

18. DERS

ELEKTROMETAL KAPLAMA TEKNİĞİ

ÖZEL KAPLAMA TEKNİKLERİ
BÖLÜM 3
İYON AKIMLI KAPLAMA, ELEKTROFOREZ
MANYETİK ALAŞIM KAPLAMA
BASKI DEVRELERİN KAPLANMASI

ELEKTROMETAL KAPLAMA TEKNİĞİ II

DERS 18

ÖZEL KAPLAMA TEKNİKLERİ (3)

İÇERİK

AÇIKLAMA

SAYFA NO

ELEKTRİK (İYON) AKIMLI KAPLAMA

GİRİŞ	1-4
ELEKTROKİNETİK OLGU	4-5
ELEKTROFOREZ	5
ELEKTRO-OSMOZ	6
DORN ETKİSİ	6
AKMA POTANSİYELİ	6-7
ELEKTROSTENOLİZ	7

MANYETİK FİLMLERİN ELEKTRO KAPLANMASI

GİRİŞ	8-10
TEMEL MANYETİZMA BİLGİSİ	10-12
MANYETİK HİSTEREZİS	12-14
MANYETOSTRİKSİYON	14-16
PERMALOY KAPLAMA	16-19
MANYETİK ALAŞIM KAPLAMA TEKNİKLERİ	20-22

ELEKTRONİK MALZEME ve DEVRE LEVHALARININ KAPLANMASI

GİRİŞ	22-25
ALTIN KAPLAMAYLA BEAM LEAD YAPILMASI	25-26
ELEKTROLİZE	26-27
BASKI DEVRELERİN KAPLANMASI	28
KALIP KAPLAMA METODU	28-29
ÇADIRLAMA METODU	29-30
EKLEME VE ÇIKARMA YÖNTEMLERİ	31
BATTANİYE METODU	31-33
FOTOLİZ METODU	33-34
ELEKTRONİK MALZEMELERİN KAPLANMASINDA	
KARŞILAŞILAN PROBLEMLER	34-37
ELEKTRONİK MALZEMELERİN KAPLANMASINDA	
YAŞANMIŞ TECRÜBELER	37-38
SEÇİLMİŞ REFERANSLAR	39-41
KISA SINAV: DERS 18	42

17. Ders'teki çalışmanızda eğlendiniz mi? Umarım eğlenmişsinizdir ve size üzerinde DÜŞÜNÜLMESİ gereken bazı şeyler vermişimdir. Bu ders özel elektrokaplama teknikleriyle alakalı son dersimiz. Kısa bir ders (Allaha şükür ki öyle!) ve sanırım kolayca üstesinden gelebilirsiniz. Üç temel başlığımız var: ELEKTRİK (İYON) AKIMIYLA KAPLAMA, MANYETİK FİLMLERİN ELEKTROKAPLANMASI ve ELEKTRONİK VE BASKI DEVRE LEVHALARININ KAPLANMASI.

ELEKTRİK (İYON) AKIMIYLA KAPLAMA

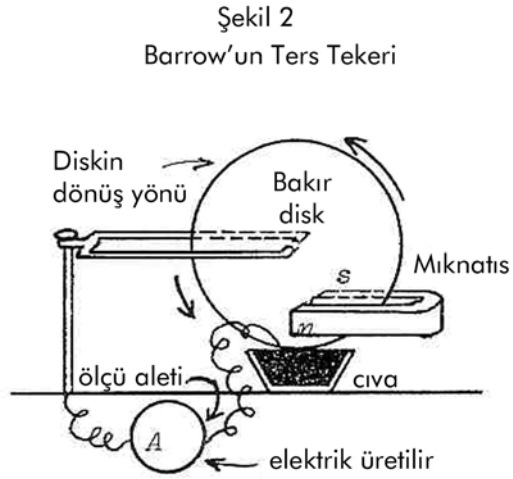
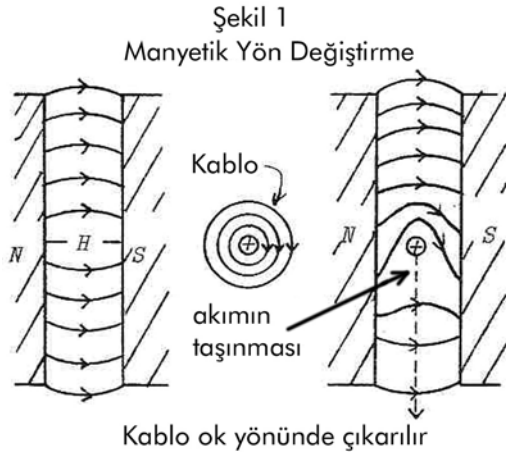
İnsanın yeni şeyleri öğrenebileceği ve deneyebileceği alışlagelmemiş yollardan biri, birbirleriyle alakasız iki alandaki iki fenomenin birbirleriyle karşılaştırılmasından ibaret olan analogi kurma işidir. Bu yolla, bir alana ait çok karmaşık bir fenomen diğer bir alandaki daha basit bir fenomen yardımıyla açıklanabilir veya çözülebilir. Örneğin iletimdeki ısı akışı, elektrik akışıyla analogisi kurularak basitleştirilebilir. Bilim alanında büyük kullanışlılığı olan diğer birçok analogi bulunmaktadır fakat bu kursun kapsamını aştığı için bunlardan söz bahsedilmeyecektir. Ayrıca ters etkileşim diye bir fikirden de bahsedebiliriz. Bu, A olayı B olayını üretiyorsa B olayının da A olayını üretebileceği anlamına gelir.

Ters etkileşim hakkında bir fikir edinmenizi sağlamak için, bir elektro kaplama banyosunu ele alalım. Elinizde bir asitli bakır kaplama banyosu olduğunu düşünün. İçine bir çinko katot yerleştirip elektrik verdiğinizde çinko katot bakır kaplanmaya başlar. Kaplama banyosuna bir jeneratör yardımıyla elektron verildiğinde elektrolit içindeki iyonlar hareket etmeye başlar ve katot üzerinde kaplama oluşurken anot çözünür. Aynı bakır kaplama banyosunda çinko katot ile bakır anot arasında bir kablo bağlantısı kurarsak, bunun tersi bir olay ortaya çıkar. Aniden elektronlar çinko elektrot ve kablo üzerinden banyonun dışına hareket eder. Elektrik üretilmiş olur!

Başka bir deyişle çinko elektrot dışarıdan bir elektrik kaynağıyla beslenirse, üzerinde bakır kaplama oluşur; eğer çinko elektrolit içinde çözünürse, elektronlar dış devreye geri gönderilir ve elektrik üretilmiş olur. Tabiatta buna benzer birçok ters olay mevcuttur.

Şimdi aynı fikre dayanan başka bir olaya bakalım. Eğer elektrik akımı taşıyan bir kablo manyetik bir alan içine yerleştirilirse, kablo manyetik alan dışına itilir. Bu ELEKTRİK MOTORLARININ çalışma prensibidir. Bir kablo manyetik alan içinde hareket ettirilirse tersi olay meydana gelir. Bu durumda elektrik üretilir; bu da dinamo ve jeneratörün çalışma prensibidir.

Pekâlâ. Bir elektrolit (kaplama çözeltisi) elektriği iletmektedir. Peki, bir elektrolit manyetik alan içerisinde hareket ettirilirse ne olur? Elektrik üretilmesi gerekir. Öyle de olur!



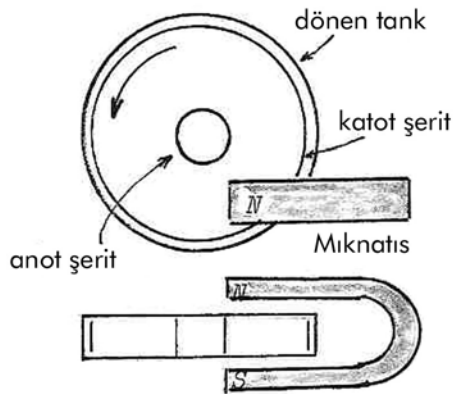
Eğer bir elektrolit manyetik alan içerisinde hareket ettirilirse elektrik üretilir ve tersine, manyetik alan içerisindeki bir sıvıdan bir elektrik akımı geçirilirse sıvı harekete zorlanır!

Önceden anlatılanlar göz önünde bulundurulduğunda bu şaşırtıcı bir durum değildir fakat çok etkileyici olanaklar sunmaktadır! Geçmişte bu fikir üzerinde çalışıldı fakat çok az ilerleme kaydedildi. Örneğin motor prensibiyle çalışan elektromanyetik pompalar, bir elektrolitin veya sıvı metalin (galyum veya cıva) boru içerisinde hareketini sağlarlar; Abner Brenner bu alanda yıllar önce bazı denemeler yapmıştır.

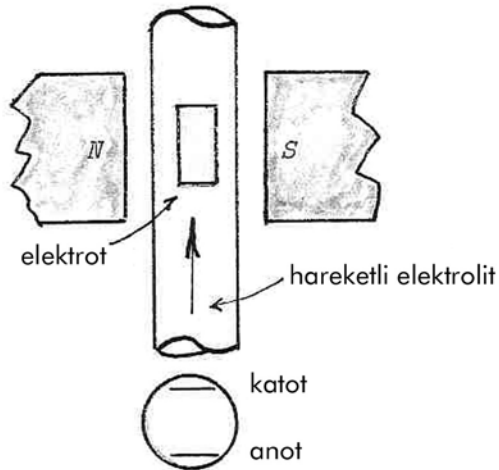
Ancak 1970 yılında ana patent* alınabilmiş ve geliştirme çalışmaları başlamıştır.

Şekil 3'te tipik bir olası uygulama gösterilmektedir. Derin olmayan (kapaklı) silindirik bir plastik tank içinde altın kaplama çözeltisi bulundurulmaktadır. Bu silindir gösterildiği şekilde, eksenî etrafında manyetik alan içerisinde döndürülür. Tank içine monte edilmiş ince metalik şerit üzerinde altın kaplama oluşur, tankın merkezindeki paslanmaz çelikten milde de oksijen boşalması olur! Pil, redresör veya başka bir elektriksel aparat kullanılmaz. Bakın kaplanıyor!

Şekil 3
İYON AKIŞLI KAPLAMA



Şekil 4
İYON AKIŞLI KAPLAMA



Bu yöntem, birçok değişik uygulama sunmakta olup, iş kullanıcının hünerine kalmıştır. Örneğin Şekil 4'te gösterildiği gibi, kaplama çözeltisi mıknatısın kutupları arasına yerleştirilmiş plastik veya cam bir tüpün içinden pompalanır. Manyetik alan içerisindeki tüpte gösterildiği gibi iki elektrot bulunur. Sıvı hareket etmeye başladığında bir elektrot kaplanmaya ve diğeri de anot görevi görmeye başlar.

* U.S. 3,522,162

Dairesel ve kapalı tüp bu alan içerisinde döndürüldüğünde, bir elektrot elektrolit metaliyle kaplanmaya (örneğin kalay), diğeri de çözünmeye başlar.

Diğer olasılıklar, hareketsiz bir tambur etrafına helezonik sarılmış pompaya elektrolit pompalamak veya hareketsiz elektrolit içinde durdurma işlemiyle korunan bir mıknatısı hareket ettirmektir.

Bu bağlamda, elektrolit içinde neredeyse her yerde elektrolit tepkimeleri oluşturarak bu güne kadar yapılması imkânsız olan şeyler yapmak mümkündür.

Kabul edilmelidir ki, 1970'te patent alındığından beri patentin kendisi ve uygulamaları pek yaygınlaşmamıştır fakat arkasında sağlam bir prensip yatmaktadır ve bana göre bu alanda yapılacak çok şey vardır. Belki de siz bir uygulamasını bulabilirsiniz!

Bir elektrolitin içinde, elektroliti manyetik alan içerisinde hareket ettirip elektrik üretme yoluyla kaplama işine bağlantılı olarak, seyreltik elektrolitlerde kullanılan, daha az tanınmış ama ileride birilerine iyi para kazandırabilecek olan bir olaya dikkatinizi çekmek isterim. Bu ELEKTROSTENOLİZ olarak adlandırılır. Bunu anlamamız için elektrokinetik fenomen olarak bilinen elektrokimya dalında biraz altyapıya sahip olmanız gerekir. Bu, iki farklı elektrik yüküyle yüklenmiş fazın (katı ve sıvı, sıvı ve gaz) birbirlerine göre bağıl hareketleriyle alakalı elektriksel olaya tekabül eder. Biraz garip gibi görünse de, bu olayın bir kısmına zaten aşinalığınız var. Örneğin, 12. derste bahsedilen **elektro-ozmoz** ve **elektroforezi** biliyorsunuz. Konuyu mümkün olduğunca basitleştirmeye çalışacağım.

ELEKTROKİNETİK OLGU

Katı bir metal bir sıvıda bekletildiğinde, iki faz arasındaki arayüzeyde, Şekil 5'te gösterildiği gibi elektrik yükleri ayrışır. Bunun neden olduğu tam olarak açıklığa kavuşmamıştır fakat muhtemelen temas potansiyeli olarak adlandırılan olguyla alakalıdır. Temas potansiyeli çok karmaşık bir konudur ve burada bundan bahsedilmeyecektir.

