

## TEKNİK ŞARTNAME- Sputter Kaplama Sistemi

### Sistem Tanımı:

Bu sistem, yarı iletken, optoelektronik, sensör ve kaplama teknolojilerinde kullanılan metalik, dielektrik ve yarı iletken ince filmlerin, RF ve DC güç kaynakları kullanılarak vakum altında sputter kaplanması için kullanılacaktır. Sistem çok hedefli, tam otomatik ve yazılım kontrollü olacaktır.

### 1. GENEL GEREKSİNİMLER

- Sistem en az 4" wafer ile uyumlu olmalıdır.
- Sistem hem RF hem de DC kaynaklarla çalışabilmelidir.
- En az dört ayrı target'ın eş zamanlı bağlantısı sağlanmalı ve prosesler arasında otomatik geçiş mümkün olmalıdır.
- Otomatik gaz kontrolü, vakum ayarı ve reçete tabanlı proses kontrolü sağlanmalıdır.
- Kurulum, devreye alma ve eğitim yüklenici tarafından sağlanmalıdır.

### 2. TEKNİK ÖZELLİKLER

#### 2.1 Vakum Odası ve Sistem Şasesi

- Vakum odası ön kapağı, vakum odasının içinden kolayca erişilebilir olmalıdır.
- İç yüzeyler için sökülebilir paslanmaz çelik liner sağlanmalıdır.
- Gözlem penceresi ve shutter sistemi (kaynaklar ve numune için ayrı) bulunmalıdır.
- Vakum odası, outgassing için en az 120°C'ye kadar ısıtmaya uygun olmalıdır.
- Tercihen, gelecekteki bağlantılar için en az iki boş port sağlanmalıdır.
- Vakum odası, aşırı basınca karşı koruma sağlamak için kalibre edilmiş bir basınç tahliye valfi (Safety Relief Valve) ile donatılmış olmalıdır.
- En iyi vakum bütünlüğü ve dayanıklılık için oda gövdesi paslanmaz çelikten yapılmış olmalıdır.
- Modüler odanın üç yüzeyi (kapı dahil) kolayca değiştirilebilir olmalı, böylece gelecekte sistemin daha kolay yükseltilmesine ve ek kabiliyetler (örneğin load lock, analitik enstrümantasyon portları vb.) eklenmesine olanak sağlamalıdır.
- Sistem, güvenli ve ergonomik bakım, temizlik ve kaynak malzeme değişimi sağlayacak şekilde tasarlanmış tam erişimli ön kapı içermelidir.
- Büyük ve shutter'lı bir viewport, substrat ve kaplama kaynaklarının net şekilde görülmesini sağlamalıdır.

- Viewport önünde (vakum içinde) koruyucu folyo veya cam için tutucu bulunmalıdır.
- Standart olarak sökülebilir chamber liner (2 set) sağlanmalıdır. Aletsiz sökülebilir olmalı ve sistemin kolay temizlenmesine ve çalışır durumda olmama (down time) süresinin azaltılmasına olanak sağlamalıdır.
- Vakum odası kapısında, aşağı doğru açılan (drop-down) bir kol/handle mekanizması ile aşırı basınç koruması bulunmalıdır.
- Sistem, maksimum 3” target çapı ile uyumlu olacak şekilde en fazla altı (6) adet sputter kaynağının mekanik ve elektriksel entegrasyonunu desteklemelidir.

## 2.2 Vakum Sistemi

- Turbo pompa kapasitesi en az 700 l/s olmalıdır.
- Ön pompa kuru tip olmalı ve en az 30 m<sup>3</sup>/h kapasiteye sahip olmalıdır.
- Nihai vakum en az 5×10<sup>-7</sup> mbar olmalıdır.

## 2.3 Plazma Basıncı ve Gaz Kontrolü

- Basınç regülasyonu için motorlu butterfly valf ve yüksek hassasiyetli kapasitif sensör kullanılmalıdır.
- Gaz beslemesi en az üç MFC (Ar, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) içermeli ve her biri tam aralıkta ±%1 veya daha iyi doğruluğa sahip olmalıdır.
- Otomatik ve manuel gaz giriş valfleri bulunmalıdır.

## 2.4 Sistem Otomasyonu ve Kontrol Paketi

- Kontrol paketi, cihaz durumunu ve güvenliği sağlayan bir Gerçek Zamanlı Kontrolcü, kontrol ve geri bildirim sağlayan bir Windows kullanıcı arayüzü (UI) ve kontrolcü ile arayüz arasındaki bağımlılıkları ayıran bir iletişim Host’u içermelidir.
- Gerçek Zamanlı Kontrolcü, otomatik reçetelerin yürütülmesini, yazılım interlock’larını ve sistem durum görevlerini minimum bir aralıkta (varsayılan olarak en az her 250 ms’de bir) garanti etmelidir. PLC güvenilirliği ile genel amaçlı bilgisayar esnekliği sağlamalıdır. Cihaza özgü UI konfigürasyonu, yazılım her kapatıldığında ve her 24 saatte bir kontrolcüye yedeklenmelidir ve bu sayede Windows PC’de bir sorun olması durumunda geri kazanım sağlanmalıdır.
- Kontrol platformu, kullanıcı arayüzü ve reçete editörü için Windows PC üzerinde çalışan bir .NET uygulaması kullanılmalıdır.

