## ÖZET

## SEÇİCİ MASKELEME İLE KURU AŞINDIRMA YÖNTEMİ

Bu buluş, belirlenen bölgenin aşındırılması için kuru aşındırma yöntemi ile ilgili olup, özellikle; difüzyon maskesi olarak kullanılan ince film katmanının (2) aşındırılması ve hizalama işaretlerinin (5) alttaşa (1) aktarılması sırasında aygıt bölgesinin (6) istenmeyen şekilde aşındırılmasını önleyerek sadece hizalama işaretlerinin (5) aşındırılmasını, difüzyon sırasında yanal ilerlemenin oluşmasını engelleyerek difüzyon homojenitesinin korunmasını ve kaçak akım miktarının azalmasını sağlayan seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi ile ilgilidir.

Şekil – 8.

## İSTEMLER

1. Seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği;

   - temin edilen silikon (Si) alttaş (1) üzerine plazma destekli kimyasal buhar biriktirme yöntemiyle difüzyon maskesi olarak kullanılan bir ince film tabakası (2) kaplanması,
   - bu ince film tabakasının (2) tüm üst yüzeyine dönel kaplama yöntemiyle birinci fotodirenç tabakası (3) kaplama, pişirme, pozlama ve banyolama adımlarını içeren fotolitografi ile desenlenmesi,
   - desenlerin ince film katmanına (2) aktarılması için birinci kuru aşındırma işlemi ile ince film tabakası (2) aşındırılması ve fotodirenç tabakasının (3) temizlenmesi,
   - ince film tabakası (2) aşındırıldıktan sonra aygıt bölgesi (6) korunarak tüm üst yüzeye dönel kaplama yöntemiyle ikinci fotodirenç tabakası (4) kaplama, pişirme, aygıt bölgesi (6) kapalı ve hizalama işaretleri (5) açık olan bir fotomaske kullanarak pozlama ve banyolama adımlarını içeren ikinci fotolitografi ile desenlenmesi,
   - ikinci fotodirenç tabakası (4) üzerinde elde edilen desenin ince film tabakası (2) ve silikon alttaşa (1) aktarılması için ikinci kuru aşındırma işlemi ile aşındırılması ve ikinci fotodirenç tabakasının (4) temizlenmesi

   işlem adımlarını içermesi ile karakterize edilmesidir.

2. İstem 1'deki gibi bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği; ikinci fotolitografi işleminde adı geçen fotomaskenin, aygıt bölgesi (6) kapalı ve hizalama işaretleri (5) açık kalacak şekilde ikinci fotodirenç tabakası (4) üst yüzeyine kaba hizalamasının yapılmasıdır.

3. İstem 1 ve 2'deki gibi bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği; ikinci fotolitografi işleminde; adı geçen fotomaske ile morötesi ışıkla 16 $mW/cm^2$ güç, 10 saniye boyunca 160 mJ dozda pozlanmasıdır.

4. İstem 1'deki gibi bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği; ikinci fotolitografi işleminde; ikinci fotodirenç tabakasının (4) 100°C sıcaklıkta 3 dakika boyunca pişirilmesidir.

5. İstem 1'deki gibi bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği; ikinci kuru aşındırma işleminde aşındırma seçiciliğinin 2,2 olup, ince film tabakası (2) ve alttaşın (1) indüktif eşleşmiş plazma ortamında reaktif iyon aşındırma yöntemiyle aşındırılmasıdır.

6. İstem 1'deki gibi bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği; ikinci kuru aşındırma işleminde ince film tabakası (2) ve alttaşın (1); 2/8 oranında sülfür hekzaflorit ve argon ($SF_6$/Ar) gazı kullanılarak 0,60 Pa basınç, 200 W güçte indüktif eşleşmiş plazma ve 10 W güçte radyo frekans (RF) uygulanan plazma ortamında indüktif eşleşmiş plazma ortamında reaktif iyon aşındırma yöntemiyle aşındırılmasıdır.

7. İstem 1'deki gibi bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği; birinci fotolitografi işleminde birinci fotodirenç tabakasının (3); 100°C sıcaklıkta 3 dakika işlem süresi ile pişirilip; temin edilen fotomaske ile morötesi ışıkla 16 mW/cm$^2$ güç, 10 saniye boyunca 160 mJ dozda pozlanıp, banyolanmasıyla birinci fotodirenç tabakasının (3) desenlenmesidir.

8. İstem 1'deki gibi bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği; birinci kuru aşındırma işleminde ince film katmanının (2) duvar profilinin yaklaşık 90° olup, indüktif eşleşmiş plazma ortamında reaktif iyon aşındırma yöntemiyle aşındırılmasıdır.

9. İstem 1 veya 8'deki gibi bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği; birinci kuru aşındırma işleminde ince film katmanının (2); 2/8 oranında sülfür hekzaflorit ve argon ($SF_6$/Ar) gazı kullanılarak 0,60 Pa basınç, 200 W güçte indüktif eşleşmiş plazma ve 10 W güçte radyo frekans (RF) uygulanan plazma ortamında indüktif eşleşmiş plazma ortamında reaktif iyon aşındırma yöntemiyle aşındırılmasıdır.

10. İstem 1'deki gibi bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği; birinci fotodirenç tabakası (3) ve ikinci fotodirenç tabakası (4) temizleme işlemlerinde sırasıyla aseton ($(CH_3)CO$) ile temizlenmesi, 130 W güçte, 50°C sıcaklıkta 3 dakika boyunca ultrasonik titreştiricide bekletilmesi ve izopropanol alkol ($C_3H_8O$) ve ardından deiyonize su (saf su) ile durulanmasıdır.

