda kaplamaktadır. İleri sürüldüğü gibi buluşun kapsamın içinde yer almayan ürün 18-C’de, sensör rakoru (10-C), örneğin en azından ürünün (18-C) bir bölümünde bütünleşik olarak oluşturulan bir dahili sensör rakorudur. Sensör rakoru (10), sensör rakorunun elektrot katmanlarına (14, 16) iletken olarak birleştirilen bir 10 veya daha fazla bağlaştırmacıya (102) sahiptir. Bir veya daha fazla bağlaştırmacı (102), kendi ilgili sinyallerini bir veri edinme cihazına (104) çıkartabilmektedir. Buna ek olarak veya alternatif olarak, bir veya daha fazla bağlaştırmacı, veri edinme ve işleme cihazına (104) bunların ilgili sinyallerini çıkartan harici veya dahili sensör rakorlarına birleştirilebilmektedir.

15

Veri edinme ve işleme cihazı (104) tarafından alınan bilgi, bellekte depolanabilmektedir (gösterilmemektedir). Veri edinme bilgisi, sensör rakorunun (10) eklendiği ürün (18) ile ilişkilendirilen çalışma parametreleri (106) ile karşılaştırılabilmektedir. Çalışma parametreleri (106), örneğin veri edinme ve 20 işleme cihazına (104) birleştirilen ve/veya sisteme (100) birleştirilen bir ana sunucudan (108) alınan bir depolama cihazı tarafından lokal olarak depolanabilmektedir. Tercihen, çalışma parametreleri (106) lokal olarak depolanmaktadır. Çalışma parametreleri (106), ürün türü, ürünün kullanıldığı ortam, ürünün uygulaması, vb.’ne bağlı değişkenlik gösterebilmektedir. Bu tür 25 parametreler çalışma sıcaklığı, akışkan basıncı, kıvrılma oranı, vb. içermektedir ve örneğin bir ayrı depolama cihazı (110) sağlanabilmektedir.

Veri edinme ve işleme cihazı (104) ve ana sunucu (108) bir kablolu veya kablosuz iletişim bağı oluşturmaktadır. Sistem konfigürasyonuna bağlı olarak, tercihen veri, 30 veri edinme ve işleme cihazından (104) lokal olarak işlenmektedir ve sadece nihai bilgi, ana sunucuya (108) gönderilmektedir. Alternatif olarak, veri işleme, ana

sunucuda (108) yapılabilmektedir ve cihaz (104), örneğin sadece bir veri edinme cihazı olarak görev yapabilmektedir.

5 Ana sunucu (108), ürün (18) ile ilişkilendirilen ilgili bilginin bir veritabanını içerebilmektedir. Ana sunucu (108) çalışma parametrelerine (106) göre bilgi sağlamak ve raporlama oluşturmak ve düzgün bakım eylemlerine göre karar vermeye yardım etmek için güncellenebilmektedir ve kullanılabilir. Buna ek olarak, veri edinme ve işleme cihazından (104) edinilen bilgi, ana sunucuda (108) depolanabilmektedir.

10

Bir ürünün arızasının tespit edilmesine yönelik bir örnekleyici yöntem (120) Şekil 12'de gösterilmektedir. Blok 122'de, yöntem bir ürünün (18) empedansının izlenmesini içermektedir, burada ürün, ürünün bir yüzeyinin en az bir bölümünü kaplayan bir birinci elektrot katmanı (14); birinci elektrot katmanının (14) en az 15 bir bölümünü kaplayan bir dielektrik katmanı (12) ve dielektrik katmanının (12) en az bir bölümünü kaplayan bir ikinci elektrot katmanı (16) içeren bir sensör rakoru (10) içermektedir, burada birinci elektrot katmanı (14), dielektrik katmanı (12) ve ikinci elektrot katmanı (16) tarafından kaplanan ürünün yüzeyine olan hasar birinci elektrot katmanının (14) ikinci elektrot katmanına (16) temas 20 etmesine neden olmaktadır, burada empedans, birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı arasında ölçülmektedir.

Blok 124'te, yöntem, birinci elektrot katmanı (14) ve ikinci elektrot katmanı (16) üzerinden izlenmiş empedansa en azından kısmi olarak bağlı üründe (18) bir 25 arızanın tespit edilmesini içermektedir. Üründeki bir arıza, ürünün istenmeyen herhangi bir performans karakteristikleri olarak belirlenebilmektedir. Bir yapılandırılmada, birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı üzerinden ölçülen empedans ile karşılaştırılarak bir arıza tespit edilmektedir ve empedanstaki saptanmış bir fark tespit edildiğinde, bir arızanın meydana geldiği 30 söylenebilmektedir. Bir saptanmış fark, örneğin, %10 veya daha fazla empedans değerinde bir değişim olabilmektedir. Örneğin birinci elektrot katmanındaki bir

veya daha fazla elektrik temas noktası, ikinci elektrot katmanı ile temas ederse, empedansta bu tür bir fark meydana gelebilmektedir.

Diğer yapılandırmada, örneğin ana sunucu (108) gibi ürün ile ilişkilendirilen çalışma parametreleri içeren bilginin bir veritabanı ile birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı üzerinden ölçülen empedansın karşılaştırılmasıyla bir arıza tespit edilmektedir.

Blok 126'da, bir arıza durumunun belirlenmesi üzerine, ürünün akışkan girişini durdurmak ve/veya ürünün eklendiği makinenin çalışmasını durdurmak arzu edilmektedir. Bu yüzden, bir hortumun arızası üzerine, örneğin makinenin kapatılması ve arızalanmış ürün ile ilişkilendirilen akışkanın akması için veri edinme ve işleme cihazında (104) bir işlemci tarafından bir kontrol sinyali üretilebilmektedir. Dolayısıyla, sensör rakoru (10), ürünün (18) kullanıldığı bir veya daha fazla prosesi kontrol etmek için bir geribildirim döngüsünde kullanılabilir. Buna ek olarak veya alternatif olarak, ürünün arızasının tespit edilmesine yönelik ürünün arızalandığı bir sesle ilgili bildirim ve/veya bir elektronik bildirim verilmesi arzu edilebilmektedir.

Bir örnekleyici yöntem (130), bir üründe iletken akışkanın tespit edilmesine yönelik Şekil 13'te gösterilmektedir. Blok 132'de, yöntem şunları içermektedir: bir ürünün (18) empedansının izlenmesi, burada ürün, ürünün bir yüzeyinin en az bir bölümünü kaplayan bir birinci elektrot katmanı (14); birinci elektrot katmanının en az bir bölümünü kaplayan bir dielektrik katmanı (12) ki burada dielektrik katman gözenekli ve iletken değildir ve dielektrik katmanının en az bir bölümünü kaplayan bir ikinci elektrot katmanı (16) içeren bir sensör rakoru (10) içermektedir, burada iletken akışkanın bir sızması dielektrik katman (12) ile ve birinci elektrot katman ve ikinci elektrot katman arasında bir iletken yol oluşturmaktadır, burada empedans birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı arasında ölçülmektedir.

Blok 134'te, yöntem, birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı üzerinden izlenmiş empedansa en azından kısmi olarak bağlı üründe iletken akışkanın sızıntısının tespit edilmesini içermektedir. Bir yapılandırma, iletken akışkanın sızıntısı birinci elektrot katmanı ve ikinci elektrot katmanı üzerinden ölçülen empedans ile karşılaştırılarak bir sızıntı tespit edilmektedir ve empedanstaki saptanmış bir fark tespit edildiğinde, bir arızanın meydana geldiği söylenebilmektedir. Bir saptanmış fark, örneğin, %10 veya daha fazla empedans değerinde bir değişim olabilmektedir. Empedanstaki bu tür bir fark, birinci elektrot katmanında bir veya daha fazla elektrik temas noktası, örneğin ikinci elektrot katmanı ile temas ettiği durumda meydana gelmektedir.

Blok 136'da, bir akışkan sızıntısının belirlenmesi üzerine, ürünün akışkan girişini durdurmak ve/veya ürünün eklendiği makinenin çalışmasını durdurmak arzu edilmektedir. Bu yüzden, hortumun bir arızasının belirlenmesi üzerine, bir kontrol sinyali, örneğin makineyi kapatmak ve/veya arızalanmış ürün ile ilişkilendirilen akışkanın akması için veri edinme cihazına (104) birleştirilen bir işlemci tarafından üretilebilmektedir. Dolayısıyla, sensör rakoru (10), ürünün (18) kullanıldığı bir veya daha fazla prosesi kontrol etmek için bir geribildirim döngüsünde kullanılabilir. Buna ek olarak ve/veya alternatif olarak, ürünün arızasının tespit edilmesi üzerine ürünün arızalandığı bir sesle ilgili bildirim ve/veya bir elektronik bildirim vermesi arzu edilebilmektedir.