Şöyle diyebiliriz ki, bu, katı fazdaki elektron düzeyinin sıvı fazdakine göre farklılığı ile kontrol edilir. Daha doğrusu, bir fazın diğer fazına göre olan elektron düzeyidir. Önceden bildiğiniz terimlerle anlatacak olursak (bkz. 1 Ders), eğer 1. fazdaki elektronların serbest enerji düzeyi 2. fazdaki elektronların serbest enerji düzeyinden fazla ya da az ise, temas yüzeyinde (arayüz), iki faz arasındaki enerji düzeyi farkını sıfırlamak (en aza indirmek) için elektronlar belli bir yöne hareket eder.



Bu elektron hareketi, pozitif yüklerin ara yüzün bir tarafına, negatif yüklerin de diğer tarafına sıralanmasıyla, "çift katman" oluşumuna sebep olur. Açıklanacak olan bütün elektrokinetik etkiler, iki fazın birbirlerine göre olan bağıl hareketleri sonucunda bu elektriksel çift katmanın ayrılmasıyla oluşur.

Bu elektrokinetik etkilerden bahsetmeye, daha önceden aşinalığınız olanlardan başlayacağım.

ELEKTROFOREZ

Elektroforezde, genelde kolloidal biçimde olan parçacıkların yüzeyleri az önce açıkladığımız şekilde yüklenirler. Parçacığın sıvı faz içinde bulunduğu herhangi bir arayüzde çift katman bulunduğundan, parçacık yüzeyindeki yükün polaritesi her zaman aynı olacaktır. Bir sıvı içinde biri pozitif diğeri negatif olan iki elektrot varsa, yüklü parçacıklar serbest enerjilerini azaltacak şekilde hareket ederler (zıt yükteki elektroda doğru hareket ederler). Parçacık elektroda vardığında, parçacık yüzeyindeki dengesiz yükler nötralize olur ve parçacıklar yüklerini elektrot üzerine boşaltırlar. Bu açıdan durum, elektro kaplamaya oldukça benzemektedir.

Katı parçacıklar sıvıya göre hareketliyken, temas yüzeylerinde tamamen tersi yüke sahip olan sıvı parçacıklar (moleküller), tamamen tersi yöne hareket edecektir! Bu da ELEKTRO-OSMOZA yol açar.

ELEKTRO-OSMOZ elektroforezin tersi bir olaydır. Burada ilkin sıvının katıya göre hareketli olduğunu düşüneceğiz. Eğer katı, örneğin gözenekli bir diyafram gibi, bağıl olarak sabit bir konumda bulunuyorsa, diyaframın arkasında bulunan elektrotta doğru bir polarite verilirse, diyaframdan (katı fazdan) geçerek elektrotu içeren çemberde birikecektir. Gerçekte, bu birikim, gözenekli çember girişindeki sıvının ters basıncı su moleküllerinin hareketini sağlayan birim alan başına kuvvete eşitlenene kadar devam eder ve bundan sonra süreç sona erer. Eğer çemberde bir aşırı akış çıkışı sağlanırsa, elektrik ile su pompalama etkisi elde edilmiş olur. Elektro boyamada bu doğal olayların ikisi de kullanılmaktadır. Elektroforez parçacıkları doğru elektrotta yönlendirir ve elektro-osmoz, parçacıklar tarafından tutulan suyun büyük kısmını kaplanmış parçacık filminin dışına alır.

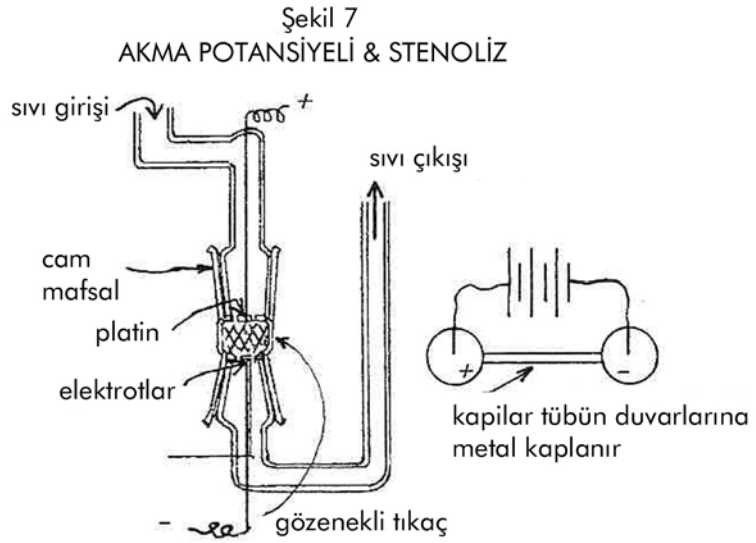
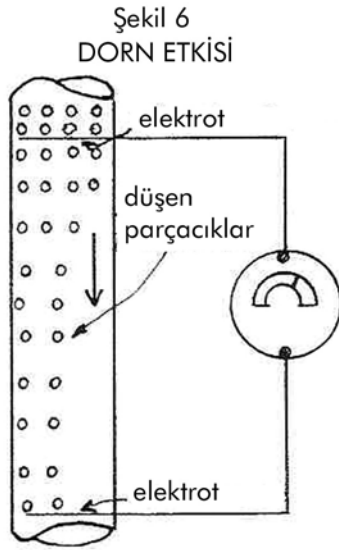
Şimdi yeni bir şey göreceğiz:

Bu elektroforezin tersidir. **DORN ETKİSİ**

Eğer bir parçacık seli, yerçekimi gibi mekanik bir kuvvet etkisi ile bir sıvının içerisinde hareket ediyorsa, parçacıkların hareket ettiği sütunun üst ve alt noktaları arasında bir potansiyel farkı oluşur (bkz. Şekil 6). Parçacıkların düşüş hızı ile, elde edilen potansiyel farkının orantılı olduğu anlaşılmıştır. Bu olgu tortulaşma (çökelme) teknikleriyle bağlantılı olarak ilgi çekmektedir. Bu olguya başka bir örnek de, çok ince su spreyinin havada yere doğru düşmesinde görülür. Bir potansiyel düşüşü üretilir ve bu da *balloelektrik* deşarjların artmasına sebep olur.

AKMA POTANSİYELİ elektro osmozun tersidir.

Bir sıvı mekanik bir güçle dar bir tüpten (kılcal tüp) veya gözenekli bir tıpadan geçirildiğinde, tüpün veya tıpanın başı ve sonu arasında bir potansiyel farkı oluşur. Başka bir deyişle, bir uç negatif diğer uç pozitif yüklenir ve potansiyel farkı diğer faktörlerin yanında, tüpten geçen sıvının hızına bağlıdır.



AKMA POTANSİYELİ ve ELEKTRO-OSMOZ ile bağlantılıdır ve bir ELEKTROSTENOLİZ olgusudur. Eğer bir metal tuzunun seyreltik çözeltisi iki parçaya ayrılır ve Şekil 7' de gösterildiği gibi her parçaya bir elektrot yerleştirilip elektrotlar üzerine bir potansiyel uygulanırsa, su tüp içinden akmaya başlar. Eğer tüp camdan yapılmışsa, camın içi duvarı negatif yüklenecek ve pozitif metal iyonları (veya hidrojen iyonları) iç duvara kaplanacaktır. Başka bir deyişle, iç kısım metal ile kaplanmış olur. Bunu daha önce hiç denemedim fakat başkaların tarafından doğrulanmış ve kaydedilmiştir. Ama bir keresinde, birkaç yıl önce çok ince bir filtre kağıdından diyaframın seyreltik bir altın çözeltisinde kullanıldığında buna bağlantılı bir şey görmüştüm. Filtre kağıdını çıkarırken üzerinde çok ince bir altın kaplama oluştuğunu gördüğümde oldukça şaşırmıştım. Bununla ilgili hiç bir şey yapmadım (ne kadar da aptalmışım) çünkü o zaman yapılacak daha öncelikli işlerim vardı. Bu olay, muhtemelen kil diyaframlarla çalışan kişilerin deneyimlerini açıklar.

Diyaframın bir süre sonra tıkanıldığını ve yüzeyinde bir metal kaplama oluştuğunu gözlemlemişlerdir.

Evet bu bölüm için bu kadarı yeterli. Bu elektrokinetik olaylar (fenomenler) hakkında, özellikle de ELEKTROSTENOLİZ hakkında biraz kafa yorun. Belki bu zahmete değer bir şeyle karşılaşabilirsiniz.

MANYETİK FİLMLERİN ELEKTRO KAPLANMASI

Manyetik filmlerin kaplanmasını anlatmamdaki amacım, size başka bir kaplama işleminin inceliklerini vermek değil, bir kaplama teknisyeninin yeteneklerini sınırına kadar zorlayan bir kaplama (ve elektrolize kaplama) uygulamasına dikkatinizi çekmektir. Bunun için, bütün temel prensiplerin ve bu prensiplerin bu özel uygulamada ortaya çıkacak problemlere neden ve nasıl uygulanmasının gerekliliğinin anlaşılmasını gerektirir. Aslında elektro kaplamanın bir sanat değil de bir bilim olarak kullanılacağı bir kaplama uygulaması varsa o işte budur. Bu dersi çalışmanız kaplama üzerine DÜŞÜNME kabiliyetinizi keskinleştirecektir.

Manyetik filmlerin elektro kaplanması kaplama tarihi düşünüldüğünde oldukça yeni kullanılmaya başlayan bir tekniktir[#]. 16. Ders'ten de bildiğiniz gibi manyetik alanların kaplamadaki etkisine her zaman belli miktarda bir ilgi duyulmuştur fakat yakın zamana kadar manyetik kaplanmalar üzerine böyle bir ilgi hiç olmamıştı. Bu ilgi bilgisayar endüstrisinin ani yükselişiyle birden artmıştır*. Bilgisayarların "hafızaya" ihtiyaçları vardır ve bu hafıza manyetik materyalden yapılmaktadır.

Eğer bilgisayarlar hakkında birkaç şey söylersem manyetik hafızaların bilgisayarlar için neden gerekli olduğunu daha iyi anlayacaksınız. Dijital bilgisayarların çalışma prensibi lojik (mantık) temeline dayanır. Mantıksal olarak belirtilen bir sırada toplama, çıkarma (çarpma ve bölme) yaparak sonuçlara varırlar.

[#] Manyetik filmlerin kaplanması 1930' lara dek geriye gider.

^{*} Manyetik kaplamanın bir çok farklı uygulaması bulunmaktadır, fakat bu bölümde sadece bilgisayar uygulamalarıyla ilgileneceğiz. Diğer uygulamalar için referanslara bakın.

Bilgisayarların kullandığı aritmetik, bizim normalde kullandığımız 10 tabanlı aritmetik değil 2 tabanlı aritmetiktir. Bunun sebebi açıktır. Bir elektrik anahtarı sadece iki muhtemel konumda olabilir: Açık veya kapalı. Bu yüzden elektrik devreleri ikili (binary) sisteme uyumludur.

Bu hesaplamaları yaparken, ikilik sistemde aritmetik kullanarak milyonlarca toplama ve çıkarma yapmak gerekebilir. Neyse ki elektriğin ışık hızında hareket ettiğini düşünürsek bu milyonlarca işlemin yapılması çok fazla bir zaman almaz. Fakat bu toplama ve çıkarma işlemleri sırasında, bazı noktalarda bulunan sayısal sonucun daha sonraki hesaplamalarda kullanılmak üzere saklanması gerekir. İnce manyetik filmler de işte burada kullanılır. Eğer ince bir manyetik film bir elektrik dalgasına ya da darbesine maruz bırakılırsa, manyetik filmin etkilenen noktasının yeniden düzenlenmesine sebep olur. Bu noktada kalıcı bir değişiklik olur. Ters işlemlerde bu nokta üzerinden bir sensör geçirildiğinde, aynı elektrik darbesi belli bir elektrik devresinden tekrar üretilir. Gördüğünüz gibi tam anlamıyla bir hafıza olayıdır. Bu, gerekli operasyonlarda kullanılacak numara ya da diğer bilgilerin yeri geldiğinde tekrar hatırlanmasını sağlar.

Bilgisayar uzun dönem bilgilerinin bir manyetik silindir disk ya da teypte depolandığı bir çevresel hafıza sistemi ve bir ferit çekirdek dizisi ya da genellikle, üzerlerinde ince manyetik kaplama filmleri bulunan kablolarla temsil edilen "iç işlemci" hızlı çalışan bir hafıza sistemine sahiptir. Bu ince kaplamalar (500-10.000 angstrom; 1 angstrom 1×10^{-10} metreye, yani 0,0001 mikrona veya 1 metrenin on milyarda birine eşittir) oldukça hızlı olan 2 nanosaniye (2×10^{-9} saniye) civarında anahtarlama hızına sahiptir.

Tek bir işlem sırasına bir çok numara kullanıldığından ve bunların bir çoğu geri çağrılmak zorunda olduğundan, büyük bir hafıza kapasitesine ihtiyaç duyulduğu bir gerçektir. Aslında birçok durumda bir bilgisayarın ebadı esas olarak onun hafıza kapasitesiyle sınırlıdır.

Bilgisayar dilinde hafıza kapasitesi, bit birimiyle belirtilir. Yani 20.000 bit hafıza demek, 20.000 bitlik bilgi depolanabileceği anlamına gelir.