- Reçete import/export özelliği bulunmalıdır (benzer sistemler arasında reçete aktarımı için).
- Kullanıcı güvenlik seviyeleri ile sınırsız sayıda reçete sağlanmalıdır. Her reçete adımı, master reçeteyi etkilemeden kullanıcı tarafından değiştirilebilir değerler içermelidir.
- Aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:
  - Sistem, proses parametrelerinin izlenmesi için bir Chart Recorder ve veri kayıt (datalogging) altyapısına sahip olmalıdır.
  - Sistem, aynı anda parametrelerin eş zamanlı grafiksel gösterimini (plot) desteklemelidir.
  - Chart Recorder, tüm setpoint ve geri besleme (feedback) parametrelerini görüntüleyebilecek şekilde yapılandırılabilir olmalıdır.
  - Tüm reçeteler için, her bir proses adımına ait veriler otomatik olarak kaydedilmelidir.
  - Grafik verileri ve kullanıcı tanımlı grafik konfigürasyonları kaydedilebilir ve yeniden yüklenebilir olmalıdır.
- Kontrol yazılımı sınırsız sayıda kullanıcıyı ve farklı kullanıcı seviyesini desteklemelidir. Ekran erişimleri kullanıcıya özel olmalı ve reçete düzenleme ile manuel kullanım yetkileri kullanıcı bazında atanabilmelidir.
- Kontrol yazılımı, özelleştirilmiş bir TeamViewer versiyonu üzerinden uzaktan destek sağlamalıdır (Android ve iOS ücretsiz uygulamaları ile), böylece sistem uzaktan izlenebilir ve teşhis edilebilir.

## 2.5 Kontrol Arayüzü

- Sistem, harici ekipmanlar ve üst seviye kontrol sistemleri ile haberleşmeyi mümkün kılan standart bir endüstriyel iletişim protokolünü (örneğin OPC UA veya eşdeğeri) desteklemelidir.
- Bu arayüz, sistem parametrelerinin (örn. basınç, gaz akışı, güç, sıcaklık vb.) izlenmesine (read) ve uygun olan parametrelerin kontrol edilmesine (write) olanak sağlamalıdır.
- Sistem, harici bir kontrol sistemi üzerinden önceden tanımlanmış reçetelerin başlatılmasına ve durdurulmasına imkân tanımalıdır.

## Opsiyonel / Tercih Edilen Özellikler (Preferred Features)

- Sistem, proses verilerine (örneğin sensör verileri, alarm kayıtları, proses logları) harici sistemler tarafından erişimi desteklemelidir.
- Sistem, veri analitiği, makine öğrenmesi veya yapay zeka tabanlı uygulamalar ile entegrasyonu destekleyecek şekilde genişletilebilir bir veri erişim altyapısına sahip olmalıdır.

## 2.6 Sputter Katotları ve Güç Kaynakları

- Dört adet magnetron kaynak, en az 2" target çapına uygun olmalıdır.
- Her kaynak, target yüzeyinde homojen gaz dağılımı sağlayan gaz shower ring, shutter ve bağımsız su soğutma hattı içermelidir.
- RF güç kaynağı en az 300 W, 13.56 MHz olmalı ve otomatik matching network içermelidir.
- DC ve Pulsed DC güç kaynakları en az 1 kW çıkış gücü sağlayabilmelidir.
- Pulse frekansı 10–120 kHz aralığında çalışabilmelidir.
- RF/DC seçici anahtar (1 giriş / 2 çıkış) PLC kontrollü olmalıdır.
- İki DC kaynak ile co-sputtering yapılabilirdir.
- Bir DC ve bir RF kaynak ile co-sputtering yapılabilirdir.
- O<sub>2</sub> gazı ile reaktif sputtering yapılabilirdir.

## 2.7 Kalınlık Ölçüm Sistemi

- Sistem, kaplanan ince filmlerin proses sırasında izlenmesine olanak sağlayan entegre bir film kalınlık izleme sistemine sahip olmalıdır.
- Kalınlık ölçüm sistemi, kullanılan proses koşullarına uygun doğruluk ve tekrarlanabilirlikte çalışmalı ve vakum ortamında sürekli ölçüm yapabilmelidir.
- Kalınlık ölçüm sistemi, reçete tabanlı proses kontrolü ile entegre olmalı ve kalınlık izleme verileri kullanılarak shutter açma/kapama ve proses sonlandırma fonksiyonlarını desteklemelidir.

## 2.8 Substrat Alanı ve Isıtma

- Minimum 4" wafer için döner tabla 0–30 rpm aralığında ayarlanabilir olmalıdır.
- Wafer/numune sıcaklığı 800°C'ye kadar PID kontrollü olmalı ve maksimum sapma  $\pm 1^\circ\text{C}$  olmalıdır.