11. İstem 1'deki gibi bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi olup, özelliği; ince film tabakasının (2) tercihen silikon dioksit ($SiO_2$) olup, $SiO_2$ ya da silikon nitrat (SiN) gibi dielektrik malzeme olmasıdır.

# TARİFNAME

# SEÇİCİ MASKELEME İLE KURU AŞINDIRMA YÖNTEMİ

## İLGİLİ TEKNİK ALAN

Bu buluş, belirlenen bölgenin aşındırılması için kuru aşındırma yöntemi ile ilgili olup, özellikle; difüzyon maskesi olarak kullanılan ince film katmanının aşındırılması ve hizalama işaretlerinin alttaşa aktarılması sırasında aygıt bölgesinin istenmeyen şekilde aşındırılmasını önleyerek sadece hizalama işaretlerinin aşındırılmasını, difüzyon sırasında yanal ilerlemenin oluşmasını engelleyerek difüzyon homojenitesinin korunmasını ve kaçak akım miktarının azalmasını sağlayan seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemyle ilgilidir.

## TEKNİĞİN BİLİNEN DURUMU

Yarıiletken mikro fabrikasyon üretim teknikleri ve işlemleri arasında aşındırma işlemlerinin önemli bir yeri vardır. Geleneksel aşındırma yöntemleri, ıslak ve kuru aşındırma olmak üzere iki ana başlık altında toplanmakta olup; bu işlemlerde alttaş üzerine farklı aşamalarda kaplanmış olan ince filmler veya doğrudan alttaşın kendisi aşındırılır. Islak aşındırma, mevcut teknikte ve bir çözücüde aşındırma yüzeyinin çözdürülmesini içermekte olup, izotropik özellik sergilemektedir. Maskelenmiş yüzeyin altına çözücü moleküllerin girmesi nedeniyle, yönden bağımsız olarak aşındırma gerçekleşmekte ve maskelenmiş yüzeyin altına sızmalar gerçekleşmektedir. Bu sızmalar aşındırma süresiyle doğru orantılı olup, uzun süreler ele alındığında çözücü moleküllerin, maskenin alt yüzeyine difüz ederek maskenin yüzeyden kalkmasına neden olması söz konusudur. Sıralanan sonuçlardan dolayı, ıslak aşındırma tekniği maskeli seçici yüzey aşındırmaları için uygun değildir.

Kuru aşındırma tekiniği ise ıslak aşındırmayla karşılaştırıldığında, anizotropik özelliği ile öne çıkmakta olup, bu özellik uygun kimyasal yoğunluk ve karışımın sağlanması durumunda kısmen kontrol edilebilmekte ve anizotropik özelliği baskın reçeteler oluşturulabilmektedir. Kuru aşındırma işleminde, anizotropi baskınlığı optimize edilebildiği gibi aşındırma hızı, maske ile aşındırma yüzeyi arasındaki seçicilik, aşındırma süresi gibi parametrelerin efektif bir şekilde kontrol edilmesi de olanaklıdır. Tüm bu avantajları nedeniyle maskeli aşındırma için kuru aşındırma tekniği, yarıiletken fabrikasyonlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kuru aşındırma işleminde genellikle alttaşın tamamının aşındırılması istenmeyip, bunun yerine alttaş üzerinde oluşturulmak istenen aygıtlara uygun bir geometri ve şekillenim ile yalnızca belli bölgelerin aşındırılması hedeflenir. Bu seçiciliğin tekil olarak aşındırma işlemi dahilinde yapılması olanaklı olmadığı için alttaşın yalnızca belli bölgelerinin aşındırılması için kuru aşındırma işleminden önce fotolitografi ile uygun maskeleme işleminin yapılması gerekir. Fotolitografi işleminin alttaş üzerinde herhangi bir kalıcılığı bulunmamakta olup; fotolitografi sonrasında uygulanacak aşındırma işlemi ile alttaş üzerinde kalıcı olarak bir şekillenim sağlanmaktadır. Fotolitografi ile alttaş üzerindeki aşındırma bölgelerinin işaretlenmesi sağlanmakta olup; işaretlenecek alan, daha önceden tasarımlanan ve üretilen krom metali ile kaplanmış bir cam levha olan bir fotomaske ile yapılmaktadır. Aşındırma işleminde asıl amaç alttaşın litografi ile belirlenen bir şekillenim etrafında aşındırılması olup, aygıt üretimi yapılan mikro fabrikasyonlarda birden fazla fotolitografi adımı bulunmaktadır. Bu ise birbirinden farklı fotomaskelerin kullanılması anlamına gelmektedir.

Her fotolitografi adımında, kullanılan maskelerin birbirine göre hizalanması gerekmekte olup, söz konusu aygıtlar mikrometre ölçeğinde oluşturulduğundan bu hizalamanın hassas bir şekilde yapılması ayrıca büyük önem taşımaktadır. Hizalamanın yapılabilmesi için kullanılan her fotomaske üzerinde hizalama işaretleri adı verilen özel şekiller bulunmaktadır. Bu hizalama işaretlerinin takip eden diğer fotolitografi işlemlerinde kullanılabilmesi için alttaş üzerine geçirilmesi zorunludur. Aksi halde bir sonraki litografi adımında hizalama işlemi yapılabilmesi olanaksız olmaktadır. Başka bir deyişle; fotolitografi işleminin tekil anlamda alttaş üzerinde herhangi bir kalıcılığı olmadığından, takip eden işlem adımlarında aygıt bölgesi üzerine uygulanacak olan işlem sırasında hizalama işaretlerinin de alttaş üzerine kalıcı olarak geçmesi durumu gözetilmek durumundadır. İlgili teknikte; fotolitografi maskesinin aygıt şekillerinin bulunduğu bölge; aygıt bölgesi, hizalama şekillerinin bulunduğu bölge; hizalama bölgesi olarak adlandırılmakta olup, bu dokümanda da söz konusu adlandırmalar kullanılmaktadır.