Bilinen bazı kanıtlara göre yapılan hesaplamalar, insan beyninin hayatı boyunca 2×10^{20} bitlik bilgi depolayabileceğini göstermektedir. Günümüzde en iyi bilgisayarların hafızası 10^8 , yani insan beyni büyük bir üstünlüğe sahiptir. Fakat maalesef, insan beyni öğrendiği birçok şeyi unutur, bu yüzden, pratik olarak bu üstünlük büyük oranda azalır.

Bilgisayarların ebadının çok önemli bir kriter olduğu açıktır. Yıllar önce transistörler yerine vakum tüpleri kullanılırken, makul yeterlilikte bir bilgisayar birkaç yüz metrekare alan kaplıyordu. Küçük seramik miknatıs dizilerinden yapılan hafızalar, nispeten daha büyüktüler. Bugün, transistörler mikroelektronik malzemeler ve daha yeni manyetik hafızalar sayesinde ceket cebinize bile sığacak kadar küçük elektronik bir hesap makinesi üretilebilir. Eskiden aynı kapasitedeki bir bilgisayar 3x6 metre boyutundaki bir odayı dolduracak büyüklükteydi. Yani, daha büyük kapasite ve daha küçük boyutlar daha iyidir!

Pekala. Artık, manyetik materyallerin bilgisayarlarda nasıl kullanıldığı hakkında bir fikre sahipsiniz. İkinci adımda, manyetik materyallerin elektrikli ve elektrolize kaplanmasıyla ilgili olduğu için, manyetizma hakkındaki bilgilerinizi tazeleyeceğiz. Manyetik hakkında 16. Ders'ten biraz bilginiz var. İlgili elektrokaplama problemlerine geçmeden önce, bir tekrar yapacağız ve bunların üzerine birkaç yeni bilgi ekleyeceğiz.

TEMEL MANYETİZMA BİLGİSİ

MANYETİK ALAN ŞİDDETİ, **H** harfiyle gösterilir ve OERSTED birimiyle ifade edilir.

MANYETİK AKI YOĞUNLUĞU, **B** harfiyle gösterilir ve GAUSS birimiyle ifade edilir.

MANYETİK GEÇİRGENLİK, Yunan harfi μ ile gösterilir ve manyetik iletkenlik olarak düşünülebilir.

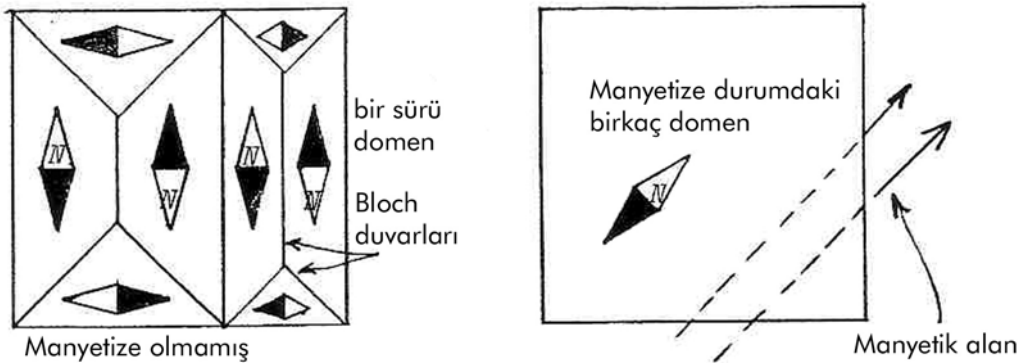
Manyetik kelimesini içeren çok fazla cümle kullandık. Şimdi bu kelimenin temeline inelim: MANYETİZMA. Nedir bu?

Maalesef temel fiziksel fenomeni daha derinlemesine incelediğinizde, daha az anlayabilirsiniz ve daha fazla açıklamak zorunda kalabilirsiniz!

Bu çerçevede, tek söylenebilecek olan, aralarında mesafe olan manyetik özellikli malzemeler üzerine etkiyen bir kuvvet olduğudur.* Bu alanda kullanılan maddeler, demir, nikel, kobalt ve gadolinyum gibi bazı ferro-manyetik malzemeler (Bkz Ders 16) ve oksitler ile bazı metalik alaşımlardır.

Manyetik bir malzeme domen olarak adlandırılan şeyden yapılır. Bir domen, malzeme içinde normalde, ebat olarak 0,01 ila 1 mm arasında olan bir bölgedir (ortalama çap). Bunun içinde, Şekil 8'de gösterildiği gibi, belli bir yönde dizilmiş manyetik kutuplar bulunur (Tamamı kuzey kutbunu gösteren küçük pusulalar olarak düşünebilirsiniz). Normalde (örnek olarak sertleştirilmiş bir çeliği alalım) eğer malzeme manyetik bir alandan etkilenmiyorsa (dünyanın manyetik alanı çok zayıftır, yaklaşık olarak 1 oerstedden daha küçüktür), bu domenler, kuzey ve güney kutup domenleri birbirini dengeleyecek şekilde dizilecek (şekle bakınız), bu yüzde bütünde kesin bir manyetik yönelme olmayacaktır. Daha basit kelimelerle, bu çelik parçası, başka bir parçayı çekmeyecek ya da çok zayıf bir şekilde çekecektir. Manyetik olarak yöneltilen bu domenler arasındaki sınırlar *Bloch Duvarları* olarak bilinir.

Şekil 8
MANYETİK DOMENLER



Bu çelik parçası bir elektromıknatısla üretilen kadar güçlü bir manyetik alana maruz bırakılırsa, uygun bir yönelimli domenler, uygun olmayan bir yönelim pahasına genişlerler (Burada hangi enerji prensibi belirtilmiştir?)

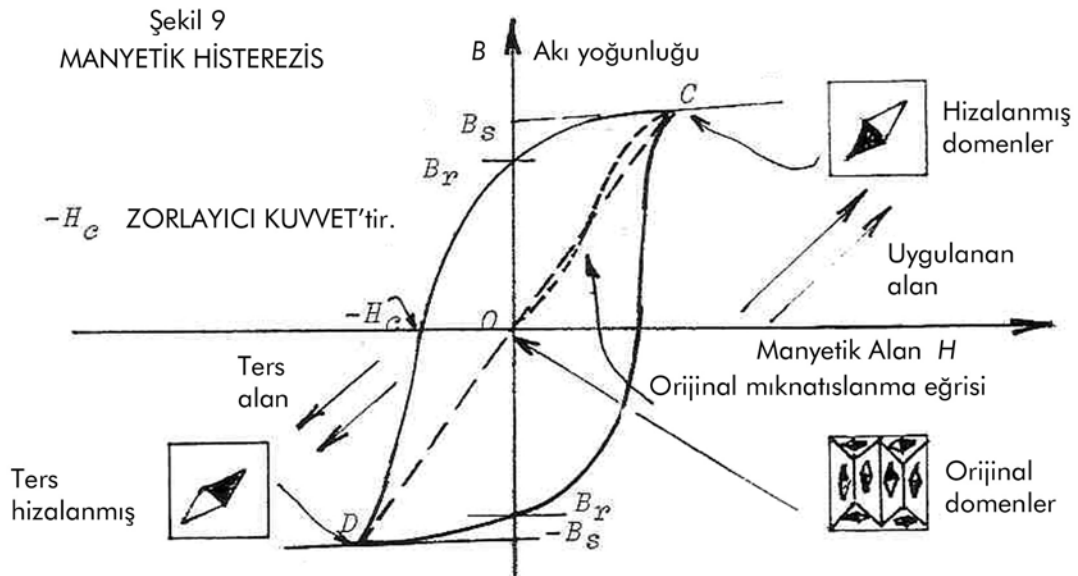
* Bu tanım, "dolaylı açıklama" olarak bilinen türden bir açıklamadır. Bir köpeğin kuyruğunu kovalaması gibi ortalıkta dolaşır ama hiçbir yere gidemez!

Akıntıyla aynı yönde yüzmek, akıntıya karşı yüzmekten daha iyidir! Kısa zamanda bütün yararlı domenler, çelik parçasını tamamen dolduracak şekilde büyür ve yarasız domenler yok olur (ya da neredeyse yok olur!), ve çubuk bir ucu tamamıyla kuzey diğer ucu da güney olmak üzere mıknatıslanmış deriz. Bu işlemin belli miktarda bir enerji gerektirdiği ortadadır. Neden? Çünkü uygulanan manyetik kuvvet, viskoz direncine benzeyen güçlere karşı olan domen duvarlarını hareket ettirmeye yetecek kadar olmalıdır. 1. Ders'ten de bildiğiniz gibi bir dirence karşı güç uygulandığında iş yapılmış olur.

Şimdi manyetik histerezis konusu için hazırsınız.

MANYETİK HİSTEREZİS

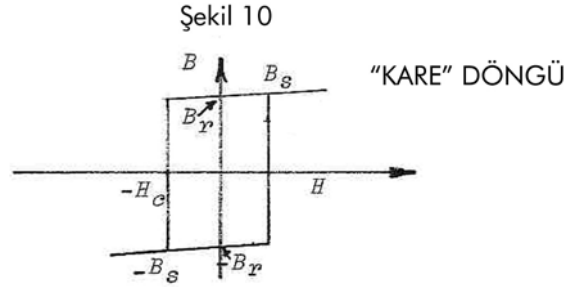
Şekil 9'da gösterildiği gibi mıknatıslanmış çelik bir çubuğu düşünün. Bütün domenleri bir doğrultuda düzenlenmiştir. Şimdi mıknatıslanmanın yönünü değiştirmek yani kuzey kutbunu güney kutbuna çevirmek istediğinizi farz edin. Bunu yapmak için ters yönde bir manyetik kuvvet ya da alan uygulanmalıdır. Eğer orijinal manyetik kuvvete (ZORLAYICI KUVVET) tamamen eşit ve ters olan bir kuvvet uygulanırsa manyetik akı yoğunluğu (endüksiyon), 0'a inmeyecektir. Sadece B_r noktasına döner. Yani çubukta belli miktarda mıknatıslanma kalır. Orijinal manyetik alan 0'a indikten sonra kalan miktar, REMANENS (artık) olarak adlandırılır ve bu kalan mıknatıslanma B_r sembolüyle gösterilir. B_s ya da B_m , çubuk manyetik akıyla tamamen doyduktan sonra maksimuma çıkan mıknatıslanmanın sembolü olarak kullanılır.



Manyetik endüksiyonu tekrar 0'a çekmek için, ters yönde bir manyetik alan kuvveti uygulanmalıdır. Bundan sonra uygulanan alanın kuvveti arttırılırsa, çubuk ters yönde mıknatıslanmış olur ve $-B_s$ doyma noktasına gelir. Orijinal mıknatıslanma noktasına gelmek için tersi bir zorlayıcı alan uygulandığında döngü tamamlanır. Eğer mıknatıslanmayı çevirmek için hiç enerji gerekmeseydi, düz bir çizgi boyunca $+C'$ 'den $-D'$ 'ye hareket edilebilirdi (Bir çizginin alanı yoktur).

Bu döngü, belli bir manyetik malzemenin **HİSTEREZİS EĞRİSİ** olarak adlandırılır. Bu, mıknatıslanmanın bir yönden diğerine çevrilmesi için gereken enerjiyi (ya da yapılması gereken işi) ifade eder.

Şekil 10'da gösterildiği gibi, çok ince manyetik filmlerde, histerezis eğrisi daha çok kareye benzer bir görünüm alır. Görüldüğü gibi B_r noktası B_s noktasına (B_m) çok yakındır. Gerçekte, B_r/B_s değeri, histerezis eğrisinin KARESELLİĞİ olarak adlandırılır. Eğri kareselleştikçe, oran 1'e yaklaşır.



Mıknatıslanmayı tamamen ters döndürmeye yetecek oersted birimindeki manyetik alan şiddeti, ZORLAYICI KUVVET (H_c) olarak adlandırılır.

Manyetik kaplamalar elde etmek için kullanılan güncel kaplama ya da çökeltme işlemlerine geçmeden önce birkaç temel tanım ve fikre daha ihtiyacımız var.

YUMUŞAK BİR MIKNATIS *yüksek manyetik geçirgenlik* (yüksek B_s) ve *düşük zorlayıcı kuvvete* sahiptir. Basit şekilde ifade edecek olursak: Eğrinin alanı küçüktür. Bu özellik, transformatörün Primer ve Sekonderi arasında akım değişen transformatör çekirdeklerinde kullanışlı bir özelliktir (az miktarda enerji çekirdekte harcanır). Ayrıca bilgisayarlardaki gibi, yüksek anahtarlama hızlı devrelerde de kullanışlıdır. Bu özelliğe sahip tipik metaller, yumuşak demir, silikonlu demir ve birkaç özel alaşımdır.

SERT BİR MIKNATIS, bir kez mıknatıslandığında manyetikliğini belirsiz bir şekilde korur ve manyetikliğini 0'a indirmek için yüksek bir zorlayıcı kuvvete gerek duyulur ve manyetikliğini ters çevirmek için daha da güçlü bir kuvvet gerekir. Diğer bir deyişle, büyük bir histerezis eğrisi sert bir manyetik malzemenin göstergesidir. Genelde KALICI MIKNATIS olarak belirtilen bu tür mıknatıslara üretim aşamasında ön bir manyetiklik verilir. Bu tür mıknatıslar, manyetik kilit, hoparlörler ve küçük motorlar için kullanılır. Genel olarak, manyetik malzemeyi (metal, alaşım) daha sert hale getiren herhangi bir şeyin, onu aynı zamanda manyetik olarak da güçlendirdiği anlaşılmıştır.