## 2.9 Elektrik Kabini ve Yazılım

- Dokunmatik ekran ve PLC kontrol bulunmalıdır.
- Vakum, gaz, sıcaklık ve film kalınlığı otomatik olarak yönetilebilmelidir.
- En az 100 farklı reçete yazılabilirdir ve her biri en az 50 adım içermelidir.
- Kullanıcı tanımlı olmalıdır.

- Veri kaydı (CSV/log) yapılabilirdir.
- Operatör alanında acil durdurma butonu bulunmalıdır.

### 3. PERFORMANS KRİTERLERİ

- Taban vakumu  $\leq 5 \times 10^{-7}$  mbar veya daha iyi olmalıdır.
- Film kalınlık sapması %5'ten fazla olmamalıdır.
- Isıtma sıcaklık sapması  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'den fazla olmamalıdır.

### 4. GARANTİ VE SERVİS

- Sistem en az 12 ay, tercihen 24 ay garantiye sahip olmalıdır.
- 10 yıl boyunca teknik destek (yedek parça ve işçilik) sağlanmalıdır.
- Arıza durumunda, uzaktan desteğin 2 gün içinde, yerinde desteğin 10 gün içinde sağlanabileceğini gösteren dokümantasyon sunulmalıdır.
- Eğitim ve kurulum hizmetleri teklif kapsamında olmalıdır.

### 5. GÜVENLİK, KALİTE VE STANDARTLAR

#### 5.1 Güvenlik

Sistem:

- Tamamen kapalı bir sistem elektronik kabinine (rack) sahip olmalıdır.
- Tüm elektriksel bileşenlerin güvenli şekilde muhafaza edilmesine imkân sağlamalıdır.
- Acil durdurma (EMO - Emergency Off) korumasına sahip olmalıdır.
- Önerilen sistem, izolasyon trafosu ve güvenlik kilitlemeleri (interlock sistemleri) içermelidir.
- Önerilen sistem CE işaretine sahip olmalı ve aşağıdaki Avrupa Birliği direktiflerine uygun olmalıdır:
  - Makine Direktifi (2006/42/EC, Mayıs 2006)
  - Elektromanyetik Uyumluluk Direktifi (2014/30/EC, Mayıs 2014)
- Üretici, aşağıdaki Avrupa standartlarının gerekliliklerine uygunluğu beyan eden bir Uygunluk Beyanı (Declaration of Conformity) sunabilmesi tercih sebebidir:
  - EN ISO 12100:2015 – Makine güvenliği – Tasarım için genel prensipler – Risk değerlendirmesi ve risk azaltma

- EN ISO 13849-1 – Makine güvenliği – Kontrol sistemlerinin güvenlikle ilgili parçaları – Bölüm 1: Genel tasarım prensipleri
- EN ISO 13850:2015 – Makine güvenliği – Acil durdurma fonksiyonu – Tasarım prensipleri
- EN 60204-33 – Makine güvenliği – Makine elektrik ekipmanları – Bölüm 33: Yarı iletken üretim ekipmanları için gereksinimler
- EN 61000-6-2:2005/AC:2005 – Elektromanyetik uyumluluk (EMC) – Bölüm 6.2: Endüstriyel ortamlar için bağışıklık standartları
- EN 55011:2017/A1:2018 – Endüstriyel, bilimsel ve tıbbi ekipmanlar – Radyo frekans bozucu karakteristikler – Limitler ve ölçüm yöntemleri

## 5.2 Genel

Sistem:

- Sistem, elektriksel bileşenlerin güvenli ve düzenli beslenmesini sağlayacak şekilde merkezi güç dağıtım altyapısına sahip olmalıdır.
- Kritik bileşenlerin korunması amacıyla, ilgili hatlarda interlock'lu akış sensörleri (flow switch) bulunmalıdır.
- Sistem, bakım ve servis işlemlerini kolaylaştırmak amacıyla sökülebilir panellere sahip, tamamen kapalı bir şase yapısında olmalıdır.
- Vakum odasına erişim, bakım, temizlik ve parça değişimi işlemlerini kolaylaştıracak şekilde engelsiz ve ergonomik olmalıdır.
- Sistem, konumlandırma kolaylığı için tekerlekler (caster wheels) ile donatılmalıdır.
- Sistem, çalışma sırasında stabiliteyi sağlamak amacıyla seviye ayar ayakları (leveling pads) içermelidir.

## 5.3 Kalite

- Önerilen sistem ISO 9001 sertifikalı bir tesiste üretilmiş olmalıdır.
- Tüm proses gaz hatları/manifoldlar orbital kaynaklı olmalıdır.
- Tüm sistemler sevkiyat öncesinde kontrol edilmeli ve test edilmelidir.

## 6. TESLİMAT VE EĞİTİM

- Cihaz kurulumu, testleri ve ilk kullanıcı eğitimi yüklenici tarafından sağlanmalıdır. Kurulum sonrası yerinde eğitim en az 2 gün olmalıdır.
- Teslim süresi 10 ayı geçmemelidir.
- Eğitim dokümanları, kullanıcı kılavuzları ve bakım dokümanları Türkçe ve/veya İngilizce olmalıdır.