Önceki teknikte yer alan US2005/0112878 A1 yayın numaralı ABD patent dokümanında, hizalama işaretleri ve aygıt bölgeleri olarak ayrım gözetilmeksizin yapılan kuru aşındırma yöntemi anlatılmaktadır. Mevcut teknikte yapılan araştırmalarda benzeri uygulamalara rastlanmakta olup, bu uygulamaların önemli sayılabilecek performans kayıplarını beraberinde getirdiği bilinmektedir. Difüzyon işleminin aşındırılmış yüzeye uygulanması homojeniteyi bozmakta ve aygıt bölgesindeki istenmeyen yanal ilerlemeyi artırmaktadır. Yanal ilerlemenin artmış olması difüzyon bölge kenarlarındaki katkı konsantrasyon miktarını artırmakta ve bu durum elektrik alan şiddetinin artmasına yol açmaktadır. Aygıt kenarlarında artan elektrik alan, yüzey kaçaklarının artmasına yol açmakta ve aygıtın en önemli performans parametrelerinden

biri olan kaçak akım miktarının artmasına yol açmaktadır. Buna ek olarak, aşındırma süreçleri sonrasında aygıt bölgelerindeki yüzey pürüzlülüğü artmakta ve bu durum da yüzey rekombinasyonlarını artırarak kaçak akım miktarının artmasına neden olmaktadır. Aygıt performansının artırılması için kaynağı ne olursa olsun her türlü kaçak akımın azaltılması gerekli olup, bundan dolayı ilgili çalışmaların yürütülmesi zorunlu hale gelmektedir.

Tekniğin bilinen durumunda yer alan US2008/0268647 A1 yayın numaralı ABD patent dokümanında seçici maskeleme ile yapılan bir plazma destekli kuru aşındırma yöntemi anlatılmaktadır. Bu dokümanda en az bir hava deliği içeren bir maske önerilmekte olup; bu kuru aşındırma yönteminde, paketleme öncesinde metal pedlerinde oluşan oksit tabaka aşındırılmaktadır. US2008/0268647 A1 yayın numaralı dokümanda, oksit tabakanın aşındırılması sırasında oksitlenmemiş metallerin zarar görmemesi için maskeleme yapılmakta olup, söz konusu yöntemin çip (yonga) üzerinde uygulanması mümkün olmadığı gibi bu patentin konusu olan fabrikasyonun ara aşamalarında alttaş aşındırmalarında gerçekleştirilmesi de olanaklı değildir. Buna ek olarak; küçük ölçekli aygıt fabrikasyonları için yeterli maske hizalama hassasiyetine sahip olmadığı görülmektedir.

Sonuç olarak; yukarıda değinilen olumsuzlukları ortadan kaldıracak ve tekniğe çözüm getirecek yeni bir yönteme gereksinim duyulmaktadır. Aşağıda ayrıntıları verilen buluş ile ilgili tekniğe; aygıt ve hizalama bölgelerinin eş zamanlı olarak aşındırıldığı; aygıt bölgesindeki şekillenimler ilerleyen fabrikasyon akışına uygun olarak alttaş üzerine aktarılırken hizalama işaretlerinin de aktarıldığı pratik bir aşındırma yöntemi kazandırılmaktadır.

## BULUŞUN AMACI ve BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

Buluş, difüzyon maskesi olarak kullanılan ince film katmanının aşındırılması ve hizalama işaretlerinin alttaşa aktarılması sırasında aygıt bölgesinin istenmeyen şekilde aşındırılmasını önleyerek sadece hizalama işaretlerinin aşındırılmasını, difüzyon sırasında yanal ilerlemenin oluşmasını engelleyerek difüzyon homojenitesinin korunmasını ve kaçak akım miktarının azalmasını sağlayan seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemiyle ilgilidir.

Buluşun öncelikli amacı; difüzyon maskesi olarak kullanılan ince film katmanının aşındırılması ve hizalama işaretlerinin alttaşa aktarılması sırasında aygıt bölgesinin istenmeyen şekilde aşındırılmasını engelleyerek sadece hizalama işaretlerinin seçici aşındırma ile alttaşa aktarılmasına izin veren seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi sağlamaktır.

Buluşun bir amacı; difüzyon sırasında oluşan yanal ilerlemenin oluşmasını ve difüzyon bölge kenarlarındaki katkı konsantrasyon miktarının artmasını engelleyen bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi sağlamaktır.

Buluşun bir amacı; difüzyon homojenitesini koruyan bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi sağlamaktır.

Buluşun başka bir amacı; kaçak akım miktarını azaltan bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi sağlamaktır.

Buluşun başka bir amacı; kuru aşındırma işlemi sonrasında aygıt bölgesindeki yüzey pürüzlülüğünün artmasını engelleyen bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi sağlamaktır.

Buluşun bir diğer amacı; kullanılan farklı maskelerin birbirine hizalanması sırasında yaşanan güçlükleri ortadan kaldıran seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi sağlamaktır.

Buluşun bir diğer amacı; fotolitografi ve kuru aşındırma işlemlerine bağlı olarak oluşan performans kayıplarını aza indirgeyen bir seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi sağlamaktır.