Yukarıda kavramları test etmek için, sensör rakoru için malzemelerin basit bir konfigürasyonu seçilmiştir ve kavramın kanıtını onaylamak için test edilmiştir. Bir kauçuk levha, sensör kaplamasının hasarı izleyebildiği yapı olarak seçilmiştir. Kauçuk bir hidrolik hortumun malzemesini benzetmektedir ve sensör, hortumun iç katmanı yakınına yerleştirilmektedir. Sensör katmanı, sensör kaplaması, hidrolik akışkan ile temas halinde olmayacak şekilde, bunun üzerinden bir koruyucu kauçuk katmanına sahip olacaktır. Bu deneydeki sensör rakoru, iki ince alüminyum elektrotu ve bir dielektrik ortamı (bir kapasitör oluşturma durumunda kâğıt) içermektedir. Elektriksel kollu mingeneler iki alüminyum elektrotuna

eklendi ve ayrıca ölçüm cihazına (bir multimetre) bağlandı.

Beklendiği gibi, sensör rakorunun (10) başlangıç elektriksel direnci, iki elektrot arasında hiçbir temas olmadığından sonsuzdu. Bir polimer film ile elektriksel olarak yalıtılmış olan bir yuvarlak uca sahip yaklaşık 1/10 inç çapında bir çubuk formundaki bir kontrol çubuğu, sensör kaplamasında hasar üretmek için alet olarak kullanılmıştır.

Yük ve hasar dış elektrotta uygulandığında, iki elektrot arasındaki mesafe dar olduğundan dolayı elektriksel direnç ve kapasitans değişmiştir. Dolayısıyla, elektrotlar birbirine ne kadar yakın olursa, empedans da azalmaktadır. Yük, dış elektrotta hasar (bir pim deliğine benzer) meydana gelene kadar kesintisiz bir şekilde uygulanmıştır. Bu hasar dielektrik ortamına nüfuz etmiştir ve iki alüminyum elektrotunun teması ile sonuçlanmıştır. Bu, kaplama sensörünün elektriksel empedans özelliklerinin (direnç ve kapasitans) aniden sonsuzdan sıfıra gitmesine neden olmuştur.

Farklı denemeler, tekrarlanabilirliği test etmek için yürütülmüştür ve elektrotlardan her seferinde hasarın meydana geldiği, direncin sonsuzdan sıfıra gittiği gözlemlenmiştir. Bir NI-Veri Edinme Modülü NI-9219 ve LabVIEW yazılımı, dış elektrotun yüzeyi üzerine yükün uygulanmasından dolayı, elektrik direncindeki çevrimiçi veri ve değişimi izlemek için kullanılmıştır. LabVIEW yazılımından elde edilen veri, Microsoft Excel kullanılarak çizildi ve Şekil 14'te gösterilmektedir. Şekil 14, hasar meydana geldiğinde, yaklaşık 14.5 saniyede sonsuzdan (örneğin, 10KOhm) sıfıra direnç düşmesini açık bir şekilde göstermektedir. Teknikte uzman kişi, empedansın örneğin sıfır Ohm'a yakın olduğu bilindiğinde, bir sonsuz empedansa olan referansın, empedansın en az bir büyüklüğünün bir kısa devre durumundan ziyade bir açık devre durumundan daha yüksek olduğu anlamına geldiğini kolayca kabul edecektir.

30

Sensör rakoru nüfuz ettiği sürece sensör rakorunun hasarı raporladığına dikkat

edin. Ayrıca hasar sadece sensör rakorunadır - kauçuk katmanın altındaki katmana hasar yoktur. Dolayısıyla, hasar yapının esasen hasar görmesinden önce tespit edilmektedir ve bu, onarım için veya yapının (örneğin, hidrolik hortum) hizmet dışı kalması için operatöre zaman sağlamaktadır.

5

Sensör rakorunun kavramı, örneğin, esasen sensör rakorunun elektriksel direnci gibi elektriksel empedans kullanılarak test edilmiştir. Başlangıç deneyleri, pim delikleri, yağ sızıntısı gibi hortumda hasarı gösterebilen hortum üzerinde bir harici sensör rakoruna sahip olabilirliği belirlemek için yürütülmüştür. Alüminyum, bir iletken malzeme ve Kapton film olarak kullanılmıştır ve vaks kağıdı, sensör rakoru için farklı dielektrik/yalıtıcı malzemeler olarak kullanılmıştır. İki farklı tasarım hortum uygulaması için kavramsallaştırılmıştır.

10

Tasarım 1: Hortumun dış katmanı üzerindeki sensör rakoru.

15

Tasarım 2: En iç kauçuk katmanı ve çelik katman (hortum içinde) arasındaki sensör rakoru.

Aşağıdaki kısım, hortum üzerindeki sensör kaplamasının geliştirilmesine dahil edilen prosesi açıklamaktadır. Gösterim amacı için, hortumun bir bölümü (yaklaşık 15cm uzunluğunda) kesildi ve sensör kaplamasının bir katmanı bunun üzerinde geliştirildi. İlk olarak, Şekil 15A'da gösterildiği gibi, en iç kauçuk katman kesilmiştir. Ardından, bir yalıtıcı katman, bir yapışkan ile en iç çelik katmanına yapıştırılmıştır. Yalıtıcı katmanın üzerinde, iletken alüminyumun bir birinci katmanı, Şekil 15B'de gösterildiği gibi hortumun uzunluğu boyunca eklendi. Daha sonra, bir yalıtıcı katman (vaks kağıdı veya Kapton film), Şekil 15C'de gösterildiği gibi, birinci iletken katmanın üzerine konuldu. Bir ikinci iletken katman, Şekil 15D'de gösterildiği gibi, sensör kaplaması oluşturarak, yalıtıcı katmanın üzerine eklendi. Son olarak, en iç kauçuk katmanı, Şekil 15E'de gösterildiği gibi sensör kaplamasının üzerine eklendi. Kurşun teller, empedans ölçümleri için iletken katmanlara eklendi.

20

30

Bu tasarım, hortumun dışında sensör rakoru katmanının geliştirilmesi kavramını kullanmaktadır. Bu kavram, sensör rakoru benzeri hortum üzerine bir harici sensörün konulması gibi görselleştirilebilmektedir. Sensör rakoru, bir ayrı ürün olarak imal edilebilmektedir ve hortumun dış katmanının üstüne yerleştirilebilmektedir. Önemli avantaj, bu tasarımın basit olmasıdır, çünkü hortumun kendisine hiçbir modifikasyon olmamaktadır. Sensör kaplaması, hortumun dış katmanındaki gibi muhtemelen aynı polimer benzeri bir koruyucu kauçuk katmanı ile sensör kaplamasını kaplayarak dış çevreden korunabilmektedir. Bu koruyucu katman ile, çevre koşullarından sensör kaplamasına herhangi bir hasarın önlenmesi mümkündür ve sensör rakorundan herhangi bir yanlış pozitif alarmı önleyebilmektedir.

Bu tasarım, sensör rakoru, hortum arızalandıktan sonra hasarı belirleyecek olduğundan dolayı, hortumda hasarın meydana gelmesini önleyemeyebilmektedir. Ancak bu tasarım, hortumdan dış çevreye hasarın nüfuz etmesini önleyecektir. Tüm sistem, sensör rakorundan sinyalin nominal değere saptığı an bir alarmın aktifleştirilebildiği veya tüm sistemin kapatılabildiği ve hortumun yer değiştirebildiği bir şekilde modellenebilmektedir. Bu tasarım ayrıca dış ortama önemli bir hasarın olmasını engellemektedir.

Bu kavramın bir prototipi inşa edilmiştir ve test edilmiştir. Prototip, yalıtıcı malzeme olarak iletken malzeme ve ya Kapton film veya vaks kağıdı olarak alüminyum kullanılmıştır. Önceki kısımda açıklandığı gibi, alüminyumun bir birinci katmanı, katmanın yalıtılmasıyla takip edilen hortumun dış katmanına ve yalıtıcı katmanın üzerindeki diğer iletken alüminyum katmanına eklenmiştir. Tüm katmanlar, piyasada satılan yapışkan kullanılarak birbirine eklenmiştir. Kurşun teller, birinci ve ikinci iletken katmanlardan alınmıştır. İki katman arasındaki elektrik empedansı, daha sonra ölçülebilmektedir. Sensör kaplamasının iki farklı yönelimi test edilmiştir; sensör kaplaması hortumun uzunluğu boyunca yerleştirilmiştir (Şekil 16A) ve diğeri çevresel olarak yerleştirilmiştir (Şekil 16B).