MANYETOSTRİKSİYON manyetik malzemelerle ilgili bir olgudur. Manyetik malzemeler manyetize edildiğinde, uzunluğunda küçük bir değişme (mıknatıslanma doğrultusunda) olması özelliğidir. Bir manyetik malzemenin boyutlarını düşürmek ve yükseltmek için bir gerilim uygulandığı zaman manyetik malzemenin bir manyetik akım üretmesinde de bunun tersi olay oluşur.

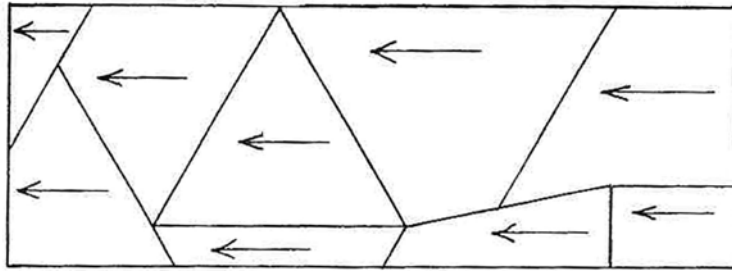
Manyetostriksiyon olayı bilgisayar işinde büyük önem taşır, çünkü işletimsel kullanımda manyetik malzemeye uygulanacak gerilimler ve etkiler, histerezis eğrisini bozacak derecede bir değişime neden olabilir!

Bilgisayar uygulamalarında, MANYETİK ANİZOTROPİ özelliği de önemli bir ilgi alanıdır. İZOTROPİ her üç yönde de (x, y, z) aynı (özdeş) özelliklere sahip olmak anlamına gelir. ANİZOTROPİK, her üç yönde mutlak değer bakımından farklılık gösteren özelliğe sahip olmak anlamına gelir.

Yani, biri bir manyetik materyalin TEK EKSENLİ ANİZOTROPİYE sahip olması gerektiğini söylerse, bu, materyalin manyetik özelliklerinin sadece bir yönde ağırlıklı olması anlamına gelir.

TEK EKSENLİ MANYETİK ANİZOTROPİYLE anlatılmak istenen şey Şekil 11'de gösterilmiştir.

Şekil 11
TEK EKSENLİ MANYETİK ANİZOTROPİ



Pekala. Şimdi, bilgisayarda kullanılacak iyi bir manyetik malzeme belirlemede göz önünde bulundurulacak temel görüşler hakkında biraz bilgi verelim:

1. MANYETOSTRİKTİF ETKİ 0 olmalıdır. Önceden de belirtildiği gibi, günlük kullanımda meydana gelen zorlanmalar, manyetik etkilere karışmamalıdır.

2. Malzeme tek eksenli anizotropiye sahip olmalıdır. Bu, kolay mıknatıslanmanın doğrultusunun her zaman çok az bir SAPMAYLA ve mümkün olduğunca değişmeden, aynı yönde uzanması gerektiği anlamına gelir. SAPMA, kolay mıknatıslanmanın BİRAZ farklılaşan doğrultularında ORTAYA ÇIKAN küçük alanlar demektir.

3. Hızlı anahtarlama için, bir yönden diğerine (anahtarlama akımları çok düşüktür!) anahtarlama gerektiği için az miktarda enerji gereksin diye, ZORLAYICI KUVVETİ oldukça düşük (histerezis eğrisi küçük) olmalıdır.

4. Manyetik malzemenin histerezis eğrisi karesel olmalıdır. Başka bir deyişle KARESELLİK 1'e yakın olmalıdır. Bu, mıknatıslanmada hızlı değişikliklerin daha kolay yapılmasını sağlar.

Başka önemli kriterler de mevcuttur, ama en önemli olanları bunlardır.

Peki kaplama teknisyeni nerede devreye girer?

Kaplama teknisyeni şurada devreye girer:

1) Manyetik malzemelerin çoğu elektrokaplama ya da elektrolize kaplama ile elde edilir.

2) Teknisyeni bu kaplamaların üretildiği koşulları kontrol edip değiştirerek, kaplamayı istenen herhangi bir manyetik özelliğe uydurabilir.

Elektrokaplama teknisyenini zorlayacak olan şey, doğru sonuçların elde edilmesi için izlenmesi gereken ve tamamıyla bilimsel olan yaklaşımlarda yatmaktadır. İstenilen manyetik özellikleri elde etmek çok fazla çaba gerektirmektedir. Örneğin, bazı durumlarda kaplamanın ortalama bileşimindeki % 0,1 kadar küçük bir değişiklik bile kabul edilemez sonuçlara yol açacaktır.

Birçok manyetik malzeme ve alaşım bulunmaktadır ve bunların çoğu, elektrolitik ya da elektrolize kaplama yoluyla kaplanabilmektedir. 1960'lerden bu yana, manyetik filmlerin kaplanması için verilen birçok patent göz önünde bulundurulursa bu alandaki gelişme devasa olmuştur. Bunların herhangi birisine değinmeyeceğim, eğer bu patentlerin bazılarının detaylarını isterseniz, her zamanki gibi referanslara bakabilirsiniz. Kaplama açısından, burada bahsedeceğim tek kaplama banyosu **permaloy** tipi filmlerin elektrokaplanması kullanılan birkaç olası varyasyonu olan banyo ve özel manyetik filmlerin kaplanmasında kullanılan bir ya da iki elektrolize tip kaplama banyosudur.

Permaloy gibi manyetik filmlerin kaplanması bir elektrokaplama teknisyeni için yüksek yetenek gerektirir. Biraz sonra göreceğiniz üzere, zorluk açısından dağcılar için Everest Tepesi ne anlama geliyorsa, kaplama alanında da bu aynı anlama gelmektedir!

PERMALOY KAPLAMA

Permaloy, % 80 nikel ve % 20 demirden oluşan bir nikel-demir alaşımıdır. Bu bileşim, kaybolan magnetostriksiyon (*kolayca manyetize ve demanyetize olabilme*) gibi ilginç bir özelliğe sahiptir. Bu özel alaşımda magnetostriksiyonun 0 olmasının sebebi demir ve nikelin magnetostriksiyon yönlerinin birbirinin tam tersi olmasıdır (boyut iki metalde de farklıdır).

80'e 20 bileşimde iki etki birbirini sıfırlar! Bu değerli özelliği gösteren başka alaşımlar da vardır. Ama en önemlisi **permaloydur**.

Permaloy kaplamadaki ilk uygulamalardan biri 1956'da Wolf & McConnell tarafından açıklanmıştır.* Kaplama banyolarını 1931'de patenti alınan, az miktarda kullanılan çözelti üzerine temellendirmişlerdir.

Permaloy kaplamanın orijinal amacı, televizyon tüplerinde dünyanın manyetik alanına karşı bir kalkan olarak kullanmasıydı. Sonuç olarak, permaloy kaplanmış silindir ve diskler ve sonunda silici olmayan okuma belleği (**Non Destructive ReadOut (NDRO) Memories**) üretiminde kullanılan teller geliştirildi. **

PERMALOY KAPLAMA BANYOSU 1#

NiSO ₄ . 6H ₂ O	.	.	.	.	.	212,0 g/l
FeSO ₄ . 7H ₂ O	.	.	.	.	.	22,0 g/l
NiCl ₂ . 6H ₂ O	.	.	.	.	.	18,0 g/l
FeCl ₂ . 4H ₂ O	.	.	.	.	.	2,5 g/l
H ₃ BO ₃ .	.	.	.	.	.	25,0 g/l
Na ₂ SO ₄ .	.	.	.	.	.	180,0 g/l

Sıcaklık : 50°C

Akım yoğunluğu (Katodik) : 1,07-7,53 A/dm²

Anot Yüzey Dağılımı : %85 Nikel - %15 Demir

Bu çözeltiyle, verilen koşullarda Wolf %79 nikel %21 demir içeren bir alaşım kaplama elde edilebileceğini keşfetti. Fakat, demir varlığından dolayı, kaplamanın yüksek miktarda gerildiği görüldü. 0,7 g/l oranında sakarin ekleyip, çalışma sıcaklığını 25°C'ye düşürerek, pH'ı da 2,7 civarında tuttuklarında nikel miktarının %65'e düştüğünü, ama kabul edilebilir oranda bir gerilmeye ulaşıldığını fark ettiler. Eğer %65'lik nikel kaplamanın başlangıç geçirgenliğinin %79'luk kaplamaninkine göre bir grafiği çıkarılırsa, %79'luk kaplamaninkinin 3 kat daha fazla olduğu görülecektir!

* Bu **permaloy** kaplama banyolarının büyükbabası olarak düşünülebilir.

** Ayrıca DRO hafızalar da mevcuttur. Bir okumada manyetik işaret yok olur.

Doğru alaşım kaplama bileşiminin elde edilmesi için değişik demir bileşimleriyle yapılan denemelerde, aşağıdaki reçete elde edilmiştir:

PERMALOY KAPLAMA BANYOSU 2#

NiSO ₄ . 6H ₂ O	218,0 g/l
NaCl	9,7 g/l
H ₃ BO ₃	25,0 g/l
Sodyum lauril sülfat	0,42 g/l
Sakarin	0,83 g/l
Ferrous sülfat olarak demir	1,20 g/l
Ya da	
Ferrous amonyum sülfat olarak demir.	1,6 g/l
Sıcaklık	25°C
pH	2,7

pH derecesi oldukça kritiktir. Eğer 1,6'nın altına düşerse kaplama oluşmaz. Eğer 3,5'in üstüne çıkarsa ferrous tuzlarının hızlı oksidasyonu meydana gelir.

Reçete 1 ve 2 temel alınarak, **permaloyların** elektrokaplanması için yüzlerce farklı patent ve reçete geliştirilmiştir.

Elektrolize kaplamanın (Bkz. 13. Ders) eşzamanlı gelişimi ile **permaloy** kaplamaları için birçok elektrolize banyo ortaya çıkmıştır. Bunların hepsi patentli reçetelerdir. Bunla temelde ferrous tuzlarının eklendiği elektrolize nikel reçeteleridir. Ayrıca, kobalt, demir, fosfor ve bor (bor diğer metallerin organik bor tuzlarıyla indirgenmesiyle elde edilir) alaşımlarını içeren banyolar da bulunmaktadır.

Bir elektrokaplama teknisyeni olarak karşınıza çıkacak olan zorluk manyetik özellikleri sabit olan bir kaplama elde etme konusunda olacaktır.

Birçok değişken söz konusu olduğundan bu hiç de kolay bir iş olmayacaktır! Bu değişkenlerin ilginç olan bazılarını görelim.

1. Ortalama bileşimi %20 demir, %80 nikel olan kalın kaplamaların elde edilmesi kolay olmasına rağmen ilk 500 Å (angstrom) aralığında bu iş oldukça zordur. Bunun nedeni şu an tam olarak bilinmemektedir, fakat difüzyon tabakası oluşurken, difüzyon tabakası ve çözelti arasındaki difüzyon filminin 2,8 olan nominal pH'ının, katı yüzey ve difüzyon tabakası arasında çok yüksek değerlere ulaşması gerçeğiyle ilgilidir. Bu, işlemin başında, demir derişiminin gerekenden %20 daha fazla olmasına neden olan bir kimyasal tepkimeye yol açar ve bu da magnetostriksiyonun 0 olmasını engeller!

2. Bileşimdeki ufak değişmeler ve istenmeyen kirleticilerin varlığı manyetik özelliklerde şiddetli değişimlere yol açar.

3. Esas metalin yüzeyinin yapısı çok önemlidir. Bunun sebebi, kaplamaların 500-10.000 Å (0,05-1 µ) aralığında olacak kadar ince olmasıdır. Belli tipteki mikro pürüzlülük özellikleri güçlendirirken, nispeten fazla pürüzlülük özellikler üzerinden bozucu etki yaratır.

4. Bileşim, akım yoğunluğu, sıcaklık ve pH'ın son derece iyi kontrol edilmesi gereklidir.

5. Birçok durumda bu kaplamalar hareketli bir kablo üzerine yapıldığından, oldukça uzun ömürlü bir sistem elde etmek doğrultusunda denge durumunun korunması son derece önemlidir. Bu bağlamda, "Kaplama Banyosu'nu bir sistem olarak ele alan" 19. Ders'e özellikle dikkat göstermelisiniz.

Her detayı incelemek için yeterli yerimiz ve zamanımız yok, ama 1. maddeyle ilgili bazı olasılıkları göz önünde bulundurun.

**MANYETİK ALAŞIMLARIN ELEKTROKAPLANMASINDA
SİZİ İLGİLENDİRECEK OLAN OLASI TEKNİKLER**

1. Difüzyon filmindeki yüksek pH'lı demir bileşiklerinin hidrolizini önlemek için çelatlama bileşiklerinin kullanılması.

2. Demir ve nikelin eşit kaplanmasını sağlamak için katodu *ideal* potansiyelde tutabilmek amacıyla katodun potansiyostatik kontrolü.* (Ayrıca Bkz. Potansiyostatik kaplama, Ders 10)

3. Katot filminin bozulmasına yol açan elektrik palsları (darbeleri).

4. Ultrasonik titreşimler.

5. İki ya da üç farklı potansiyelde programlanmış elektrik darbeleri.