Yukarıda söz edilen ve aşağıdaki ayrıntılı anlatımdan anlaşılacak tüm avantajları gerçekleştirmek üzere mevcut buluş; hizalama işaretlerinin alttaşa aktarılması sırasında aygıt bölgesinin istenmeyen şekilde aşındırılmasını önleyerek sadece hizalama işaretlerinin aşındırılmasını, difüzyon sırasında yanal ilerlemenin oluşmasını engelleyerek difüzyon homojenitesinin korunmasını ve kaçak akım miktarının azalmasını sağlayan seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi ile ilgili olup, özellikle;

- temin edilen silikon (Si) alttaş üzerine plazma destekli kimyasal buhar biriktirme yöntemiyle difüzyon maskesi olarak kullanılan bir ince film tabakası kaplanması,
- bu ince film tabakasının tüm üst yüzeyine dönel kaplama yöntemiyle birinci fotodirenç tabakası kaplama, pişirme, pozlama ve banyolama adımlarını içeren fotolitografi ile desenlenmesi,
- desenlerin ince film katmanına aktarılması için birinci kuru aşındırma işlemi ile ince film tabakası aşındırılması ve fotodirenç tabakasının temizlenmesi,
- ince film tabakası aşındırıldıktan sonra aygıt bölgesi korunarak tüm üst yüzeye dönel kaplama yöntemiyle ikinci fotodirenç tabakası kaplama, pişirme, aygıt

bölgesi kapalı ve hizalama işaretleri açık olan bir fotomaske kullanarak pozlama ve banyolama adımlarını içeren ikinci fotolitografi ile desenlenmesi,

- ikinci fotodirenç tabakası üzerinde elde edilen desenin ince film tabakası ve silikon alttaşa aktarılması için ikinci kuru aşındırma işlemi ile aşındırılması ve ikinci fotodirenç tabakasının temizlenmesi

işlem adımlarını içermektedir.

Buluşun yapısal ve karakteristik özellikleri ve tüm avantajları aşağıda verilen şekiller ve bu şekillere atıflar yapılmak suretiyle yazılan ayrıntılı açıklama sayesinde daha net olarak anlaşılacaktır. Bu nedenle değerlendirmenin de bu şekiller ve detaylı açıklama göz önüne alınarak yapılması gerekmektedir.

## ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

Buluş konusu seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemine ilişkin örnek uygulamalar ekli şekillerde gösterilmiş olup bu şekillerden:

Şekil 1. Buluşta yer alan alttaş üzerine kaplanan ince film katmanı ve birinci fotodirenç tabakasına ilişkin örnek bir kesit görünümdür.

Şekil 2. Buluşta anlatılan birinci fotolitografi işlemiyle birinci fotodirenç tabakasının desenlenmesine ilişkin örnek bir kesit görünümdür.

Şekil 3. Buluşta anlatılan birinci kuru aşındırma işlemi sonrasına ilişkin örnek bir kesit görünümdür.

Şekil 4. Aşındırma sonrasında birinci fotodirenç tabakasının temizlenmesine ilişkin örnek bir kesit görünümdür.

Şekil 5. Desenlenen ince film tabakası üzerine ikinci fotodirenç tabakası kaplanmasına ilişkin örnek bir kesit görünümdür.

Şekil 6. Buluşta anlatılan ikinci fotolitografi sonrasında desenlenen ikinci fotodirenç tabakasına ilişkin örnek bir kesit görünümdür.

Şekil 7. Buluşta anlatılan ikinci kuru aşındırma işlemi sonrasına ilişkin örnek bir kesit görünümdür.

Şekil 8. İkinci fotodirenç tabakasının temizlenmesi ile elde edilen nihai aygıta ilişkin örnek bir kesit görünümdür.

Şekil 9. Önceki teknikte uygulanan kuru aşındırma işlemi sonrasına ilişkin örnek bir kesit görünümdür.

Şekil 10. Önceki teknikte yer alan kuru aşındırma işleminden sonra temizlenen fotodirenç tabakası uygulamasına ilişkin örnek bir kesit görünümdür.

Şekillerdeki parçalar tek tek numaralandırılmış olup, bu numaraların karşılığı aşağıda verilmiştir.

| | |
|---|---|
| alttaş | (1) |
| ince film katmanı | (2) |
| birinci fotodirenç tabakası | (3) |
| ikinci fotodirenç tabakası | (4) |
| hizalama işaretleri | (5) |
| aygıt bölgesi | (6) |

**BULUŞUN AYRINTILI AÇIKLAMASI**

Bu buluş, belirlenen bölgenin aşındırılması için kuru aşındırma yöntemi ile ilgili olup, özellikle; difüzyon maskesi olarak kullanılan ince film katmanının (2) aşındırılması ve hizalama işaretlerinin (5) alttaşa (1) aktarılması sırasında aygıt bölgesinin (6) istenmeyen şekilde aşındırılmasını önleyerek sadece hizalama işaretlerinin (5) aşındırılmasını, difüzyon sırasında yanal ilerlemenin oluşmasını engelleyerek difüzyon homojenitesinin korunmasını ve kaçak akım miktarının azalmasını sağlayan seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi ile ilgilidir.