İkinci durum için, hortumun tüm uzunluğu boyunca çevresel olarak eklenebilen bir sensör rakoruna sahip olarak görselleştirilebilmektedir.

İleri sürüldüğü gibi buluşun kapsamı içinde bulunmayan diğer tasarım, hortum 5 düzeneği içinde sensör rakorunun oluşturulmasıdır. Bu tasarım, hortumun içinde sensör rakorunun bir katmanının konulması kavramından faydalanmaktadır. Örneğin, sensör rakoru, en iç kauçuk katmanı ve birinci donatı katmanı arasında kurulabilmektedir. Bu tasarım önemli avantajı, bunun hortumdaki hasarı engellemesidir, böylece hortuma herhangi bir hasar sensör rakoruna nüfuz 10 edecektir. Bu tür nüfuz etme, sensör rakorunun arızasına neden olacaktır. Dolayısıyla, en iç kauçuk katmanının ötesinde pim delikleri, yağ sızıntısı, vb. gibi herhangi bir hasarın meydana gelmesi önlenmektedir ve hortum, gerekirse incelenebilmektedir ve yer değiştirebilmektedir.

15 Kavramı kanıtlamak için, bir prototip geliştirildi ve test edildi. Bu deneyde, iç kauçuk katmanının bir bölümü (yaklaşık 15cm uzunluğunda), kesildi, böylece çelik donatı katmanı ortaya çıkmıştır. Daha sonra, daha önceden açıklandığı gibi, sensör kaplamasının katmanları, Şekil 17A'da gösterildiği gibi yapışkan kullanılarak düzgün sekansta eklenmiştir. İki iletken katman ve yalıtıcı katmandan 20 oluşan tüm sensör kaplamasının kalınlığı sadece 10 ila 1000 mikron arasında idi. Sonuç olarak, kauçuk katman, Şekil 17B'de gösterildiği gibi kendi başlangıç pozisyonuna geri yapıştırılmıştır. Kurşun teller, birinci ve ikinci iletken katmanlardan alınmıştır ve iki katman arasındaki elektriksel empedans ölçülmüştür. Sensör rakoru, boylamsal yönelimde yerleştirilmiştir. Bu deney için, 25 test edilmiş hortumda hiçbir uç bağlantısı bulunmamaktaydı. Dolayısıyla, kıvrırcıktanmadan dolayı birbiri ile temas halinde olan sensör rakorlarının elektrot katmanlarına dair hiçbir sorun yoktu.

Test sonuçları, sensör rakorundan verinin otomatik olarak depolanması ve bir 30 LED sinyalinin aktifleştirilmesiyle sensör kaplamasında meydana gelen hasarın gösterilmesi için LabVIEW'de elde edilmiştir. İki deney yürütülmüştür; birincisi,

pim delik hasarını benzetmek içindi ve ikincisi bir akışkan sızıntısını (örneğin, bir yağ sızıntısı) benzetmek içindi. Birinci deneyde, bir pim deliği, bir keskin uçlu alet kullanılarak benzetildi ve elektriksel direnç, kesintisiz olarak izlendi. Pim delik hasarının iç kauçuk katmandan nüfuz ettiği ve sensör kaplamasına çarptığı anda, direnç sonsuzdan ($10.5k\Omega$ - NI-DAQ 9219 için maksimum direnç kapasitesi) sıfıra düşmüştür ve hortuma olan hasarı gösteren LED sinyalini aktifleştirmiştir. Hasarın, çelik donatı katmanına nüfuz etmediği gözlemlenebilmektedir. Bu ayrıca hortuma hasarın tahmin edilmesince önlenmesinde sensör rakorunun bir avantajını doğrulamaktadır.

10

İkinci deneyde, bir yağ sızıntısı, hasar meydana gelene kadar hortum içinde şırınga kullanılarak yağın enjekte edilmesiyle benzetilmiştir. Ortalama olarak, 0.5 ila 1 cc yağ hortuma enjekte edildi. Önceki deneye benzer olarak, sonsuzdan sıfıra düşen ve LED sinyalini aktifleştiren direnç, hortuma hasarı göstermiştir. Bununla birlikte, iç kauçuk katmanda enjekte edilen yağın tam miktarının ölçülmesi zordur. Deneyler birkaç kere tekrarlanmıştır ve yanıt tekrarlanabilir idi. Sensör rakorunun direncindeki değişim, Şekil 18'de gösterilmektedir. Sensör rakorunun direncinin, hortum sağlam durumda olduğunda sabit olduğu görülebilmektedir. Dirençteki keskin düşme, hortuma hasar meydana geldiğinde görülebilmektedir. Benzer sonuç, hem pim deliği hem de yağ sızıntı yükleme istasyonu için gözlemlendi.

20

Sensör rakoru, ayrıca geniş aralıkta yapılar üzerinde kullanılabilir. Örneğin, sensör rakoru, uçak, uydu, insansız araçlar, füzeler, vb. gibi havayla ilgili yapılar ile bağlantılı olarak kullanılabilir. Yıldırım, moloz ve büyük basınçta yükleme gibi harici kaynaklardan bu yapılara olan hasar tespit edilebilmektedir. Sensör rakorlarının kalınlıkları, bu tür uygulamalar için bunu uygun hale getirmektedir. Sensör rakoru örneğin yüksek veya düşük sıcaklık, aşınma, elektriksel iletkenlik ve korozyon direnci gibi uygulama taleplerini karşılamak için farklı malzemelerden yapılabilir.

30

Kompozit malzemeler üzerine kullanıma yönelik bir sensör rakoru, iki alüminyum film elektrotu (0.016 mm kalınlıkta) arasında bir Kapton film levhası kullanılarak üretilmiştir, bu, bir kuru kapasitörün oluşturulmasının bir yoludur. Ayrıca, vaks kağıdı, dielektrik malzeme olarak kullanılmıştır ve iki alüminyum elektrot arasına yerleştirilmiştir. Başlangıç testi, bir hidrolik pres kullanılarak sensör kaplamasının kavramının kanıtını doğrulamak için gerçekleştirildi. Üç farklı küre şeklinde dişleyici, kompozit malzemeyi kaplayan sensör rakoruna hasar oluşturmak için deneyde kullanılmıştır. Bu deneyde, sensör rakoru hidrolik preste bir yükleme istasyonuna yerleştirilmiştir. Küre şeklinde dişleyici, yükleme istasyonunun üstüne eklendi. Yük, sensör rakoru hasar görmüş olana kadar kademeli bir şekilde uygulanmıştır. Sensör rakorunun elektriksel empedansı, yük uygulandıkça bir multimetre kullanılarak ölçülmüştür. Dielektrik ortama hasarın nüfuz etmesi ve sensör kaplamasında iki elektrotun teması ile sonuçlanmasından dolayı, sensör rakorunun elektriksel direncinin sonsuzdan sıfıra değiştiği gözlemlenmiştir. Sensör rakorunda, kompozit plaka, 8.382mm (0.33") olmak üzere ölçülen dişleme çapı ile dişleme hasarı göstermiştir.