6. Üzerinden kaplama oluşturulacak esas metalin (substratın) özel olarak hazırlanması. Örneğin, **permaloy** kaplamadan önce az miktarlarda kobaltla kaplamak.

7. Verilen metallerin çökmesini geciktirmek ya da artırmak için tiyoüre gibi katkı kimyasallarının kullanımı.

8. Kaplama sırasındaki karıştırma kontrolünün çok iyi sağlanması için, özel üretilmiş kablo kaplama hücreleri (difüzyon filminin muhtemel bozulması).

9. Demir ve nikelin yanında diğer metal iyonlarının kullanılması. Bu iyonlar beraber kaplanarak hala 0 magnetostriksiyon özelliğine sahip olan üç elemanlı alaşımlar elde edilebilir. Molibden ve indiyum bunun için uygundur.

10. Kaplamanın iç yapısının bütün olarak düzgün (uniform) kalmasına yardım eden mikroskobik girişim bölgeleri elde etmek için, diğer metal iyonlarının kullanılması. Antimon, selenyum ve tellür bu metaller arasındadır.

11. Bu fikirlerin sentezi!

Böylece, işlem sırasında elektrokaplama biliminin kullanıldığı birçok uygulama alanı olduğunu görebilirsiniz!

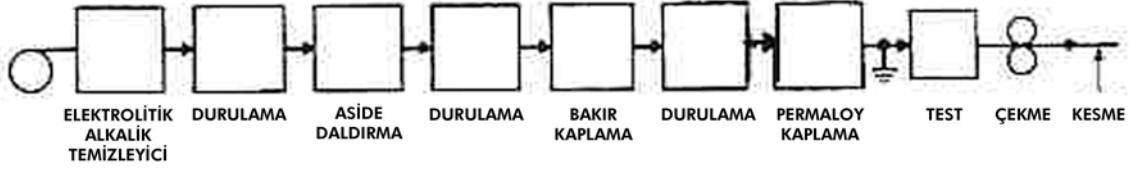
* F.H Edelman., J. Electrochem. Soc., 109, 440 (1962)

MANYETİK KABLO YAPIMI

Şekil 12’de bu tip kablonun yapımı için tipik bir üretim şeması verilmiştir.

Şekil 12

MANYETİK KABLO KAPLAMA DÜZENEGİ



Kullanılan kablo 0,14 mm çapında berilyum bakırıdır.

Üretim yöntemi aşağıdaki gibidir (Tabi ki değişik versiyonları da mevcuttur!):

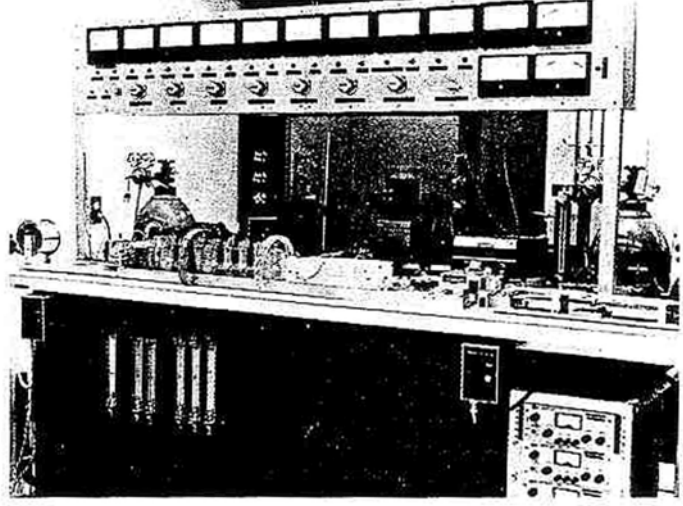
1. Kablo temizlenir ve durulanır.
2. Kabloya elektropolisaj yapılır ve durulanır.
3. Kablo bakır kaplanır (diğer tip kaplamalar da kullanılabilir)
4. Kablo **permaloy** film ile kaplanır (500- 10.000 Å)
5. Kablo, manyetik özelliklerini sabitlemek için 200-400°C’de tavllanır.

Böyle bir makine Şekil 13’te gösterilmiştir.

Manyetik özellik testleri hattın sağındaki özel bir donanım ile yapılmaktadır. Bu testlerin bazılarının kaplamanın hatalı olmasına yol açan etmenlere karşı duyarlılığı, çoğu duyarlı analitik testlere göre daha üstündür! Eğer hatalı bir kablo bulunursa, görüldüğü anda kesilir ve üretim devam eder.

Şekil 13
MANYETİK KABLO KAPLAMA MAKİNASI *

* *A.J. Ransom &
J.S. Allo, PLATING,
57, 248(1970)*



Evet, bu bölüm sona erdi. Bir sonraki bölüm, ELETRONİK MALZEMELERİN KAPLANMASI, daha da eğlenceli olacak!

ELEKTRONİK MALZEMELERİN VE DEVRE LEVHALARININ KAPLANMASI

Manyetik filmlerin kaplanmasında olduğu gibi, elektronik elemanlarının ve devre levhalarının kaplanması ve cilalanması da, kaplama teknisyenine bazı ilginç zorluklar çıkarmaktadır. Bunu bu kadar ilginç ve zor kılan, ancak cilalanmış parça kullanılmaya başlandıktan sonra farkına varılabilecek hatalardan kaçınmak için, son derece dikkatli olmayı gerektirmesidir. Başka bir deyişle, zorluk (bunları meydan okuma olarak adlandırmayı tercih ediyorum!) çıkaran kesin ve ani ıskartaya çıkarılma sebepleri değildir. Kaplama uzmanını gerçekten zorlayan şey, daha sonra yani kullanım esnasında hatalara neden olabilecek göze çarpmayan noktaları bulabilmektir.

Bu konuda kaplama teknisyeninin karşısına çıkacak pek çok hatanın iki temel nedeni vardır:

1. Boyutlar.
2. Hassasiyet.

Yakın zamana kadar, elektronik uygulamaları için üretilen, malzemelerin boyutları oldukça büyüktü. Vakum tüpleri ve büyük boyutlu bobinler, kondansatörler ve dirençler kullanılıyordu. Devreler, 18 no zil teli ile elektronik panosu üzerine monte edilirdi. Küçük radyo setleri, ekmek kutusu boyutlarında, daha büyükleri de oturma odasında bir mobilya boyutunda yer kaplıyorlardı. 1940'lerde transistör ortaya çıktı. 1950'lerde transistörler, yavaş yavaş vakum tüplerinin yerini aldı ve durum böyle olunca, devreler daha karmaşık hale geldi ve bazı dahiler tarafından fazla kapsamlı olan elektronik panosu bağlantısı yerine geçebilecek devre levhası (baskı devre) keşfedildi ve bunlar kullanılmaya başlandı.[#] Devre levhasında, elektronik elemanları arasındaki bağlantılar fotoaşındırma ve kaplama teknikleri ile gerçekleştirilmektedir. Önceleri transistörlerde yüksek frekanslar iyi sonuçlar vermiyordu. Bu zorluğun üstesinden gelmek için 1960'lerde mikroelektronik sahası ortaya çıkana kadar transistörler giderek daha ufak yapılmaya başlandı. Mikroelektronikle birçok devre ve devre elemanı, madeni para büyüklüğündeki bir levha üzerine sığdırılabilir hale geldi! Ve mikroelektronikle beraber zorluklar da ortaya çıktı!

Bu derse gelene kadar, gördüğünüz diğer derslerde olduğu gibi, bu derste de ayrıntılara girmeyeceğim. Sadece, elektronik elemanların kaplanması ve devre levhalarının hazırlanması sırasında, üzerinde DÜŞÜNMENİZ gereken bazı elektrokimyasal teknikler hakkında size bilgi vermek istiyorum. Sizi bir elektronik uzmanı yapamam -- benim de, bu alandaki bilgim oldukça sınırlı! Fakat elektrokimyasal problemlere aşınayım ve biz de zaten bunun üzerinde yoğunlaşacağız! Mikroelektronik ve basılı devreler konusunda daha fazla bilgi edinmek isterseniz, her zamanki gibi dersin sonundaki referanslara bakabilirsiniz. Tamam mı?

Hiç şüphe yok ki, bir tampon çubuğunun kaplanmasında hiç sorun çıkarmayacak, oldukça küçük bir toz zerresi, eğer bir mikro-transistör üzerindeki noktalarda yer alırsa oldukça şiddetli etkilere yol açar.

Aynı şekilde, transistörlerin ve mikro devre elemanlarının çok küçük boyuttaki kirleticilere son derece duyarlı olması sebebiyle, temizleme, asma işlemlerinde ve kullanılan çözeltilerin hazırlanmasında oldukça dikkati olunması gerekmektedir.

[#] Aslında, ilk basılı devre kullanımı, 1940'lerde yakınlık (proximity) sigortalarının bağlantısına dayanmaktadır.

Kaplama açısından bunun anlamı, banyolar hazırlanırken kimyasal olarak saf içerik maddelerinin kullanılması, bütün durulama ve hazırlama amaçlı suların deiyonize edilmiş ve damıtılmış olması, bütün kaplama, temizleme ve asma işlemlerinin dikkatli bir şekilde kontrolü, cilalama ve montaj işlemleri için temiz odalar kullanılmasıdır.

İşlerin neden bu kadar titizce yürütülmesi gerektiğini merak ediyorsanız, şu gerçeği göz önünde bulundurduğunuzda bunu anlayacaksınız: Elektronik elemanların ve mikro elektronik devrelerin kalbi olan transistörler, saf silikondan mamul (germanyum gibi diğer metaller de kullanılmaktadır) çubuk ve levhalardan meydana gelir. Kullanılacak bu silikonun saflığı en az ne olmalıdır? %99,999999! En az! Eğer eski bir fildişi sabun sloganı olan "% 99,4 oranında saf"ı hatırlarsanız, bu sabunu kullanmayı bırakabilirsiniz, çünkü yeterince saf değil! Bu saflığın nasıl elde edildiğini burada anlatmayacağım. Temel yöntem, bölgesel arıtma (zone refining) işlemi olarak adlandırılır. Bunun yapılabileceğini söylememiz yeterlidir. Son derece saf bu malzemeden bir levha veya yonga kesilir ve diğer adımda, hangi tip cihaz yapıldığına bağlı olarak, silikon belli miktarda başka bir metalle, "vernikleir". Bu işlem yemek pişirirken yahniye bir fiske tuz katmaya benzemez. Eğer böyle bir işleme benzetme yapılacaksa, her tuz tanesinin sayılması gerekir. Fosfor ya da alüminyum gibi vernikleme metal atomlarının miktarının, verilen hacimdeki silikon atomlarına oranı oldukça kesin olmalıdır. Gereğinden fazla ya da gereğinden az atom kullanılmışsa, cihaz çalışmayacaktır!

Mikro elektronik elemanların kullanılması durumunda ise, birçok devrenin ebatları küçülmüş ve bu yongalardan birinin üzerine sığacak hale gelmiştir. Yongalar ayrıca, kapatma kullanılan aşındırma işlemleri ve aşındırma ile oluşturulan "gözenekler" in teker teker kaplanması gerektirir!

Sanırım, artık neden bu kadar hassas koşullara gerek olduğunu anlıyorsunuzdur ve benim size tavsiyem, eğer büyük askılarla çalışmayı ve bazı düzeltmelere gerektiğinde kaplama banyosuna kimyasalları boşaltmayı seviyorsanız, bu işi unutun - bu alan size uygun değil. Diğer yandan, bilimsel kaplamaya ilginiz varsa, öğrenmeye istekliyseniz ve çıkacak zorlukları kabul ediyorsanız, bu tip kaplama tam da size göredir.

Bu, hızla gelişen bir alandır, ve bu alandaki tek sınır insanın hayal gücüdür.

Önce, uğraşılacak bazı şeyler hakkında bir fikir edinmeniz için, elektronik elemanlarda kaplama kullanımını kapsayan bir işlemi göstereceğim ve sonra da devre levhaların kaplanmasına geçeceğim.

ALTIN KAPLAMAYLA "BEAM LEAD" YAPILMASI

Temel süreç* aşağıdaki adımları içerir:

1. Yaklaşık 4000 Å kalınlığında bir silikon dioksit (SiO_2) tabakası elde etmek için, bir silikon yongası, kontrollü koşullarda oksitlenir (Silikon Nitrür gibi diğer dielektrik malzemeler de kullanılabilir).

2. 200 Å civarında kalınlığa sahip titanyum tabakası, buharlaştırılarak üzerine kaplandıktan sonra (Bkz. Ders 13), aynı kalınlıkta bir paladyum tabakası kaplanır.

3. Üzerine bir fotodirenç (önümüzdeki bölümde fotodirenç hakkında daha fazla bilgi edineceksiniz) kaplanır. Işığa maruz bırakılır ve banyo edildikten sonra, santimetre başına yaklaşık 150 çıkışı olan bir kalıp elde edilir!

4. Esas metal üzerinde, bir dizi küçük altın nokta oluşana kadar sitrat banyosu (ya da uygun başka bir banyo) altınla elektrokaplanır. Bu noktaların kalınlığı yaklaşık 10 mikrondur.

5. Önce fotodirenç ve ardından altın noktalar dışındaki paladyum ve titanyum sökülür.