Buluş konusu seçici maskeleme ile kuru aşındırma yönteminin işlem adımları temel olarak şu şekildedir;

- temin edilen silikon (Si) alttaş (1) üzerine plazma destekli kimyasal buhar biriktirme yöntemiyle ince film tabakası (2) kaplanır,
- bu ince film tabakasının (2) tüm üst yüzeyine dönel kaplama yöntemiyle birinci fotodirenç tabakası (3) kaplama, pişirme, pozlama ve banyolama adımlarını içeren fotolitografi ile desenlenir,
- desenlerin ince film katmanına (2) aktarılması için birinci kuru aşındırma işlemi ile ince film tabakası (2) aşındırılır ve birinci fotodirenç tabakası (3) temizlenir,

- ince film tabakası (2) aşındırıldıktan sonra aygıt bölgesi (6) korunarak tüm üst yüzeye dönel kaplama yöntemiyle ikinci fotodirenç tabakası (4) kaplama, pişirme, pozlama ve banyolama adımlarını içeren ikinci fotolitografi ile desenlenir,
- ikinci fotodirenç tabakası (4) üzerinde elde edilen desen ince film tabakası (2) ve silikon alttaşa (1) aktarılması için ikinci kuru aşındırma işlemi ile aşındırılır ve ikinci fotodirenç tabakası (4) temizlenir.

Buluş konusu seçici maskeleme ile kuru aşındırma yönteminde temin edilen bir silikon (Si) alttaş (1) üzerinde aygıt bölgesinin (6) aşındırılmasını önleyerek sadece aktarılan hizalama işaretlerinin (5) aşındırılması sağlanmakta olup, bunun için ilk olarak, silikon (Si) alttaş (1) üzerine sırasıyla dielektrik malzeme ile bir ince film katmanı (2) ve birinci fotodirenç tabakası (3) kaplanmaktadır. Şekil-1'de buluşta yer alan alttaş (1) üzerine kaplanan ince film katmanı (2) ve birinci fotodirenç tabakasına (3) ilişkin örnek bir görünüm verilmektedir. Buluşta difüzyon maskesi görevi gören ince film katmanı (2) kaplama işleminde, plazma destekli kimyasal buhar biriktirme (PDKBB) yöntemi ile alttaş (1) üzerine tercihen silikon dioksit ($SiO_2$) malzemesi kaplanmaktadır. Buluşun genel uygulamalarında ince film katmanı (2) kaplama işleminde, $SiO_2$ ya da silikon nitrat (SiN) gibi dielektrik malzeme kaplanmaktadır. Bu ince film katmanının (2) üst yüzeyinde açıklık kalmayacak şekilde dönel kaplama yöntemiyle dağıtılarak birinci fotodirenç tabakası (3) kaplanmaktadır. İnce film katmanı (2) yüzeyine aktarılmak istenen desenin birinci fotodirenç tabakası (3) üzerinde elde edilmesi için sırasıyla pişirme, pozlama ve banyolama adımlarını içeren fotolitografi işlemi uygulanır. Dönel kaplama yöntemi ile tüm yüzeye serilen birinci fotodirenç tabakası (3), 100°C sıcaklıkta 3 dakika işlem süresi ile pişirilir. Daha sonra ince film katmanı (2) yüzeyine aktarılmak istenen şekil için temin edilen bir fotomaske ile morötesi ışıkla 16 $mW/cm^2$ güç, 10 saniye işlem süresi boyunca 160 mJ dozda pozlanıp banyolanarak birinci fotodirenç tabakasının (3) desenlenmesi sağlanır. Şekil-2'de adı geçen birinci fotodirenç tabakasının (3) fotolitografi ile desenlenmesine ilişkin örnek bir kesit görünüm verilmektedir.

Buluşta birinci fotodirenç tabakası (3) üzerinde oluşturulan desenlerin tercihen $SiO_2$ ince film katmanına (2) aktarılmasını sağlamak için birinci kuru aşındırma işlemi yapılmakta olup, Şekil–3'te adı geçen birinci kuru aşındırma işlemi sonrasına ilişkin örnek bir kesit görünüm verilmektedir. Birinci kuru aşındırma işleminde tercihen $SiO_2$ olan ince film katmanı (2); 2/8 oranında sülfür hekzaflorit ve argon ($SF_6$/Ar) gazı kullanılarak indüktif eşleşmiş plazma ortamında reaktif iyon aşındırma (ICP-RIE) yöntemiyle aşındırılmakta olup, bu aşındırma işlemi 0,60 Pa basınç, 200 W güçte indüktif eşleşmiş plazma ve 10 W

güçte radyo frekans (RF) uygulanan plazma ortamında gerçekleştirilmektedir. Buluşta uygulanan birinci kuru aşındırma işlemi ile yaklaşık 90° duvar profili ve 10 nm'den küçük yüzey pürüzlülüğü sağlanmaktadır.

Buluş konusu seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi, bundan sonraki işlem adımları bakımından tekniğin bilinen durumundan farklılaşmaktadır. Buluşta aygıt bölgesinin (6) kapalı olduğu bir aşındırma amaçlanmakta olup, bunun için ikinci bir fotolitografi işlemi uygulanmaktadır. Bunun için ilk olarak; tercihen $SiO_2$ olan ince film katmanı (2) aşındırmasından sonra yüzeyde kalan birinci fotodirenç tabakası (3) aseton ($(CH_3)CO$) ile temizlenir ve daha sonra yüksek sıcaklığa sahip difüzyon süreçlerinde fotodirenç (3) kaynaklı organik kirliliklerin silikon alttaş (1) içerisine sokulmak istenmemesi nedeniyle aşındırma kenarlarında ve aktif bölgelerde kalabilecek fotodirenç tabakası (3) kalıntılarının temizlenmesi için 130 W güçte, 50°C sıcaklıkta 3 dakika boyunca ultrasonik titreştiricide bekletilir. Yüzeyin asetondan tamamen arındırılması için izopropanol alkol ($C_3H_8O$) ve ardından deiyonize su (saf su) ile durulanmakta olup, Şekil–4'te bu aşındırma sonrasında yüzeyde kalan birinci fotodirenç tabakasının (3) temizlenmesine ilişkin örnek bir kesit görünüm verilmektedir.