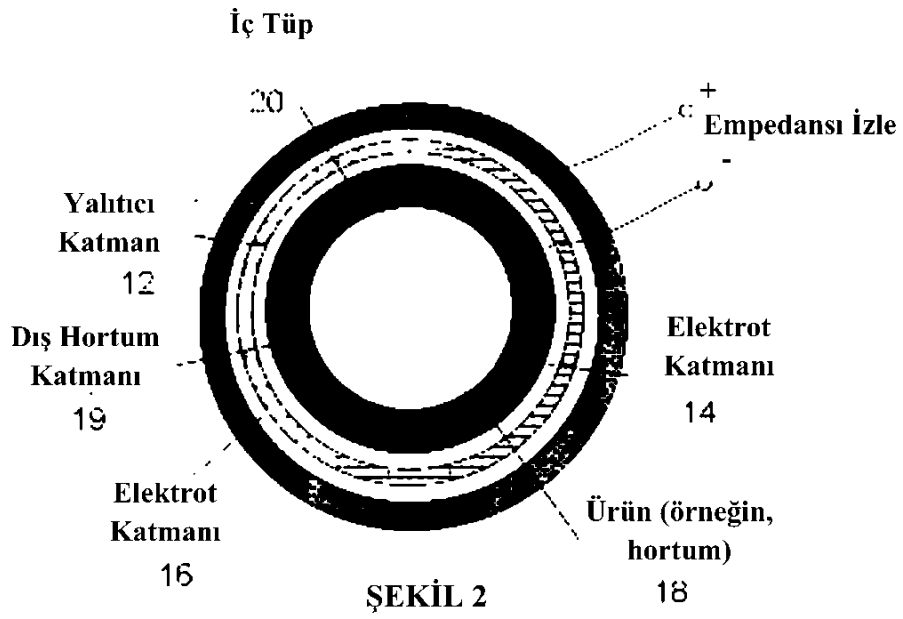
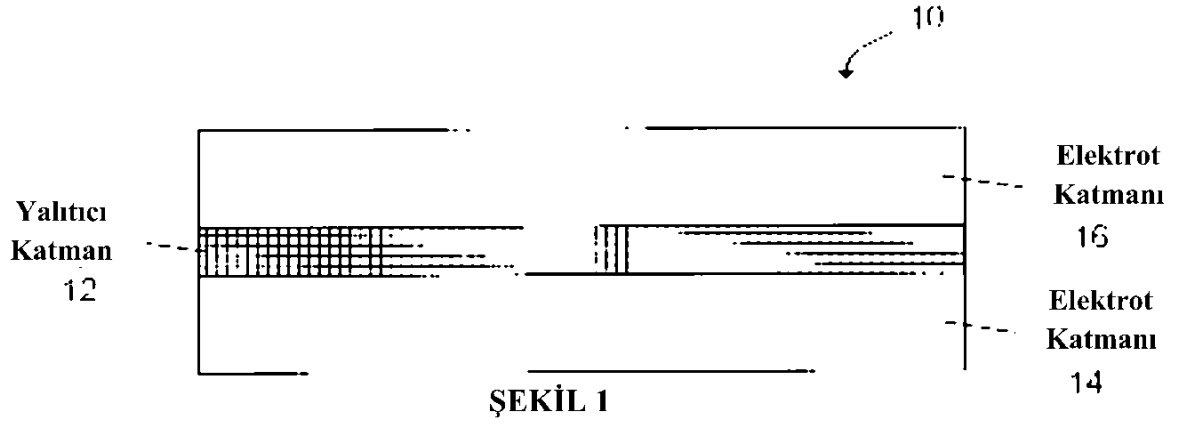
Üç farklı dişleyici boyutu için sensör kaplamasına karşı yükleme yanıtı, Şekil 19'da gösterilmektedir. Grafik, x ekseninde gösterilen uygulanan yük ile yükleme ve y ekseninde gösterilen rakorun direncinden dolayı, sensör rakorunun direncindeki değişimi göstermektedir. Rakorun elektriksel direncinin başlangıçta çok büyük olduğu ve iki elektrotun temasından dolayı yükleme nedeniyle rakor hasar gördüğünden direncin aniden sıfıra düştüğü plandan görülebilmektedir. Küre şeklindeki dişleyicinin çapı arttırıldığından (4.750 mm, 9.500 mm, 13.970 mm - 0.187", 0.374", 0.55"), sensör rakorunun direncinin sonsuzdan sıfıra değiştiği yükün de 568 kg ila 1814 kg ila 3856 kg (1.250 klbs ila 4.0 klbs, ila 8.5 klbs) arttığı gözlemlenmektedir. Sensör rakorunun, herhangi boyutta bir hasara hassas olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Örneğin, sensör rakoru, pim delikler benzeri küçük hasara veya büyük partiküller ile darbeden büyük hasara hassas olacaktır. Hasarın farklı boyutlarına hassasiyete sahip olunması, sensör rakoruna uygulanan gerilim düşünülerek açıklanmaktadır. Kompozit üzerindeki dişleme

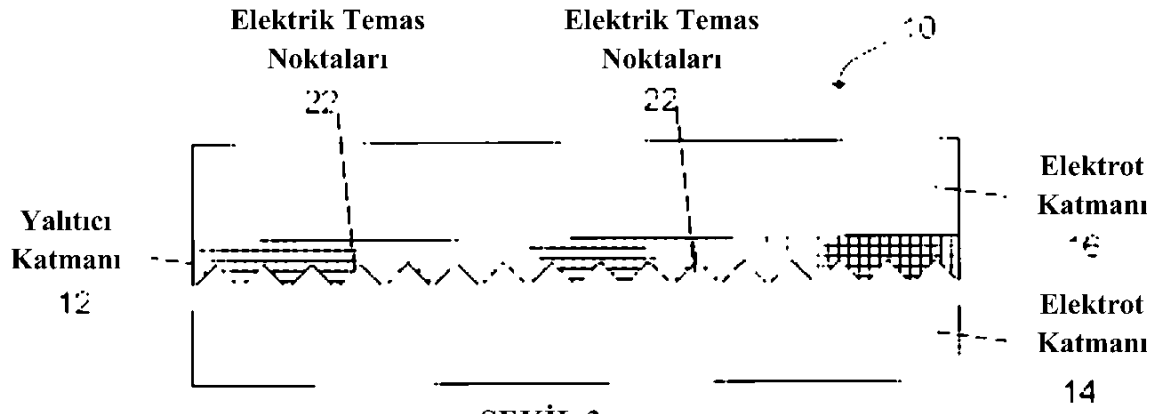
çapı ölçülmektedir ve 4.750 mm, 9.500 mm, 13.970 mm (0.187", 0.374" ve 0.55") küre şeklindeki dişleyiciler için sırasıyla 3.251 mm, 5.842 mm, 8.382 mm (0.128", 0.23" ve 0.33") olduğu bulunmuştur. Daha sonra, rakora uygulanan gerilim, dişlemenin alanının bilinmesiyle ve rakora uygulanan kuvvet ile hesaplanmıştır. Hasardan dolayı rakor üzerinde uygulanan gerilimin, tüm üç küresel dişleyici için yaklaşık 680 MPa olduğu bulunmuştur. Küçük bir çap küresi ile, dişleme alanı küçüktür ve rakor küçük bir yükte bozulmaktadır. Daha büyük bir çapta küre ile, dişleme alanı daha büyüktür ve rakorun arızalanmasına neden olması için daha büyük bir yük gereklidir. Bununla birlikte, gerilimin tüm durumlar için aynı olduğu gözlemlenmiştir. Fiberglas panelin yüzeyi ayrıca küçük lokalize olmuş küre şeklinde hasar sürdürmekteydi, ancak hasar alanı, sensör rakorunda dişleme alanınıninkinden daha küçük idi.

Bu deneyden, sensör rakorunun kesintisiz yüklemeye dayanabilmesi için kompozit plakada aşırı hasarı önlemek için bir koruyucu katman olarak kullanıldığı, böylece kompozit plakasında hasarın birçok yüksek gerilim seviyesinde dahi sadece 0.3404 mm (0.0134") ile sınırlandırıldığı sonucuna ulaşılabilmektedir.

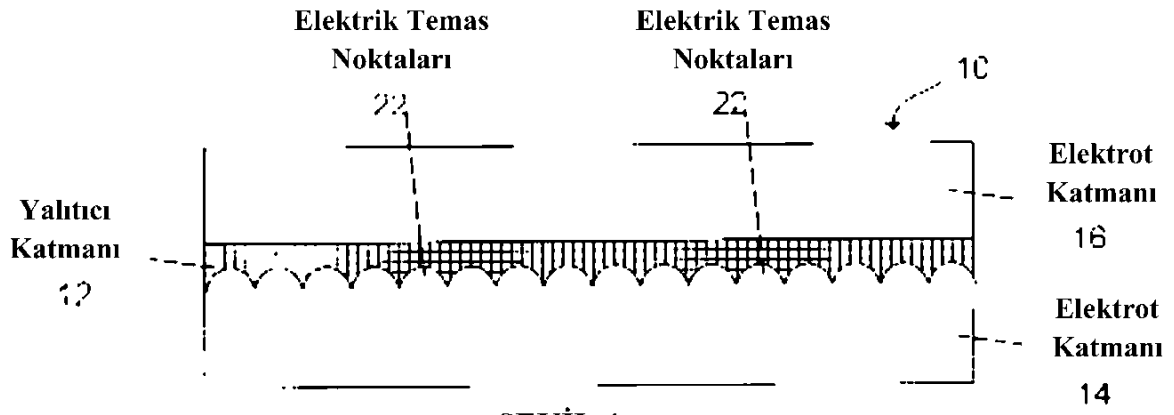
Bir deney, darbe hasarını tespit etmek için sensör rakorunun uygulanabilirliğini çalışmak üzere yürütülmüştür. Bir fiberglas paneli basitçe iki açılı bölmesi tarafından desteklenmiştir. Bir küre şeklinde dişleyici (çelik bilye), sensör kaplaması üzerinde belirli bir yükseklikten düşmüştür ve rakorun direncindeki varyasyon, bir veri edinme cihazı ve LabVIEW yazılımı kullanılarak çevrim içi izlenmiştir. Darbe iki elektrotun teması ile sonuçlandığından dolayı, rakorun direncinin M-Ohm aralığından sıfıra düştüğü gözlemlenmiştir. Bu deney, sensör kaplamasının, dinamik yükleme ve darbe hasarını tespit edebildiğini göstermektedir.

