

Fezada Fotovoltaik Güç Dönüştürme için Dizayn Parametreleri^{*1}

Yazan :
K. A. BÄT
IEEE Üyesi

Çeviren :
Hasan NeziĖ ÇELİK
Y. Müh.
Robert Kolej

ÖZET :

Silikon güneş Pilleri için atom. gerilim, sıcaklık ve ışık şiddeti gibi dizayn parametreleri sıralanmıştır. Bunların basit fotovoltaik üretim teorisi ile olan münasebetleri veriliyor, ve parametrelerin çıkarılmasında lüzumlu metotlar izah ediliyor.

Diğer konular şunları kapsamaktadır: 1 — Güneş pilinin fiziksel karakteristikleri ve bunların, yerleştirilmiş alt tabakalarla karşılıklı tesirleri, 2 — Tipik güneş pili panel şekli, 3 — Termal denge problemi ve tipik termal karakteristikler, emisyon ve yutma gibi, 4 — Feza gücü dönüştürmesi için güç ve ağırlık bakımından dizayndaki hüner.

Bir çok sun'i peyker ve büyük önem taşıyan feza sondalan «Probes» güneş ışığına elektrik enerjisine dönüştürmek için silikon güneş pillerinden istifade etmektedirler. Zaman bakımından birkaç saatten daha fazla özel görevler için bu pillerin güç kaynağı olarak geniş makyasta kullanılmaları, güneş pillerinin dizayn parametrelerine fazlasıyla önem verilmesine sebep olmaktadır.

Bu yazının esas maksadı basit güneş teorisini tekrarlamak, elektriksel ve fiziksel karakteristiklerin münakaşasını yapmak, fezada pil performansını tekrar gözden geçirmek ve bir dereceye kadar gelecek yenilikler ve ilerlemeler ve güç dönüştüren güneş pilindeki gelişmeler üzerine açıklamalarda bulunmaktan ibarettir.

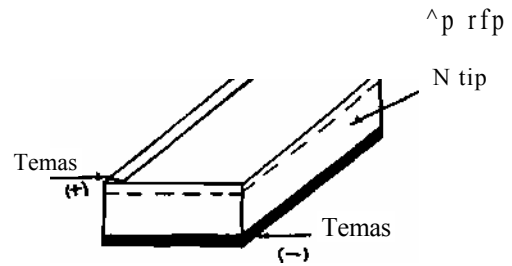
GÜNEŞ PİLİ TEORİSİ :

Silikon güneş pili teorisinin ayrıntılarına inilmeyecek, daha çok güneş pilinin tam bir analizini ihtiva eden referanslar verilecektir. Mafaf, müteakip bazı bölümleri açıklamak bakımından, pil kısaca izah edilmektedir. Pil özel bir şekilde yapılmış olan bir fırın içerisinde ultra saf silikonun eritilmesi ile ve eriyik yüzey sıcaklığı gayet dikkatli kontrol edilerek bir çekirdek kristal üzerinde tek bir kristal külçe teşekkülüne sebep olunması ile imal edilir.

Kristalin çekilme hızı da çok dikkatli yapılması gereken diğer bir işlemdir. Çekme başlamadan evvel erimiş silikona çok az miktarda arsenik karıştırılır. Saf silikon atomlarının dış değer yörüngeleri 4 adet elektrona sahiptir ve müşterek kullandıkları elektronlarla ikiye atoma sahip kristal hücrelerini teşkil eder. Arsenik atomları, silikon içerisine zerkedildikleri zaman dış yörüngesi beş adet elektrona sahip olur; böylece n tipi veya negatif silikon teşkil eden serbest bir elektron elde edilmiş olur. Tek bir kristal halindeki n-tipli silikon külçesi 0,0508 cm kalmığında ve 1x2 cm en ve boyunda ince dilimcikler elde edilecek şekilde kesilirler. Bu ince dilimcikler, bir cilalama operasyonundan sonra bir fırın içerisinde takriben 1100°C ye kadar ısıtılır. Bundan sonra Bor 'B' silikon dilimcik yüzeyine nüfuz ettirilir, böylece yüzeyden takriben

bir mikron derinliğe kadar inen bir p-n «pozitif-negatif» jonksiyon teşkil edilir. Bor'un dış yorun gesinde üç adet elektronu vardır ve silikona nüfuz ettiği zaman, bir elektron noksanlığı veya bir delik 'Hole' meydana gelir ve bu durumdaki materyale pozitif veya p-tipli silikon denir.

Pil, yalnız üst yüzeyindeki p-n jonksiyonu müstesna, diğer bütün yüzeylerindeki p-n jonksiyonların temizlenmesi bakımından daha fazla mekanik operasyona tabi tutulur ve omik temaslar p-n yüzeylerine ilâve edilir. Şekil 1 böyle bir pili göstermektedir.