Elektrolize altın kaplamanın kullanıldığı ve böylece kayda değer miktarda işletme masrafında tasarruf edildiği alternatif bir prosedür de şu şekildedir:

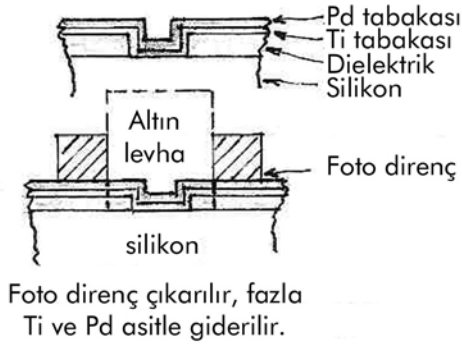
1. Fotodirenç kapatma kullanılarak, dielektrik (iletken olmayan) silikon dioksit üzerine küçük bir oyuk açılır.

2. Bir gölge maskesi uygulanır ve önce bir titanyum tabakası, daha sonra da bir paladyum tabakası buharlaştırma ya da püskürtme yoluyla kaplanır.

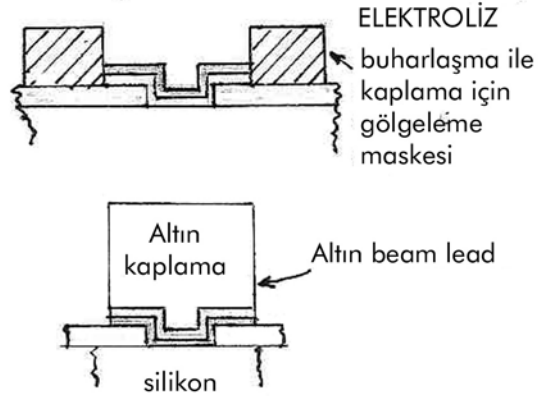
* Bakınız Şekil 14.

3. Şekil 15'te görüldüğü gibi, yonga yüzeyinde metalik bir oyuk elde edilmiştir ve paladyum tepkime için bir katalizör görevi gördüğünden, altın oyuk içine kolayca kaplanabilir (Bkz. Ders 13). Bu reçetenin 13. Ders'te belirtilmediğini düşündüğümünden, size bu elektrolize altın kaplama hakkındaki detayları vereceğim.

Şekil 14
NORMAL ALTIN KAPLAMA



Şekil 15



ELEKTROLİZE ALTIN

Potasyum altın siyanür	$\text{KAu}(\text{CN})_2$	.	.	0,003 Molar
Potasyum siyanür	KCN	.	.	0,1 M
Potasyum hidroksit	KOH	.	.	0,2 M
Potasyum borohidrür	KBH_2	.	.	0,2 M

Çalışma sıcaklığı: 70-75°C

Kontrollü kuvvetli, hareketli karıştırma.

Bu özel banyo, aylarca saklanabilir. Saklama kabının kapağı, KBH_4 ün hidrolizinden meydana gelen az miktarda hidrojenin çıkışının sağlanması için bir havalandırma aralığına sahip olmalıdır.

Bu arada, daha yavaş bir kaplama oranına sahip, (2 mikron/saat) 0,02 Molar $\text{KAu}(\text{CN})_2$ kullanılan bir banyo türü, ince çizgiler üzerine ince kaplama elde etmede birinci reçeteye göre daha iyidir. Her durumda, karıştırma oranı tek parça kaplama elde etme amacıyla çok iyi kontrol edilmelidir.

Bu çözeltiden yaklaşık 6 mikron/saat oranında saf altın kaplama yapılır.

4. Doğru nokta kalınlığı elde edilene kadar elektrolize altın kaplanmasına devam edilir (10-12 mikron).

Bütün elektrolize kaplama çözeltilerinde, temel ihtiyaç olan katalizörlü tepkime sayesinde altın, Pt, Pd, Rh, ve Au gibi değerli metaller üzerine kaplanabilir. Cu, Ni, Co ve Fe gibi diğer metaller üzerine önce, bir sementasyon (daldırma kaplaması) yapılır. Yer değiştirme tepkimesiyle üretilen bakır varlığının bir zararı yok gibi görünmektedir fakat demir ve kobalt benzer şekilde 0,001 Molar'a yakın derişimlerde ayrışmaya sebep olurken, nikel kaplama oranını düşürür ve çözeltinin son derece ayrışmasına sebep olur.

Bu doğrultuda, demir, kobalt veya nikel yüzeyleri olan objeler, elektrolize altın kaplanmadan önce, sağlam altın daldırma tabakasıyla kaplanmalıdır.

Elektrolize altında kararlı olan ve kaplamayı başlamasını engelleyen metaller krom, molibden, tungsten, titanyum, tantal ve zirkonyumdur.

Silikon kendisi de altınla galvanik olarak yer değiştirir ve böylece, altın kaplanmaması gereken bütün yüzeyler kapatılmalıdır.

5 mikron/saat kaplama oranında, altının %80'i tükenene kadar, elektrolize banyo oldukça iyi çalışır.

Silikon levhaların kaplanmasıyla bağlantılı olarak, FOTOVOLTAİK ETKİLERİN de bulunduğunu unutmamak gerekir. Bu basitçe, silikon üzerine vuran ışığın gerilim üretmesi anlamına gelir. Bu gerilim, herhangi bir şekilde oluştuğu yerlerde altının kaplanmasını hızlandırır. Bu, gerilimin diğer alanlarda ters etki yaparken, temas noktalarında doğru etki yapıp, altın kaplamanın çok daha kalın olmasına sebep olduğu için, zorluğa yol açar! Fakat bu sorun, karanlık ortamda kaplama yapılarak giderilebilir!

Organik kirleticiler açısından, işletmede hiç etkisi olmayan materyaller, teflon, polipropilen, KMER ve KTFR* gibi negatif fotodirençler, florlu yüzey aktif maddelerdir.

* Fotodirençler, Eastman Chemical Company tarafından üretilmektedir.

Diğer yandan polietilen elektrolize altın banyosunda, kararlı değildir ve temas halinde kullanılmamalıdır. Sıradan ıslatma maddeleri ve pozitif fotodirenç gibi diğer organikler de aynı şekilde banyoda kararlı değildir.

Elektrolize altın kaplamanın yanal oluşumu kapatma tarafından engellenemediği zaman, yanal oluşum oranı kalınlık oluşum oranının %60'ı kadardır. Bu yüzden, devre kablolarının yakın olduğu yerlerde genişleme payı bırakılmalıdır.

Evet, sanırım elektronik elemanların elektrokaplanmasıyla ilgili yeterince bilgiye sahip oldunuz. Hala ilgileniyor musunuz? Şimdi bu bölümün ana başlığı olan baskı devre levhalarının kaplanmasına geçiyoruz.

BASKI DEVRELERİN KAPLANMASI

Eğer bu bölümün ilk kısmını okuduysanız, basılı devre fikrinin nasıl ortaya çıktığı hakkında bilginiz vardır. 1940 ve 1950'lerde ilk başladığı zamandan beri, 1960'larda hızla yayıldı ve elektronik endüstrisinin en can alıcı ve aktif olarak büyüyen parçalarından biri haline geldi. Elektronik malzemelerin üretim ve bağlantı aracı olarak, basılı devreler endüstrinin her alanında kullanılmaktadır. Kişisel bilgisayarlar, televizyonlar, hesap makineleri, iş makineleri, stereo malzemeler, VCR'ler ve test malzemeleri basılı devrelerin uygulama alanlarından yalnızca birkaçıdır.

Önümüzdeki bölümde size basılı devre levhalarının hazırlanmasında kullanılan bazı yöntemlerin kısa özetini vereceğim (eğer daha geniş içerikli bilgiye ihtiyacınız varsa, referans bölümünde verilen kitaplardan birine bakabilirsiniz).

1. BASMA VE DAĞLAMA (AŞINDIRMA) TEKNİĞİ

İşlem süreci bir şerit ya da levha şeklindeki katı ya da esnek bir dielektrik (izole) malzeme ile başlar. Çıkarma yöntemi kullanılırsa -birazdan bunu açıklayacağım- bu levha ya da şeridin bir yanına (bazen iki yanına da) bakır tabakası iliştirilmiş olacaktır. Basitlik için, bakır tabakasının sadece bir tarafta olduğu kabul edilecektir (Bkz. Şekil 16).

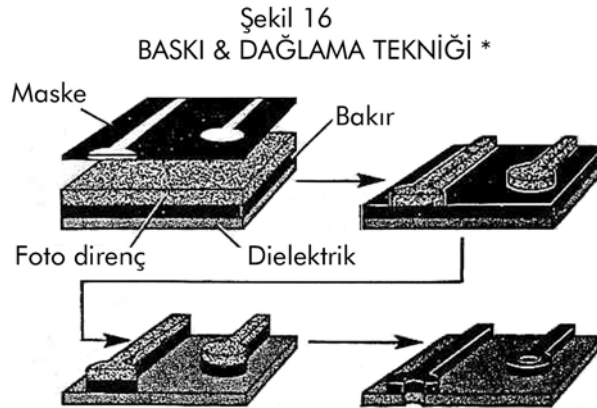
1. İstenen bağlantı düzeninin bir resmi, büyük siyah beyaz bir çizimden fotoğraflık olarak küçültülmüştür (bu fotoğrafın negatifi, bakır tabaka üzerinde fotomaske oluşturur).

2. Bakır tarafı, ultraviyole ışığa maruz kaldığında sertleşip aside dayanıklı bir kapatma görevi gören bir foto dirençle kaplanır.[#] Bu, negatif üzerinden ışığa maruz bırakılmayan direnç yıkanıp çıkarıldığı için, devrenin ana hatlarını belirleyen bakırın korunmasını sağlar.

3. Bundan sonra, fazla bakırın çözülüp, geriye doğru devre şeklini veren bakırın kaldığı, aşındırma yöntemi uygulanır. Bu Şekil 16'da belirgin bir şekilde gösterilmiştir. Genelde kullanılan aşındırıcılar amonyum persülfat, bakır klorür ve ferrik klorürdür.

4. Bundan sonra bu bakır devre, kolay lehimlenebilirlik ve korozyon koruması için tamamıyla lehim kaplanabilir (Bkz. Ders 11, Kurşun-Kalay). Temas alanları kaplanabilir.

Bu teknikle, devre levha üzerinde oluşturulduktan sonra, levha üzerinde istenen delikler delgi ya da matkapla açılabilir.



2. KALIP KAPLAMA YÖNTEMİ

Bu teknik Şekil 17'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Bu teknik, nispeten, kaplanması gereken ara delikler içeren çift taraflı devreler için daha kullanışlıdır.

[#] Fotodirenç, ışığa maruz kaldığında kimyasal ve/veya fiziksel değişikliklere uğrayıp belli kimyasallara karşı dayanıklılığı artan bir maddedir. Bir kimyasal kalkan ya da maske olarak düşünülebilir.

Bu arada, **PTH** (Plated Through Hole) terimini gördüğünüzde, anlayın ki ortada bir *kaplanmış ara delik* vardır.

1. Devreden, pozitif bir slayt elde edilir.

2. Levha üzerine matkap ya da delgiyle ara delikler açılır. Ara delikler, standart iletken olmayan teknik (Bkz. Ders 13) ile metallenir edilir.

3. Levha bir fotodirençle kaplanır ve ultraviyole ışığa maruz bırakılır.

4. Fotodirenç, devrenin asıl ana hatları kalacak şekilde yıkanarak çıkarılır.

5. Ana hatları belirginleşen devre ve geçirgen ara delikler, genellikle önce az miktarda elektrolitik bakır (Genelde bir pirofosfat banyosundan)[#] ve daha sonra da lehimle kaplanır. Lehim kaplama, artan bakır çıkarılacağı zaman devreyi çözünmekten korur.

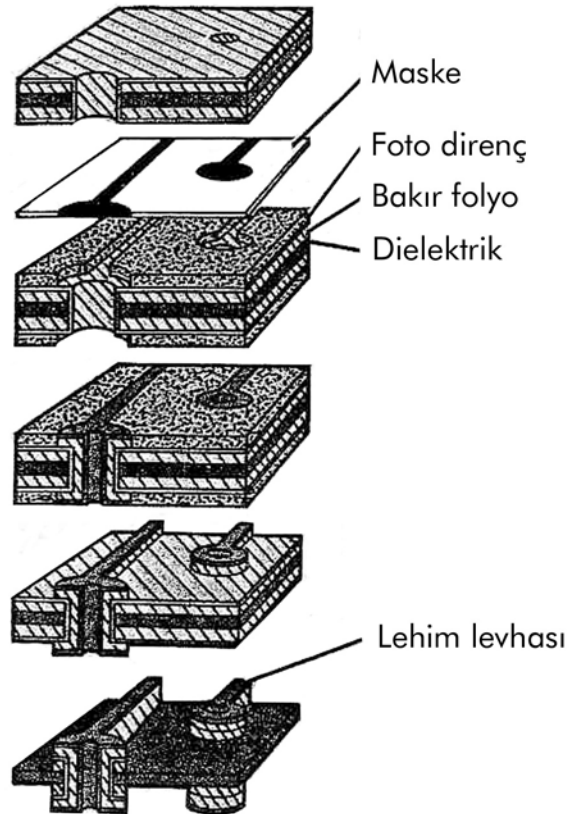
6. Artan bakır çözüldüğünde, geriye iki tarafta da tamamlanmış devreler ve kaplanmış ara delikler ya da yollar bırakır.

Bu arada, bugün üretilen basılı devre levhalarının neredeyse %90'ında bu yöntem kullanılmaktadır.