Mevcut buluşun prensipleri, yapılandırmaları ve çalışmaları burada ayrıntılı olarak açıklanmasına rağmen, burada açıklanan özel açıklayıcı formlar ile sınırlandırıldığı anlaşılmamalıdır. Burada yapılandırmaların çeşitli modifikasyonlarının yapılabilmesi teknikte uzman kişi için açık olacaktır.

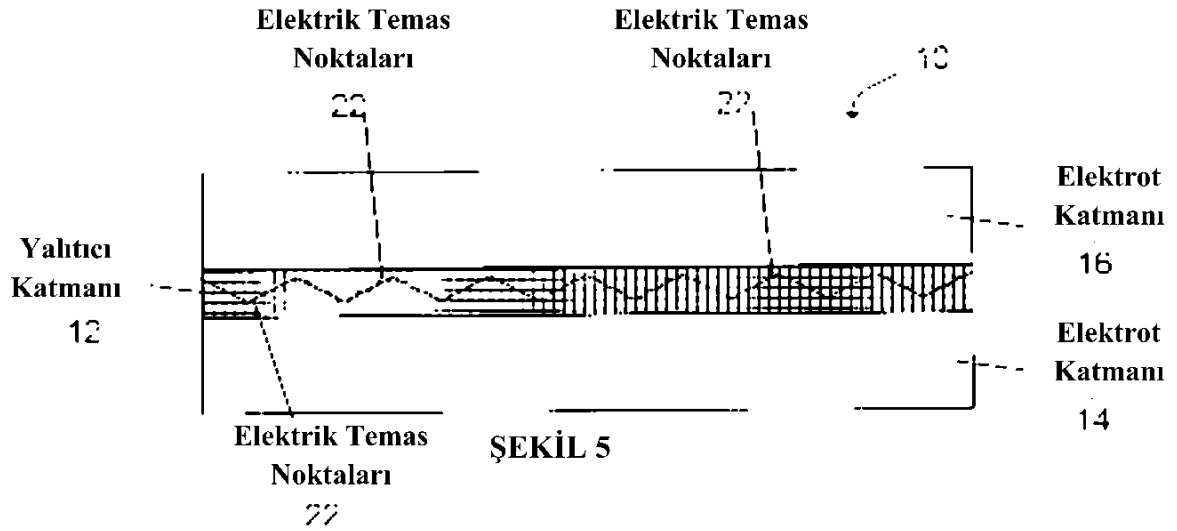




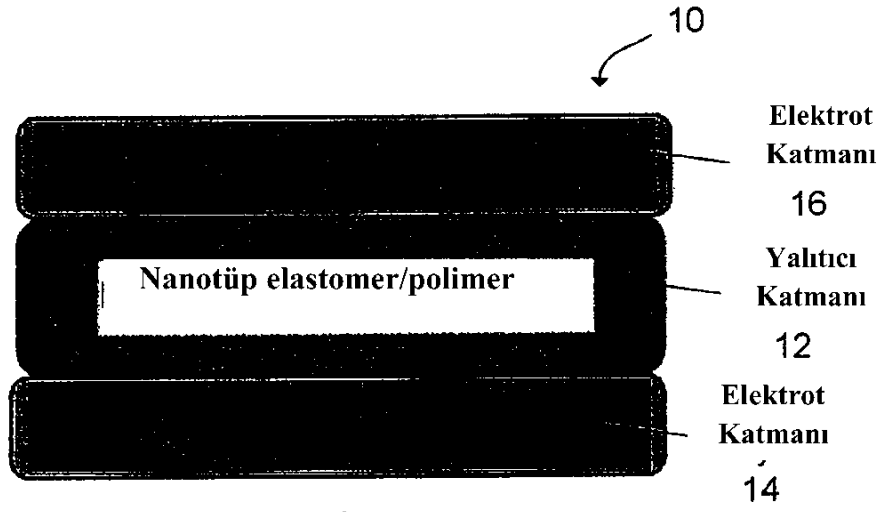
ŞEKİL 3



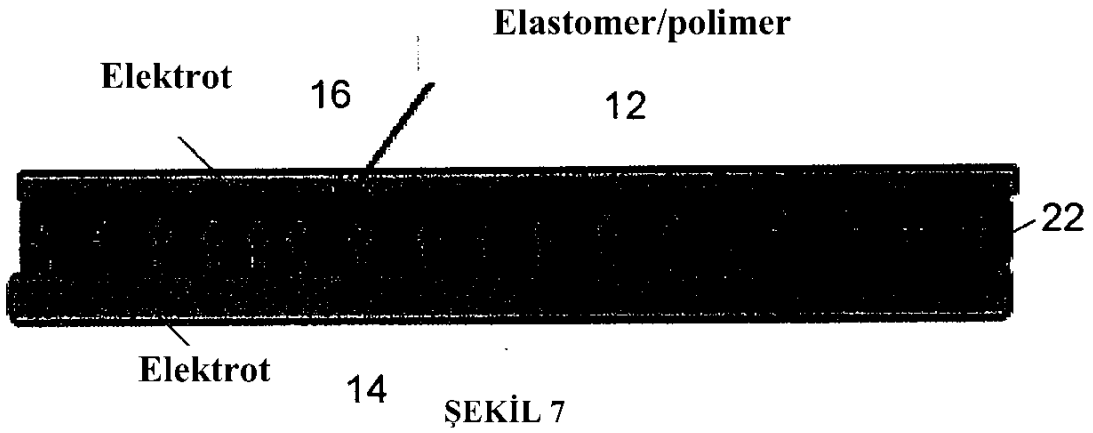
ŞEKİL 4



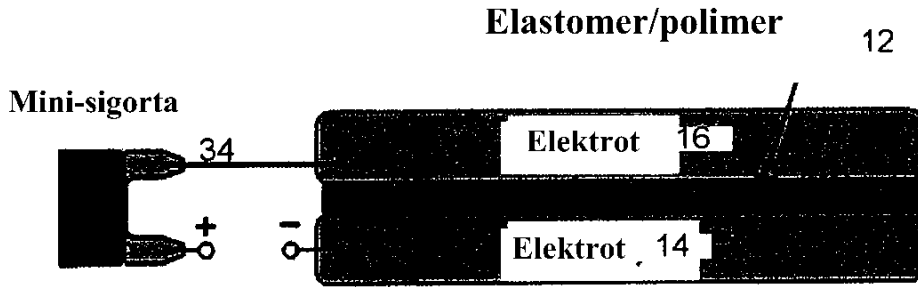
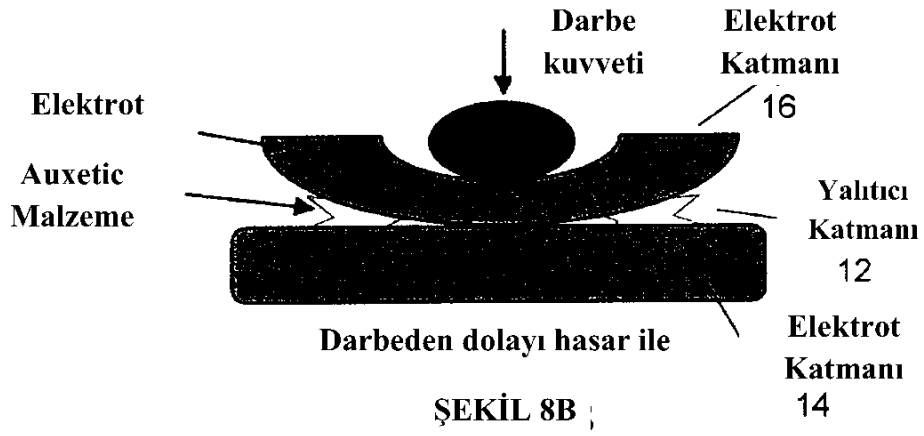
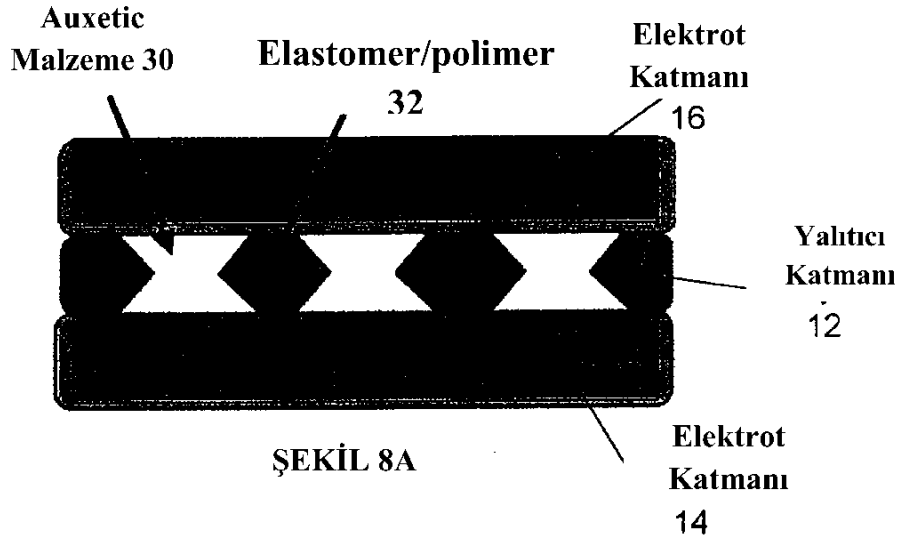
ŞEKİL 5