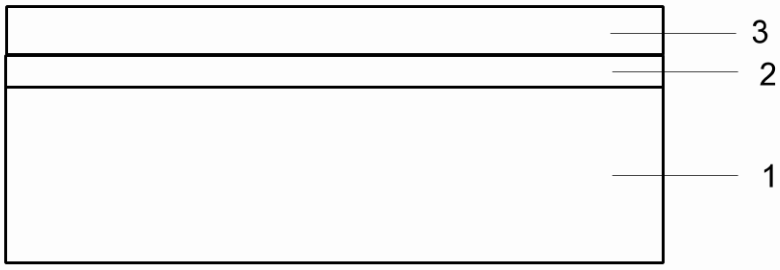
Buluşun en önemli özelliği olan aygıt bölgesinde (6) istenmeyen bölgelerin aşındırılmasını engellemek için aygıt bölgesinin (6) kapalı olduğu bir fotomaske yardımıyla ikinci fotolitografi işlemi uygulanmaktadır. Bunun için ilk olarak, ikinci fotodirenç tabakası (4) dönel kaplama yöntemi ile kaplanır. Şekil–5'te buluşun tercih edilen uygulamasında desenlenen tercihen $SiO_2$ olan ince film tabakasının (2) üzerine ikinci fotodirenç tabakası (4) kaplanmasına ilişkin örnek bir kesit görünüm verilmektedir. İnce film katmanı (2) yüzeyine aktarılmak istenen desenin ikinci fotodirenç tabakası (4) üzerinde elde edilmesi için sırasıyla pişirme, pozlama ve banyolama adımlarını içeren ikinci fotolitografi işlemi uygulanmakta olup, ilk olarak 100°C sıcaklıkta 3 dakika işlem süresi ile pişirilir. Kaba hizalama için aygıt bölgesinin (6) kapalı ve hizalama işaretlerinin (5) açık olduğu fotomaske, ikinci fotodirenç tabakası (4) üst yüzeyine hizalanmaktadır. Bu aşamada hizalama işaretleri (5) ile aygıt bölgesi (6) arasında yeteri kadar mesafe olduğundan kaba hizalamanın herhangi bir riski bulunmamaktadır. Daha sonra bu fotomaske morötesi ışıkla 16 $mW/cm^2$ güç, 10 saniye işlem süresi boyunca 160 mJ dozda pozlanır ve banyolanarak ikinci fotodirenç tabakasının (4) desenlenmesi sağlanır. Şekil–6'da ikinci fotodirenç tabakası (4) üzerinde ikinci kuru aşındırma ile yüzeye aktarılmak üzere elde edilen desene ilişkin örnek bir kesit görünüm verilmekte olup, buluş bu ikinci fotolitografi işlemi sayesinde seçici maskeleme özelliği kazanmaktadır.

Bu buluşta, takip eden adımlarda uygulanan difüzyon işleminden dolayı, katkı malzemesini maskeleyebilecek kadar tercihen $SiO_2$ olan ince film tabakasının (2) yüzeyde kalması amaçlanmaktadır. Buluşta aygıt bölgesi (6) dışında kalan bölgelerde ikinci fotodirenç tabakası (4) bulunmamasından dolayı, silikon alttaş (1) ile ince film tabakası (2) arasındaki aşındırma seçiciliği önemli rol oynamaktadır. Bu aşamada, tercihen $SiO_2$ olan ince film tabakasının (2) minimum, silikon alttaşın (1) ise maksimum aşınmasını sağlayan ikinci kuru aşındırma işlemi uygulanmakta olup, bu buluş kapsamında alttaş (1) ve ince film tabakası (2) arasındaki aşındırma seçiciliği 2,2 olmaktadır. Buluşta anlatılan aşındırma yöntemi sayesinde aşındırmadan sonra kalan ince film tabakasının (2) kalınlığından bağımsız olarak, istenilen derinliğe ulaşılabilmesini sağlayan bir aşındırma yapılabilmektedir. İkinci kuru aşındırma işleminde ince film tabakası (2) ve silikon alttaş (1); 2/8 oranında sülfür hekzaflorit ($SF_6$) ve argon (Ar) gazları kullanılarak indüktif eşleşmiş plazma ortamında reaktif iyon aşındırma (ICP-RIE) yöntemiyle aşındırılmakta olup, bu aşındırma işlemi 0,60 Pa basınç, 200 W güçte indüktif eşleşmiş plazma ve 10 W güçte radyo frekans (RF) uygulanan plazma ortamında gerçekleştirilmektedir. Bu sayede, ikinci fotodirenç tabakası (4) üzerinde elde edilen desenin $SiO_2$ ince film tabakası (2) ve silikon alttaşa (1) aktarılması sağlanmakta olup, Şekil–7'de desenlenen ikinci fotodirenç tabakasının (4) hizalama işaretleri (5) açılması için yapılan kuru aşındırma işlemi sonrasına ilişkin örnek bir kesit görünüm verilmektedir.