İŞİK

II I I M \ II

Fi 7 f U 1 Sekil . . .

Şekil : 1. Güneş Pili

(*) IEEE Transactions on Applications and Industry, May 1963 Number 66'dan çevrilmiştir.

Denge şartları altında, n-tarafındaki elektronlar ile p-tarafındaki «Holes» delikler, Jonksiyon yüzeyi denen ve iki bölgeyi (n-p) birbirinden ayıran Jonksiyon perdesinin bir tarafından diğer tarafına termal difüzyon dolayısıyla göç edeceklerdir, p-tipi kristal bölgesine giren elektronlara azınlık taşıyıcılar denir. Keza n-tipi kristal içinde mevcut «Holes» deliklerde azınlık taşıyıcılarıdır.

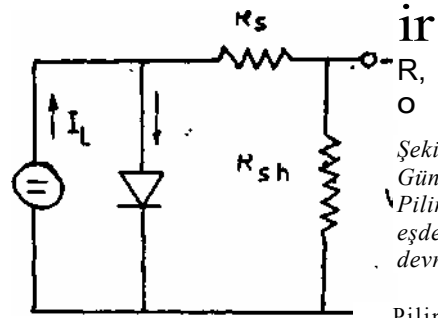
Bu azınlık taşıyıcılar çoğunlukta olanlarla hemen birleşerek nötr hale gelirler; elektronlar n-tipte, delikler «Holes» p-tipte. Bu azınlıkta olan taşıyıcıların, tekrar birleşmeden önce, mevcut buldukları zaman süresi azınlık-taşıyıcı ömrü olarak bilinir. Mademki, taşıyıcı partiküller p-n jonksiyonunu katetmeden yük nötrali zasyonu mevcuttur. Elektron ve pozitif şarjların «Holes» tekrar birleşimleri neticesi yok olmaları bu yük nötralizasyonunu yoketmektedir.

Bu durumda, kristalin n-tipi kısmından her bir elektronun yok edilmesi için bir pozitif yük yaratılır. Aynı şey p-tipi materyal pozitif yüklerine «Holes» de tatbik edilir. Bu sebepten ötürü, p-n fonksiyonun n ve p tipi bölgeleri arasında bir potansiyel farkı vardır. Bu geliştirilmiş elektriksel alandan, fotovoltaik güç dönüştürme için faydalanılabilir.

12000 angstromdan daha küçük dalga boylu ışık fotonları Jonksiyon civarında yutulurlar ve bu fotonlar bir elektron-delik çifti yaratarak ve bir müşterek elektron bağı kopartacak miktarda enerjiye sahiptir. Şayet elektron-delik çiftinin azınlık taşıyıcıları komponentinin ömrü Jonksiyon sahasına ulaşacak kadar uzun ise o zaman bir birleşme, nötr hale gelme olmaz, Jonksiyon elektrik alanı tarafından ayrılır ve serbest elektronlar n-bölgesine ve delikler p-bölgesine akarlar. Elektronların böyle ayrılması bir elektron potansiyeli yaratır, ve p-n kontaklarını bir dış devreye bağlamak suretiyle akım geçmesine sebep olunur.

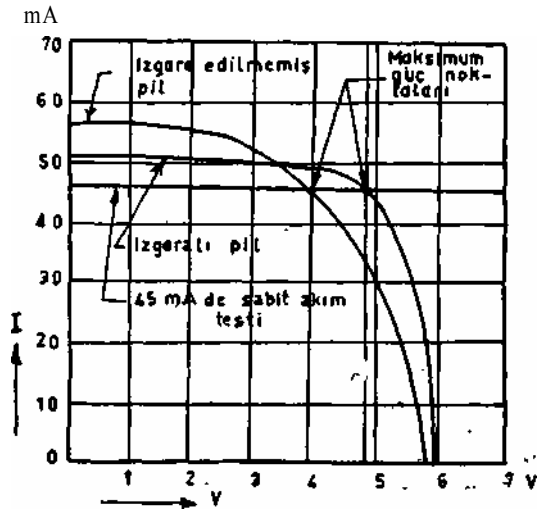
GÜNEŞ PİLİ ELEKTRİKSEL PARAMETRELERİ :

Güneş pili şekil 2 de verilen bir eşdeğer devre U_e temsil edilebilir. Sabit akım jeneratörü I_s , bir diot ile şöntlenmiştir. Normal çalışmada jonksiyona ileri yönde ön gerilim tatbik edilmiştir ve I_s akımının bir kısmını çeker. Şönt dinenç R_{sh} yük direnci ile mukayese edildiğinde ekseriya çok büyük olduğundan ihmal edilir. Sert direnç R_s esas olarak p-tabakasında mevcut olup pil çalışmasında, önemli sınırlayıcı faktörlerden biridir. Izgara şeklinde yapılmış pil, p-tabakası üzerinde az metal ile dokunma yüzeyi Bağlıyarak bu seri direnç etkisini azaltmaktadır. Böylece, IR_s gerilim düşmesi fevkaleda azaltılmaktadır.