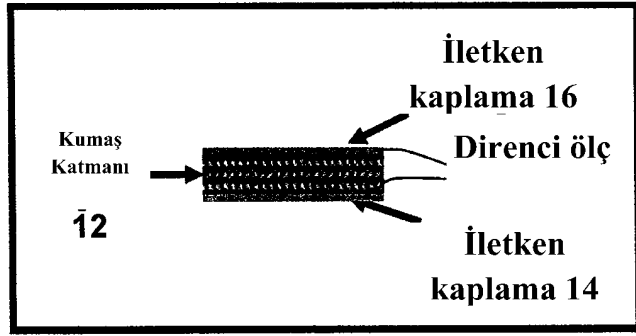
ŞEKİL 6



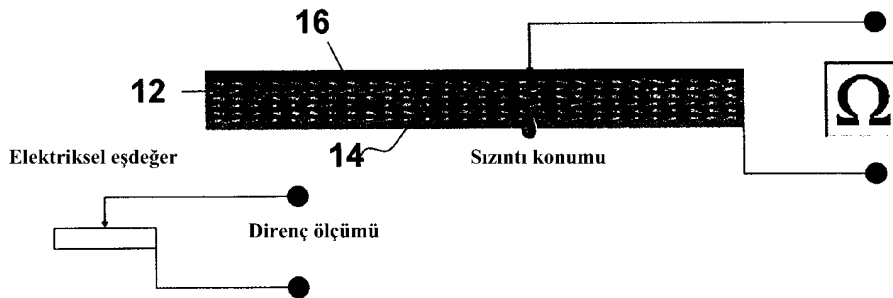
ŞEKİL 7



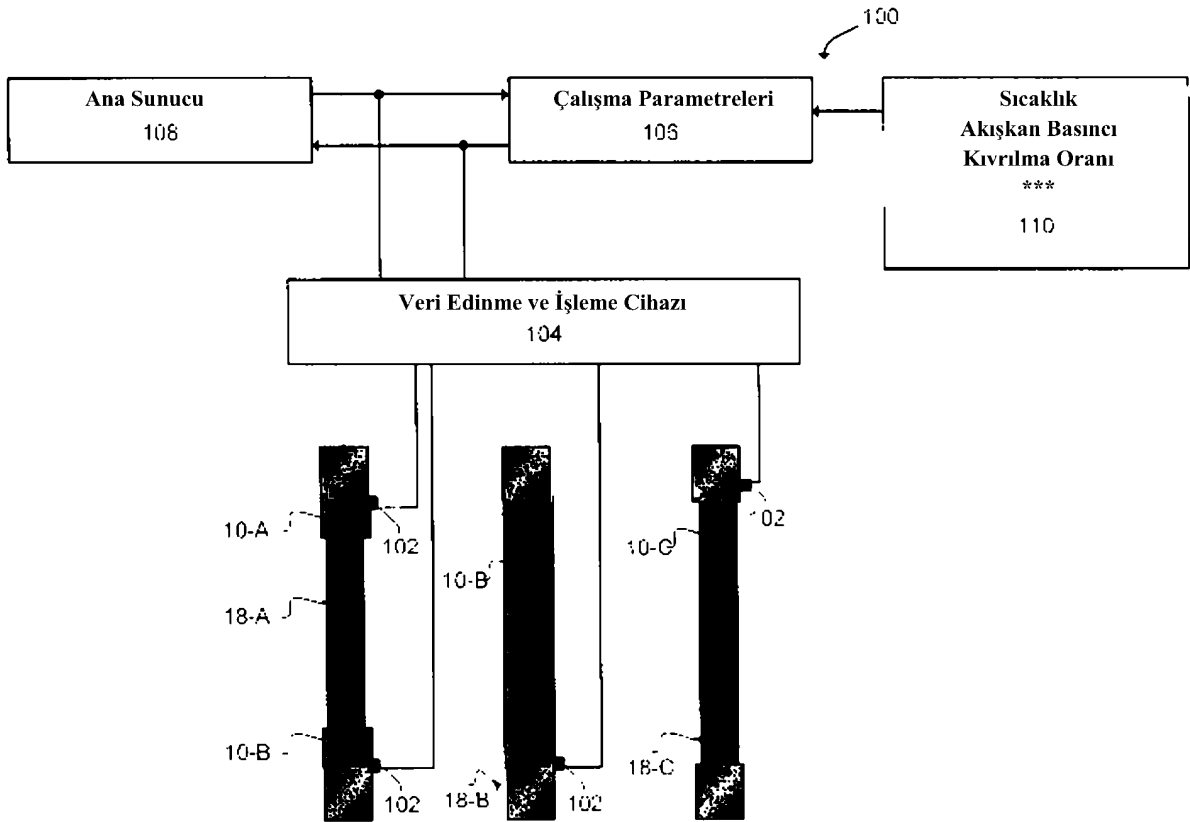
ŞEKİL 9



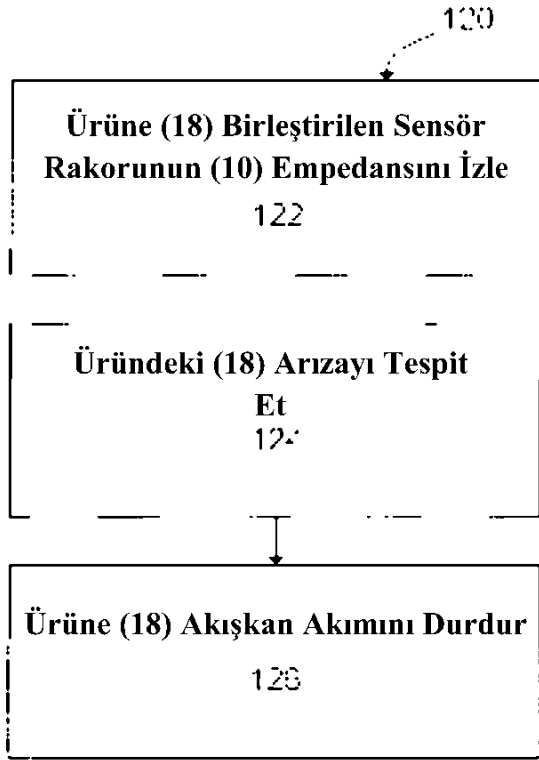
ŞEKİL 10A



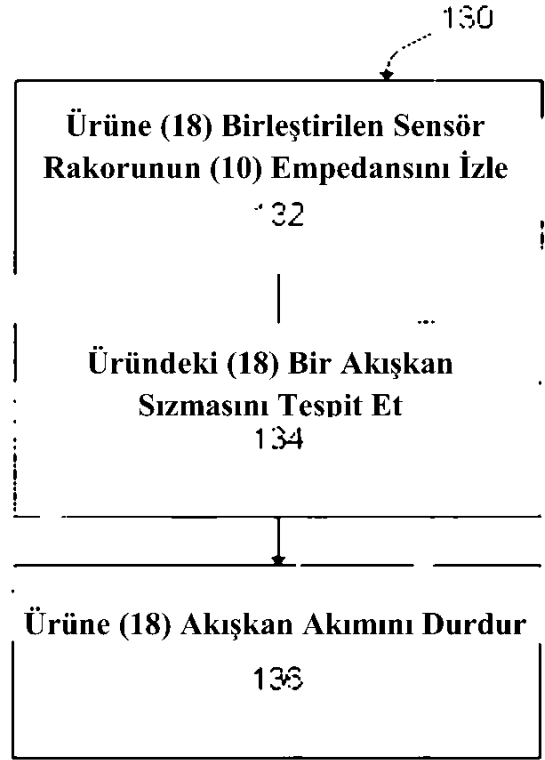
ŞEKİL 10B



ŞEKİL 11

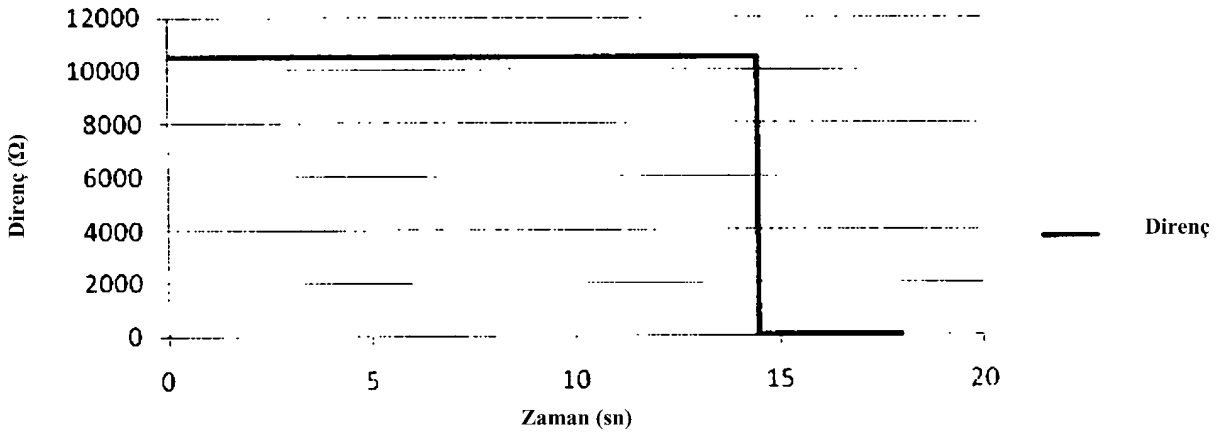