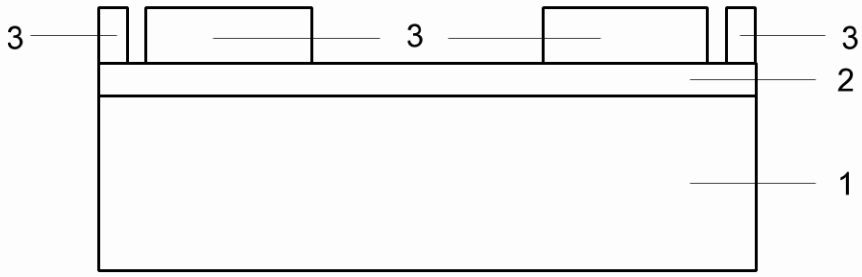
Buluş konusu seçici maskeleme ile kuru aşındırma işleminden sonra yüzeyde kalan ikinci fotodirenç tabakası (4) aseton ($(CH_3)CO$) ile temizlenir ve aşındırma kenarlarında ve aktif bölgelerde kalabilen ikinci fotodirenç tabakası (4) kalıntılarının temizlenmesi için 130 W güçte, 50°C sıcaklıkta 3 dakika boyunca ultrasonik titreştiricide bekletilir. Yüzeyin asetondan tamamen arındırılması için izopropanol alkol ($C_3H_8O$) ve ardından deiyonize su (saf su) ile durulanmakta olup, Şekil–8'de buluş konusu aşındırma işleminden sonra yüzeyde kalan ikinci fotodirenç tabakasının (4) temizlenmesi ile elde edilen nihai aygıta ilişkin örnek bir kesit görünüm verilmektedir.

Bu buluş ile difüzyon maskesi olarak kullanılan ince film katmanının (2) aşındırılması ve hizalama işaretlerinin (5) alttaşa (1) aktarılması sırasında aygıt bölgesinin (6) istenmeyen şekilde aşındırılmasını önleyen aşındırma yöntemi kazanımının daha açık anlaşılması adına önceki teknikte yer alan bir uygulama paylaşılmaktadır. Önceki teknikte yer alan örnek bir uygulamada, hizalama işaretlerinin (5) silikon alttaşa (1) aktarılması için tercihen $SiO_2$ olan ince film tabakası (2) aşındırma işleminde kullanılan fotomaske, silikon alttaş (1) aşındırması için de kullanılmakta olup, Şekil–9'da önceki teknikte uygulanan bu kuru aşındırma işlemi sonrasına ilişkin örnek bir kesit görünüm verilmektedir. Bu aşındırma

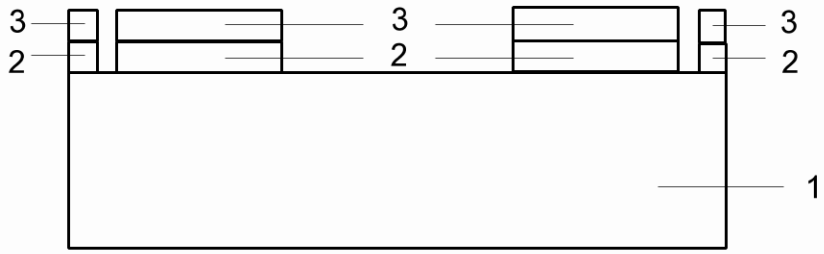
devamında yapılan birinci fotodirenç tabaka (3) temizleme işleminden sonra nihai aygıt elde edilmekte olup, Şekil–10'da bahsi geçen önceki teknik uygulaması ile elde edilen nihai aygıta ilişkin örnek bir kesit görünüm verilmektedir. Buluş konusu seçici maskeleme ile kuru aşındırma yöntemi (Şekil–8'de gösterilmektedir.) ve önceki teknikte yer alan uygulama ile elde edilen nihai aygıt (Şekil–10'da gösterilmektedir.) karşılaştırıldığında, buluş konusu yöntem ile sağlanan aygıt bölgesinde (6) istenmeyen bölgelerin aşındırılmadığı açıkça görülebilmektedir. Bu buluşta anlatılan seçici maskeleme sayesinde ilgili tekniğe, önceki teknikte difüzyon sırasında karşılaşılan yanal ilerlemeye ve buna bağlı olarak oluşan difüzyon bölge kenarlarındaki katkı konsantrasyon miktarının artması, elektrik akımının artarak kaçak akımın artması gibi problemlere pratik ve etkili bir çözüm kazandırılmaktadır.