3. "KAPATMA" YÖNTEMİ

Şekil 18'de gösterilen bu yöntem, basma ve aşındırma tekniği ile ilk yönteme oldukça benzemektedir, farklı olarak

Şekil 17
DESEN KAPLAMA TEKNİKLERİ *

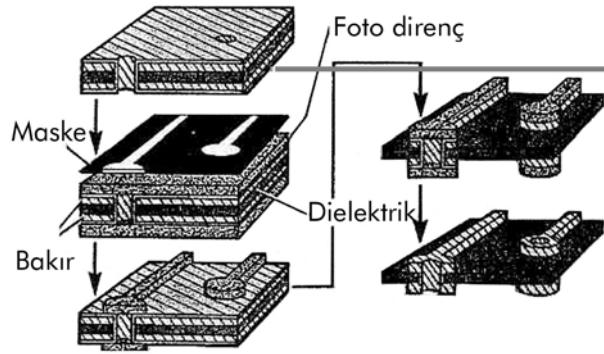


[#] Pirofosfat banyosu, en iyi sonuçları veriyor gibi görünmektedir, Hi-Thro fluoborat banyosu da iyidir. Detaylar için listedeki tedarikçilere danışın.

çift bakır yüzeyli levhaya fotodirenç uygulanmadan önce, gerekli ara delikler standart teknik kullanılarak oyulur ve metallenir.

Önce, bir dayanıklı kaplama yapılır. Böyle bir tabaka, metallenmiş delikler üzerinde bir örtü niteliğinde olup, metallenmiş iç kısımları korur. Bundan sonra ilk yöntemdeki yol izlenir. Dirençli tabaka, devre dışındaki bütün bölgelerden yıkanarak çıkarılır ve artan bakır çözülür.

Şekil 18
KAPATMA TEKNİĞİ *



Bu noktada, genellikle, ara delik (örtücü tabaka çıkarıldığında) kaplamalarını oluşturmak için, ek bir bakır kaplama ve ardından lehim kaplama yapılır.

Bahsedilen bütün bu teknikler, çıkarma yöntemi temellidir. Başka varyasyonlar da vardır ama temel fikir aynıdır. Boş bir levha ya da esnek bir şeritle başlayıp istenen devre oluşumunu elde etmek için üzerine bakır kaplanır.

Günümüzde en mükemmel ve kolay yöntemlerden biri olan BATTANIYE YÖNTEMİ, Şekil 19'da gösterilmiştir.

4. BATTANIYE YÖNTEMİ

1. Çıplak dielektrik levha üzerine ara delikler açılır, hazırlanır hassaslaştırılır.

2. Bir elektrolize bakır kaplama yapılır, bunun ardından genelde çok ince bir bakır tabakası elektrokaplanır.

3. Bundan sonra fotodirençle kaplanıp UV ışığa maruz bırakılır. Değişmeyen direnç çıkarılır ve ince bakır devre ana hatları ve ara delikler üzerine kalın bakır tabakası elektrokaplanır.

4. Bundan sonra devre elemanları üzerine kalay kaplanır. Kalay kaplama aşındırma işleminde bir koruyucu görevi görür.

5. Artan ince bakır tabakası dağlanarak sökülür.

Öyle olduğu söylenebilirse de, bu %100 katkılı bir işlem süreci değildir. İnce bakır tabakasının çoğu çözülür. Bu doğrudur fakat çözülen bakır miktarı basma ve aşındırma tekniğinde çözülen bakır miktarına eşit değildir.

Şekil 19
BATTANIYE TEKNIĞI

ÖN İŞLEM &
HASSASLAŞTIRMA



İNCE
ELEKTRO KAPLAMA

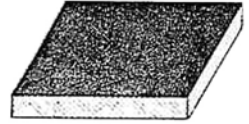
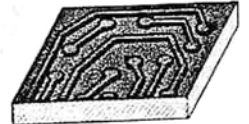


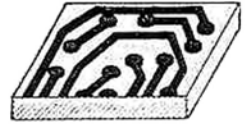
FOTO DİRENÇ



KALIN
ELEKTRO KAPLAMA



DAĞLAMA



PTH'ler gösterilmemiştir

Aşırı titiz biri için, gerçek katkılı işlem süreci şu şekildedir:

1. Boş levha ya da şerit yapışkanlığın sağlanması için temizlenir ve ön işleme tabi tutulur.

2. Hassalaştırıcı SnO/SnO_2 çözeltisine daldırılır.

3. Sadece gerçek devreyi ultraviyole ışıktan koruyan bir maske kaplanır.

Bu süreçte, stanous tuzlar stanik tuzlara dönüşür. Stanik tuzlar oluştuktan sonra, paladyum katalizörü ile hiçbir tepkime meydana gelmez. Böylece, sadece üzerinde stanous tuzların kaldığı bölgeler elektrolize çözelti içindeki bakırı aktif olarak kabul edecektir. Üzerinde sadece stanik tuzlar bulunan bölgelerde bir kaplama oluşmaz.

4. Levha ya da şerit, elektrolize bakır kaplanarak gerçek basılı devre oluşturulur.

5. Bakır kaplama elde etmek için bakır elektrokaplama yapılır ve ardından sıradan lehim kaplama yapılır vb.

Fakat bu son adımda yapılması gereken son bir nokta daha vardır. *DEVRENİN İZOLE EDİLMİŞ KISIMLARI KAPLANMAYACAKTIR*. Bu şu iki yoldan biriyle sağlanır: Kaplama özel olarak, elektrolize kaplamayla elde edilir (maalesef elektrolize bir kalay kaplama banyosu bulunmamaktadır) ya da devrenin izole edilmiş bölümlerinde özel çıkarılabilir temas sağlayıcılar kullanılabilir. Bu sebepten, "battaniye" tekniği tercih edilir, çünkü daha kullanılması daha kolaydır.

Yeni geliştirilmiş başka bir teknik fotoğrafçılığa oldukça yakındır. İşte nasıl kullanıldığı.

5. FOTOLİZ YÖNTEMİ

1. Levha ya da şerit yüzeyi iyi yapışkanlığı sağlamak için pürüzlendirilir ve temizlenir.

2. Levha, gümüş glutamat çözeltisiyle kaplanır (30 ml. Amonyak-etanol çözeltisi içinde, 1,5 gr gümüş glutamat çözülür. Hacimce, 1 birim konsantre amonyak, 6 birim etanol ve 3 birim su kullanılır. Bu karışım karanlık oda koşullarında hazırlanır. Bu arada, çözelti buzdolabında bir polietilen şişe içinde korunmuş olmalıdır).

3. Bu kaplama 60°C'de kurutulur.

4. Devre kalıbının bir negatifi, levha ya da şerit üzerine yerleştirilir ve levha 250 nanometre dalga boyunda ultraviyole ışığa maruz bırakılır. Bu işlem, etkilenen bölgelerde gümüş iyonlarının oluşumuna ve çökmesine sebep olur.

5. Levha NaOH ve NH_4OH karışımından oluşan bir çözeltinin içine "yerleştirilir" (40 gr NaOH, 50 ml konsantre NH_4OH ve 950 ml su). Bu çözelti, çökelen gümüş dışındaki her şeyi çözer.

6. Levha durulanır ve gümüş üzerine elektrolize bakır kaplanır. Daha sonra elektrokaplanmış bakır ile güçlendirilir. Herhangi bir elektrolize kaplama için katalitik olduğundan herhangi bir gümüş hassaslaştırıcı işlem gerekmez. İzole edilmiş bölgeler üzerine temas yöntemiyle elektrolitik bakır kaplanmalıdır.

Karşılaştırma yapıldığında, EKLEME işlem sürecinin ÇIKARMA işlem sürecine göre avantajları şunlardır: 1. Bakır metali korunur. 2. Daha az işlem gerekir. 3. Genel olarak, üretim masrafı daha azdır.

Fakat şunlar da dikkate alınmalıdır: Elektrolize bakır kaplamada, aynı ağırlıkta bakırın verilen alana belli kalınlıkta kaplanması 10 kat daha masraflıdır. Yani, yoğun devre oluşturulacaksa (alan başına çok fazla bakır düşecekse), ekleme çalışması yerine, çıkarma çalışması daha ucuz olabilir! Aksi takdirde, bütün avantajlar hala geçerlidir. Başka bir deyişle bir yöntem, tamamen diğerinin yerini alamaz. İkisinin de ayrı bir yeri vardır fakat ekleyici ya da yarı ekleyici işlem uygulanabiliyorsa, çok fazla kar edileceği bir gerçektir.

ELEKTRONİK ELEMAN KAPLAMADA KARŞILAŞILAN PROBLEMLER

Devre levha kaplamada karşılaşılabilecek problemler nelerdir? Bir sürü! Birçok şey vardır fakat ben sadece en önemlilerinden bahsedeceğim.

Önemli ve başta gelen faktörlerden biri, üzerinde devre oluşturulacak substrat malzemesinin (taban malzeme), levhanın ya da şeridin çeşitliliğidir. Tablo 1, bu amaçla kullanılan malzemeler hakkında size bir fikir verecektir.

TABLO 1

BASKI DEVRELER İÇİN TİPİK SUBSTRATLAR

KATI	ESNEK
Epoksi-cam (dokunmuş)	Polyester film
Epoksi-kağıt	Poliyamid film
Fenolik-kağıt	Epoksi-cam (dokunmuş)
Epoksi-cam (rastgele düğümlenmiş)	Poliyamid
Polyester-cam (rastgele keçeleştirilmiş)	Epoksi-Polyester (dokunmamış)
Polyester-cam (dokunmuş)	FEP
Polivinil butadiyen-cam	TFE

Çıkarma işlem süreci için, katı ve esnek levhalar, üretim sırasında bakır folyolu tek ya da çift taraflı hale dönüştürülebilirler.

Bunlar organik malzemeler oldukları için, substrat bileşiminde meydana gelebilecek küçük değişiklikler, bir parti malzemenin iyi olmasına, ikinci partininse o kadar iyi olmamasına neden olabilir. Küçük değişiklikler bile, metalleme süreci ya da yapışkanla ilgili zorluklara neden olur. Gelişmiş kalite kontrol ve güvenilir tedarikçilerle çalışmak, bu bağlamda büyük yarar sağlayabilir ancak, hiç değişiklik yapılmayacağı düşünülen bir işlem sürecinde bile, tutarlı sonuçlar almak için yapılacak değişikliklerden doğacak nadir değişikliklerle başa çıkmaya hazır olunmalıdır!

İkinci sorun kaynağı ise yapışkanlık sorunudur. Ders 13'teki plastiklerin kaplanması bahsini hatırlarsanız, yapılan bağlar kısmi olarak kimyasal olabilir ama çoğu durumda öncelikle mekanik olmalıdır. Yapışkanlıkla ilgili olağan şartnameler, yaklaşık 5,5 kg kuvvetinde "çekme gücü" gerektirir. Bu, 2,54 cm genişliğindeki bir metal şeridin çekilmesi için ihtiyaç duyulan güç anlamına gelir. Çıkarma işlem süreçleri için kullanılan tabakaların çoğu, yapışkanlıktan ve tabaka üretiminde kullanılan basınç dolayısıyla bu gereksinimi kolayca karşılamaktadır (bazı tür tabakalar, 7 ila 9 kg'a kadar olan kuvvetleri çekebilir). Ancak, genellikle elektrolize kaplamayla yapılan kaplamalar, kullanılan işlem sürecine ve hazırlamaya bağlı olarak, 2 ila 7 kg arasında bir çekme kuvveti göstermektedir. Bunun anlamı, eğer dikkat edilmezse ekleme işlem süreçlerinin bazılarında, elde edilen nihai sonucun istenen koşulları karşılamayabileceği anlamına gelir!

Kaplanmış ara delikler çıkarıcı işlem sürecinde bile sık sık rahatsız edici problemlere yol açarlar, çünkü delikler standart metalleme süreci ile kaplama için hazırlanmışlardır. Bu deliklere düzgün bir yüzey işlemi uygulamak zordur ve bu yüzden delik duvarlarındaki yapışıklık genelde zayıf olur. Fakat sonraki elektro kaplamanın delik duvarlarını kapamasından dolayı kaplama çıkmaz ve kaplamacı bu zor durumdan kurtulmuş olur. THP ile ilgili her zaman problemler olmuştur ve bu konu üzerine çok yazılıp çizilmiştir. (Bu konuyla alakalı bilgilere referanslardan ulaşabilirsiniz.)

Özellikle katkılı kaplamada karşılaşılan sorunlardan biri de, metodun başlıca dayanaklarından olan bazı elektrolize kaplamaların elektriksel karakteristiklerinin ağır ya da elektro kaplanmış metallerinkinden farklı olmasıdır. Fakat bu özellikler ayarlanabilir ve düzeltilebilir.