ŞEKİL 12

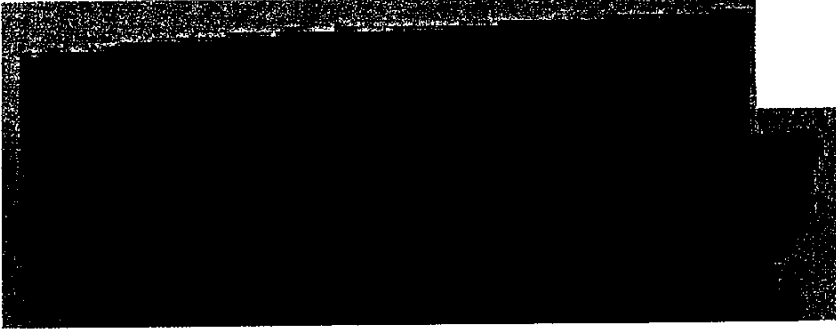


ŞEKİL 13

Yük ve hasar uygulandığında, sensör kaplamasının direncindeki değişim



ŞEKİL 14



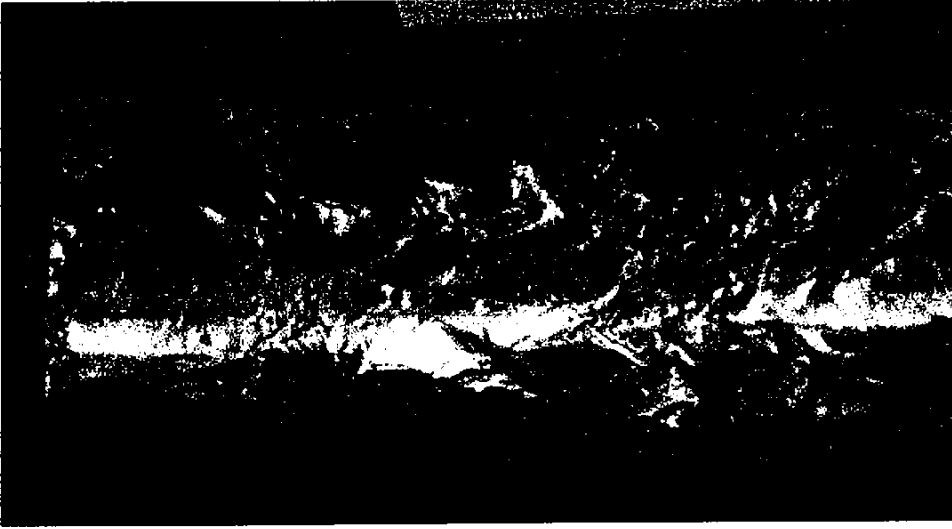
ŞEKİL 15A



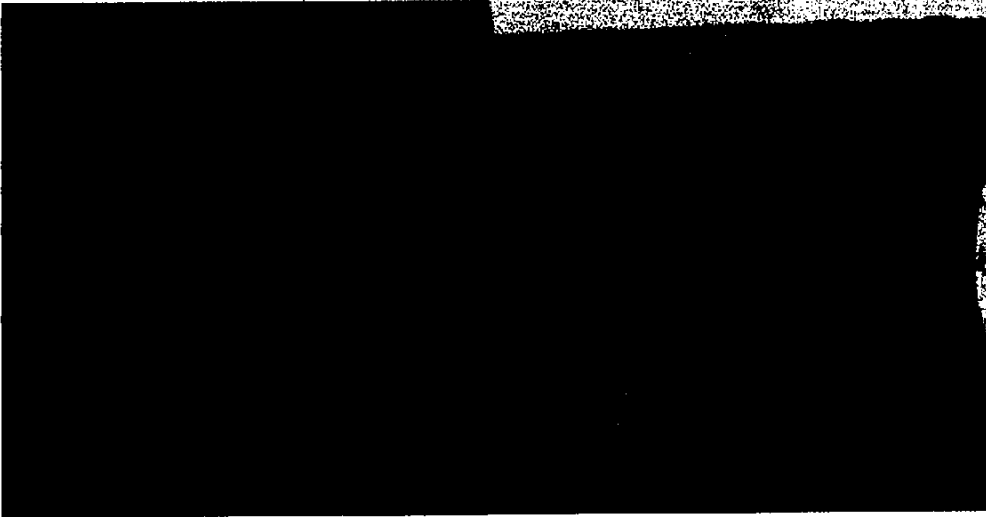
ŞEKİL 15B



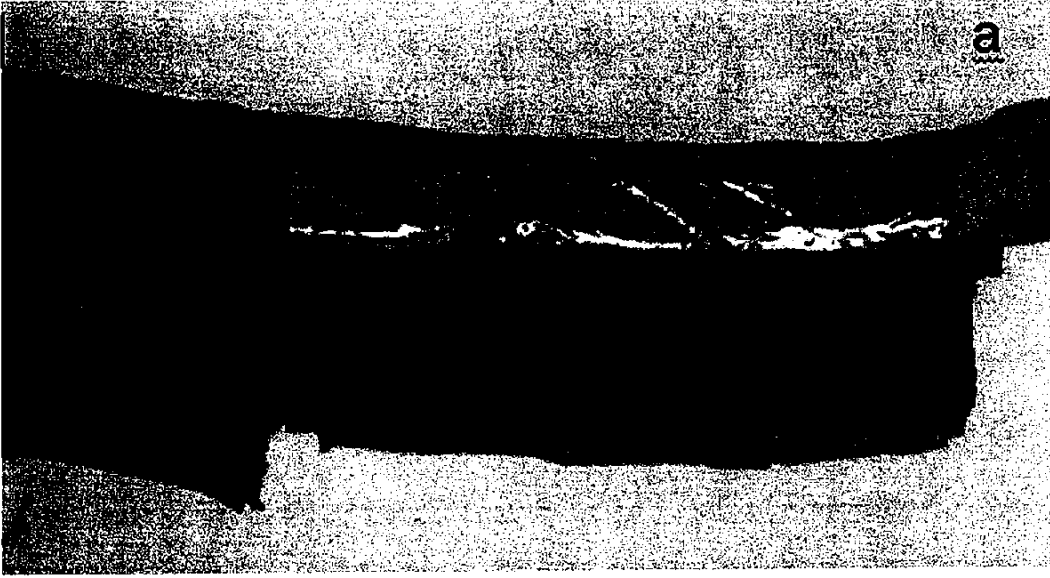