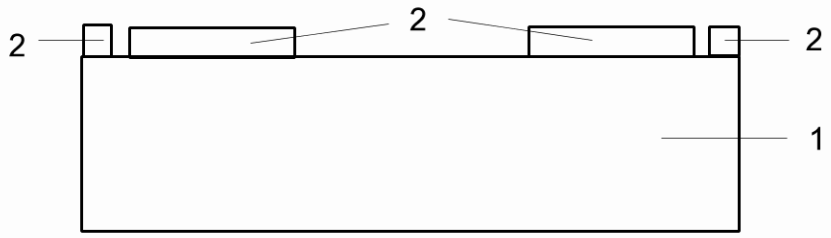

Şekil – 1



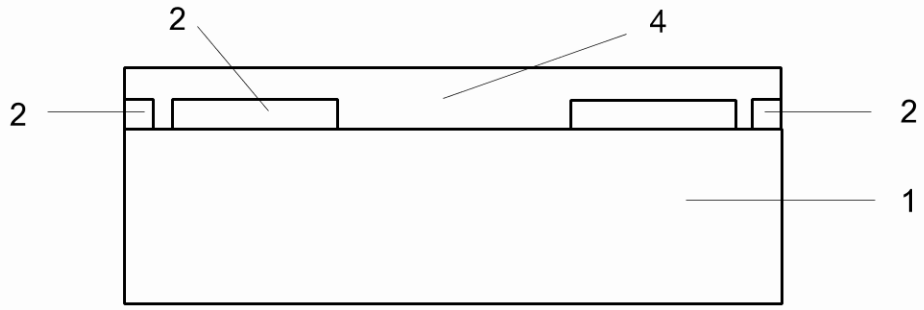

Şekil – 2



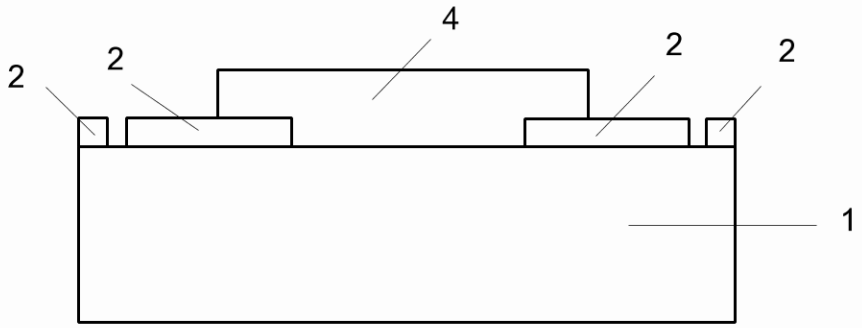

Şekil – 3



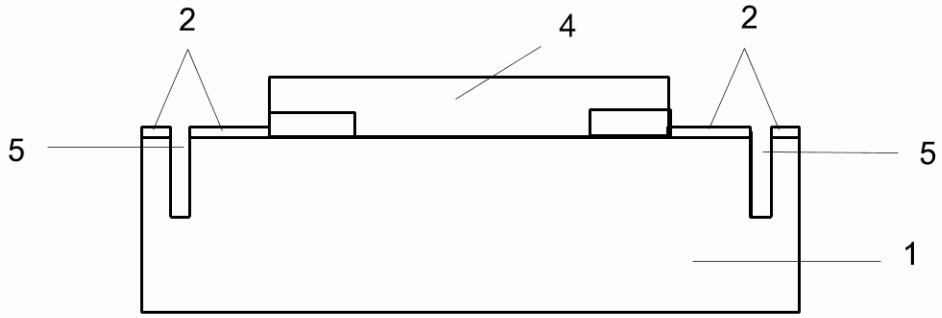

Şekil – 4



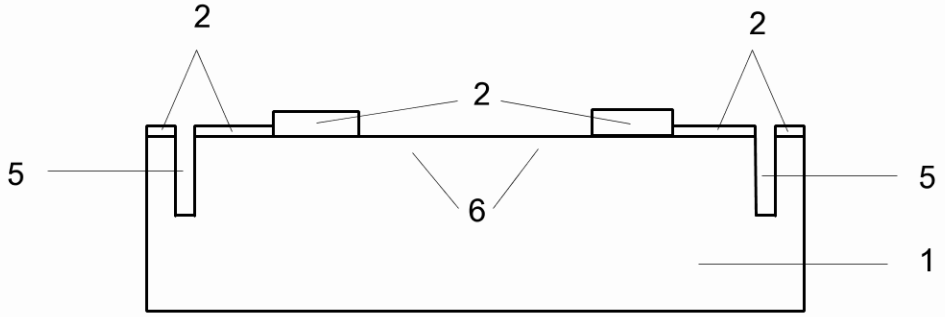

Şekil – 5



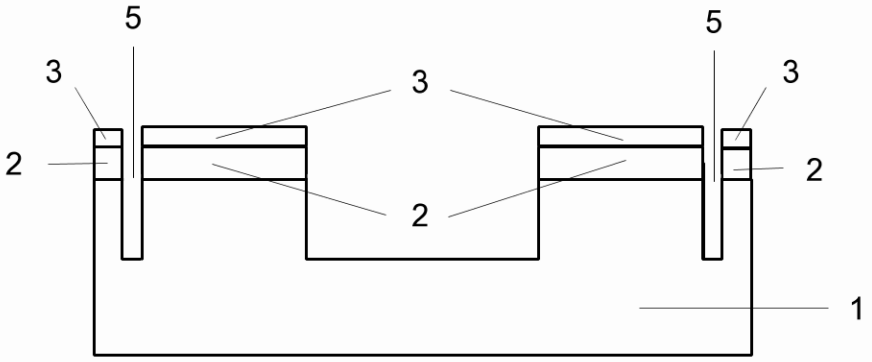

Şekil – 6



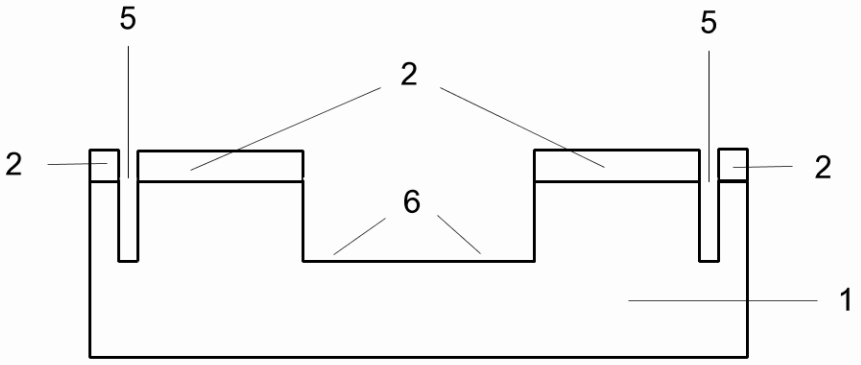

Şekil – 7




Şekil – 8




Şekil – 9




Şekil – 10