Elektronik cihaz ya da devrenin uzun ömürlü olmasını sağlamak doğrultusunda yapılan temizleme kritik bir işlemdir. İyonik kirleticilerin varlığı elektronik özellikleri bozabilir ve kısa zaman periyodunda zararlı derecede korozyona sebep olabilir. Gerçekte bu son temizleme işlemi o kadar önemlidir ki iyonik kirletici miktarının normalin üstünde olup olmadığını belirlemek için aygıtlar üretilmiştir. Bunu yapmanın bir yolu, objeyi geçirgenlik ölçen bir aygıta temas ettirilen deiyonize edilmiş ve damıtılmış suya daldırmaktır. En ufak bir iyonik kirletici varlığı bu metotla kolayca belirlenebilir. Bu alanda bir gelişmede de su ve izopropil alkol gibi kutuplu ve kutupsuz iki çözeltinin karışımı kullanılır. İzopropil alkol yüzeyde iyonik kirleticileri hapsedilmiş olabilecek olan organik maddeleri çözer ve sonuç olarak bileşikteki iyonik kirletici miktarı daha doğru şekilde belirlenmiş olur.

Doğru katkılı işlem sürecindeki başka bir zorluk da, kalay-kurşunun günümüzde elektrolize olarak kaplanmasının bir yolu olmamasından dolayı, elektrolize metot ile elde edilmiş bir bağlantı üzerine elektrolize lehim kaplaması elde edilememesidir. Elektrolize kalay gibi bunun yerine geçebilecek öneriler sunulmuştur ama tatmin edici sonuçlar alınamamıştır. Fakat bu alanda gelişmeler ilerlediği sürece birisi iyi bir çözümle çıkagelecektir. Bu belki de siz olursunuz!

Başka birçok zorluk bulunmaktadır, fakat bunlar temelde temizleme, yüzey hazırlığı ve kaplama işlemiyle alakalıdır. Bu konuda sorun giderme üzerine detaylı bilgiye ihtiyacınız olursa referanslar bölümüne özellikle de Cundall&Rothschild' in makalesine bakabilirsiniz. Bu konuda yeterince zaman harcadık fakat size birkaç tane de yaşanmış birkaç tecrübeyi vermek istiyorum.

TECRÜBE 1: Bazı elektronik alt-montajları birbirlerine lehimlendikten sonra test edildiklerinde, kayda değer miktarda elektronik gürültü verdikleri belirleniyordu. Bu nadiren olan bir şeydi ve mikroskobik incelemede hatalı alt-montajların yüzeylerinde çok ince beyaz parçacıklar olduğu belirlendi. Bunun yanında bu hatalı parçacıkların birkaç tanesinin aynı kadın lehim operatörü tarafından işlendiği anlaşıldı. Sorunun sebebi neydi? Bu kadın operatörünün zaman zaman burnunu pudraladığı anlaşıldı. Ona bu işi neden tuvalette yapmadığı sorulduğunda şu cevabı verdi: "Orada yapamazdım çünkü çok kirliydi". Bu iş için sadece temiz oda bu kadar temizdi!

TECRÜBE 2: Altın kaplanması gereken ufak bir mikroelektronik çipi işlem sırasında kurşunlu camın ufak bir bölümüne iliştirildi. Daha sonra altın kaplama yapıldı ve lehimleme işlemine geçildi. Fakat birkaç mükemmel lehimlemeden sonra parçaların lehimlenmesinin zorlaşmaya başladığı görüldü. Yapılan çalışmada kurşunlu camdan gelen bir miktar kurşunun altın banyosunda çözündüğü ve altınla beraber kaplandığı görüldü. Bu da lehim problemine yol açıyordu. Bu durum nasıl düzeltilebilirdi? Kurşunlu cam gerekliydi bu yüzden devre dışı bırakılamazdı. Bunun yerine, kaplamada herhangi bir değişikliğe neden olmayan fakat kurşunu efektif bir şekilde çelatlayan bir çelatlama kimyasalı banyoya eklendi. Bu çözüm işe yaradı.

TECRÜBE 3: Bir gün önce hiçbir sorun olmayan lehimleme işleminde ertesi gün problem çıktı. Yapılan araştırmadan sonra bir gün önce bir satış elemanının promosyon amacıyla personele silikon içeren bir el kremi dağıttığı ortaya çıktı. El kremlerinden sadece birkaçı, çok az kullanılmak şartıyla baskı devre işlemlerine zarar vermemektedir!

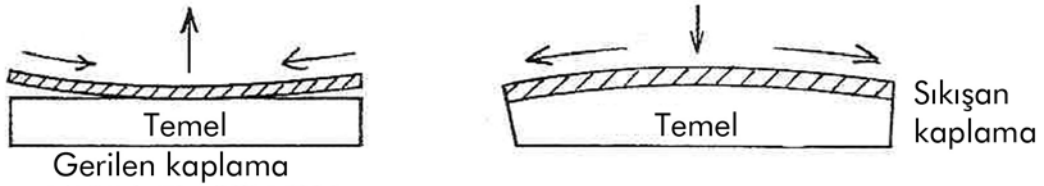
Unutmadan 11. derse tekrar dönersek devre levhalarının kaplamasında iç gerilmenin sorunlara yol açabileceğinden bahsetmeliyim.

Plastik levha ile elektro kaplanmış ya da lamine edilmiş metal arasındaki bağ kuvveti başlangıç için çok iyi değildir. Kâfidir ama sadece o kadar. Eğer bakır substrat üzerine yüksek çekme gerilmesi olan bir tabaka kaplanırsa, metal-metal bağları metal-plastik bağlarından daha güçlü olduğundan kaplama içindeki kuvvetler substratı plastikten ayıracaktır. Bu yüzden substrat üzerine kaplanan metalin çekme gerilmesinin düşük olmasına dikkat edilmelidir. Gerilmeyi kullanan elektrolit ve kaplama koşulları belirler. Eğer böyle elektrolitte mevcut değilse, sakarin gibi gerilme düşürücülerin dikkatli şekilde kullanılması gerekebilir.

Diğer yandan, kaplamayı substrata bastıran yüksek basınç kuvveti de istenmez. Bunun sebebi fazla gerilen metallerin aşındırıcı (korozyon) davranışlarıdır. Fazla gerilmiş metaller düşük gerilmiş metallerden daha hızlı çözülürler. Bunun sebebi ilk derste öğrendiklerinize dayanır. DOĞA SERBEST ENERJİYİ EN AZA DÜŞÜRMEYE ÇALIŞIR. Çekme ya da bastırma gerilmesine maruz kalan bölgeler çevrelerinden daha fazla serbest enerjiye sahiptir. Uygun bir kimyasalın varlığında bu bölgeler daha hızlı tepkimeye girer ya da daha hızlı çözülür. Eğer yaptığınız işte elektro kaplanmış yüzeylerin aşındırılması gerekiyorsa bunu unutmayın.

Pekala işte bu kadar. Metal cilalamanın mühendislik yanlarıyla alakalı diğer dersimize geçeceğiz. Ama düşünüyorum da, siz de kabul edersiniz ki manyetik ve elektronik elektrokaplama son derece etkileyici alanlardır. Değil mi? Bu dersle alakalı kısa sınav her zamanki yerinde, iyi şanslar.

Şekil 20
İÇ GERİLME VE YAPIŞMA



SEÇİLMİŞ REFERANSLAR

MANYETİK FİMLER

- D. Eastham et al, TRANS. INST. MET. FIN., 46, 37 (1968). Elektrokaplanmış permaloy filmlerin bileşim gradyenleri.
- E. Toledo & P. Semienko, KAPLAMA, 57, 504 (1970). DRO kablo üretimi.
- F. Luborsky & B. J. Drummond, KAPLAMA, 61, 243 (1974). Kaplanmış hafıza kablosu için hücre dizaynları.
- V. Zentner, KAPLAMA, 52, 868 (1965) Elektrolize ve elektro kaplanmış manyetik alaşımlar.
- A. F. Schmeckenbecher, KAPLAMA, 58, 905 (1971). Elektronik uygulayıcıları için elektrolize kaplama ve nikel-demir kaplama.
- F. E. Luborsky et al, J. ELECTROCHEM. SOC., 119, 92 (1972) Kaplanmış hafıza kablosu için altın-bakır yüzey karışımı.
- F.H Edelman, J. ELECTROCHEM. SOC., 109, 440 (1962). Nikel demir filmlerin kontrollü potansiyel kaplanması.
- M. W. Segal, J. ELECTROCHEM. SOC., 112., 174 (1965). Elektromanyetik filmlerin hazırlanışı.
- J. R. Depew & D. E. Speliotis, KAPLAMA, 54, 705 (1967). Elektrolize kobalt-demir filmlerin manyetik özellikleri.
- L.D. Ransom & J. S. Sallo, KAPLAMA, 57., 248 (1970). Kaplanmış NDRO kablonun hazırlanışı ve değerlendirilmesi.
- H. V. Verkatasetty, KAPLAMA, 60, 1028 (1973). Substrat kontrolü ve manyetik özellikler.
- J. S. Judge et al, KAPLAMA, 54, 533 (1967). Manyetik özellikler üzerine pH'ın etkisi.

SEÇİLMİŞ REFERANSLAR (DEVAM)

BASKI DEVRE VE ELEKTRONİK MALZEMELERİN KAPLANMASI

Kitaplar

R. H. Clark, BASILI DEVRE İMALATI EL KİTABI, Van Nostrand Reinhold Co., New York, NY, 1985.

C. F. Coombs, Jr, Editör, BASILI DEVRELER EL KİTABI, 3. Baskı, McGraw-Hill Book Co., New York, NY, 1988.

Bu iki kitap ta basılı devre levhaları üzerine mükemmel kaynaklardır.

E. Duffek & E. Armstrong, BASILI DEVRELER EL KİTABI, McGraw-Hill Book Co., New York, NY, 1967.

Daha eski bir kitap ama göz atmaya değer.

Makaleler

A. M. Poskanzer. KAPLAMA ve YÜZEY CİLALAMA, 73, (3), 18(1986); 73, (4), 16(1986); 73, (5), 12(1986); 73, (7), 14(1986) 73, (10), 10(1986); 73, (11), 20(1986); 73, (12), 20(1986);

Yukarıdaki makaleler Devre Konuları adlı aylık bir serinin bölümleridir. Listelenen makaleler basılı devre üretimi üzerinedir. Prosesin kaplama kısmına ağırlık verilmiştir.

B.F. Rotschild, KAPLAMA, 53, 437(1966).

T. H. Irving, MET. FIN., 65, Jan. 85(1967). Ara delik bakır kaplamada karıştırma.

H. L. Pinkerton & J. W. Smith, KAPLAMA, 59, 672(1972). Periyodik dönüşümlü siyanür banyosu. O.K. for trough hole plating.

M. W. Javitz, MET. FIN., 71, Aug. 49(1973); 71, July 31 (1973). Ara delik kaplama için katkı kimyasallarının belirlenmesi.

R. L. Berawkus & A. Guttessohn, KAPLAMA, 60, 355(1973). Hafıza elemanları için kablo kaplama.

SEÇİLMİŞ REFERANSLAR (DEVAM)

Anonymous, MET. FIN., 71, Dec. 61(1973). Kaplanmış ara deliklerde çatlak ve hatalar.

I. B. Goldman, KAPLAMA, 61, 47(1974). Basılı devre imalatı için fotoğraf imaj tekniği.

Anonymous, CIRCUITS MFG., 12, July 18(1972). Basılı devrelerin kaplanması üzerine mükemmel bir gözden geçirme.

E. T. Eisenmann, KAPLAMA, 60, 113(1973). Altının özellikleri üzerine sekiz kaplama değişkeninin etkisi.

F. I. Nobel, et, al, KAPLAMA, 60, 720(1973). Bağlantı noktaları için 18 ve 24 K altın.

R. Duva & D. G. Foulke, KAPLAMA, 55, 1056(1968). Çeşitli altın banyolarının karşılaştırılması.

Yukarıdaki makaleler daha eskidir ama hala okumaya değer.

ELEKTROKİNETİK OLGU

INTERFACIAL PHENOMENIA, (Sayfa 108-151), J. T. Davies & E. K. Rideal, Academic Press, 1961. Konu üzerine iyi bir yazı.

DERS 18 KISA SINAV

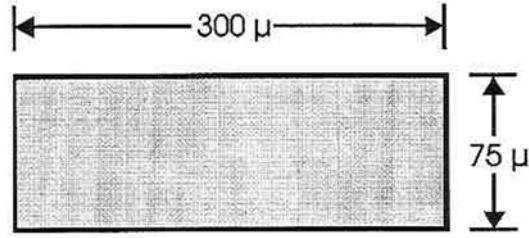
(1) 1. İyon kaplama için mümkün olan bir uygulama alanı önerin.

(20) 2. Elektrostenoliz için mümkün uygulama alanları önerin. (Eğer patent alabilecek bir fikriniz olduğunu düşünüyorsanız, bunu anlayabilecek birine yollayın ve tanıklık edebilecek birini bulun. Daha sonra tasdik edilmiş ve mühürlenmiş raporu kayıtlı adresinize yollayın.)

(10) 3. Manyetik histerezisi açıklayın.

(10) 4. Manyetik kaplamanın manyetik özelliklerinin sabit olmasını sağlamakta karşılaşılan zorlukları açıklayın.

(20) 5. Elektron beam lead kaplamada, gösterilen boyuttaki kurşun üzerine 2,5 mikron altın kaplanması gerekiyor. Eğer elektrolize kaplama oranı 2 mikron/saat ise, 2,5 mikron kaplamak ne kadar sürecektir? Kaplanan altının yaklaşık ağırlığı ne olacaktır?



(10) 6. Baskı devre üretimi için dört metot açıklayın.

(10) 7. Fotoliz metodunu açıklayın.

(10) 8. Baskı devre levhalarının kaplanması karşılaşılan sorunlar nelerdir?