ŞEKİL 15C



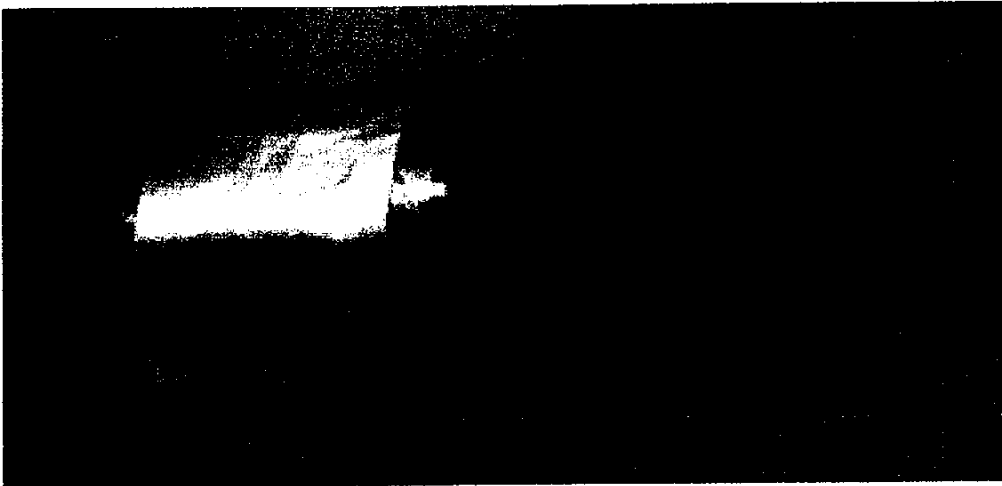
ŞEKİL 15D



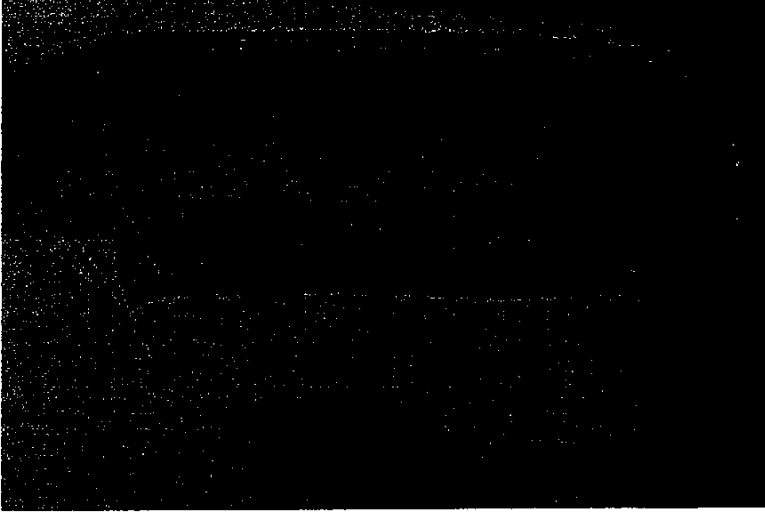
ŞEKİL 15E



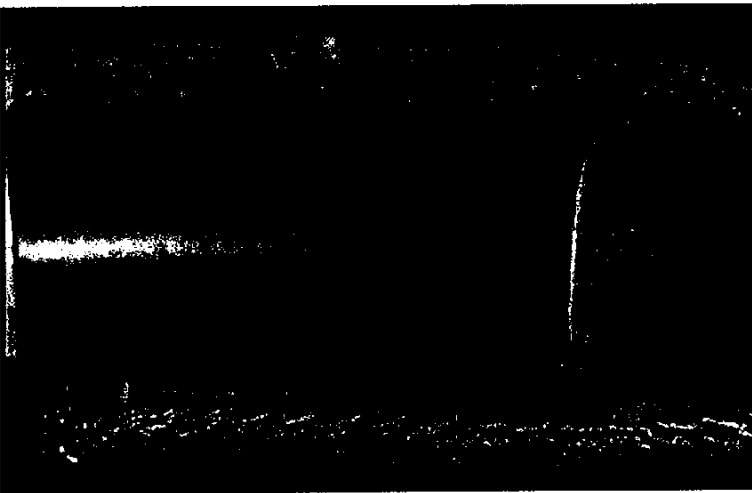
ŞEKİL 16A



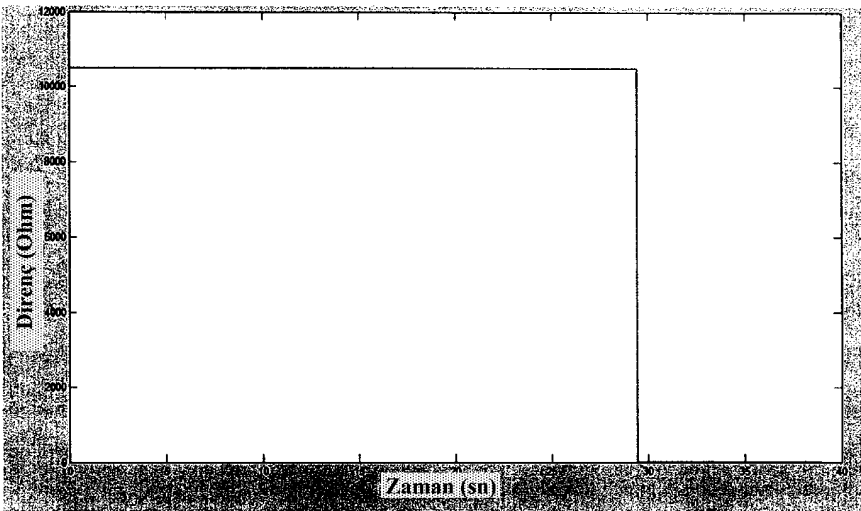
ŞEKİL 16B



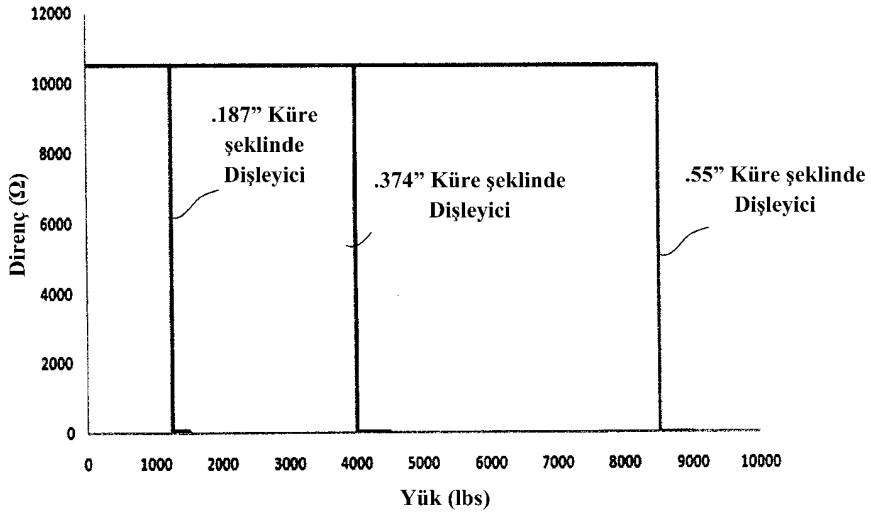
ŞEKİL 17A



ŞEKİL 17B



ŞEKİL 18



ŞEKİL 19