Şekil : 2.
Güneş Pili'nin eşdeğer devresi

Pilin bu şekilde ızgara gibi yapılması neticesi verimde takriben % 15 bir yükselme olmaktadır. Şekil 3 1x2 lik bir güneş pilinde ızgaralama tesirini gösteriyor.

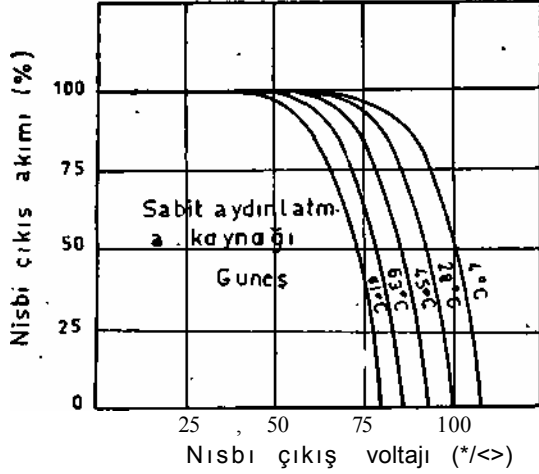


Şekil • 3. Güneş P*M üzerine ızgaralamamın etkisi

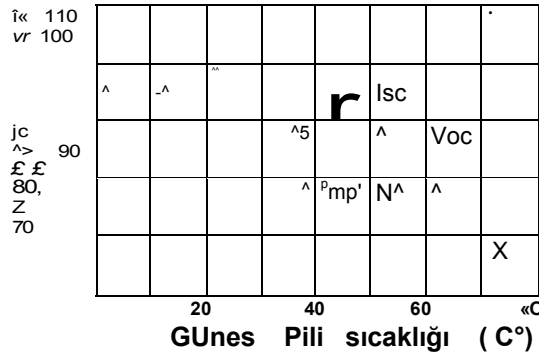
Bir güneş pilinde sıcaklığın arttırılması 'büyük bir elektron faaliyetine sebep olur. ve elektronlar değerli bağ durumlarını terk etmeleri neticesi serbest kalırlar. Hasıl olan serbest elektronlar, şekil 2 de gösterilen eşdeğer devrede diot jonksiyonu katederek geri sızıntıları arttırır. Bu, daha düşük pil gerilimleri hasıl eder. Şekil 4 bir güneş pilinin akım - gerilim 'I-V' karakteristiği üzerine, sıcaklık yükselmesinin tesirini gösteriyor. .

Elektriksel bakımdan dört "önemli parametre, sıcaklık fonksiyonu olarak tekrar çizilmiştir ve şekli 5 de gösterilmektedir.

Maksimum güçte, maksimum çıkış gücü ve geriliminde her santigrat derecesi için takriben % 0.5 bir azalma olacaktır. Bu ise maksimum güç geriliminde, beher • santigrat derecesi için takriben 2,3 mV'a denktir.



Şekil : 4. Sıcaklığın fonksiyonu olarak Akım • Gerilim karakteristikleri

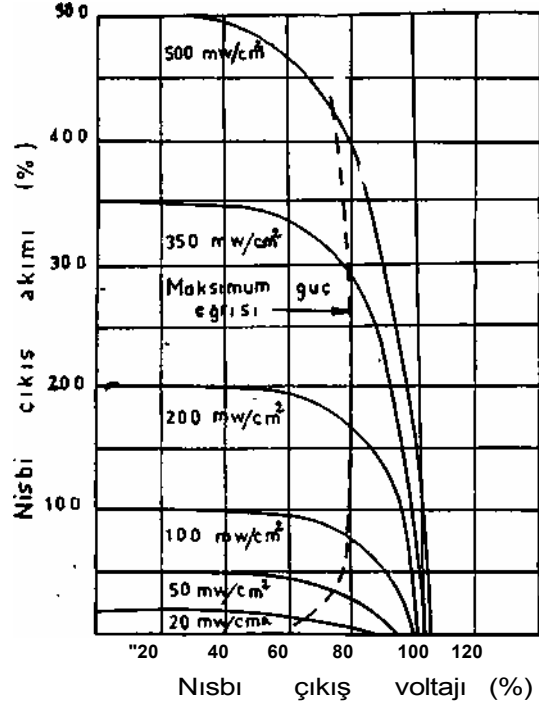


Şekil : 5. Sıcaklığın bir fonksiyonu olarak elektriksel parametreler

Şekil 6 sabit bir sıcaklıkta, ışık şiddetindeki artmayla I-V karakteristiklerindeki değişikliği göstermektedir. Elektrik parametrelerin tekrar çizimleri şekil 7 de gösterilmiştir.

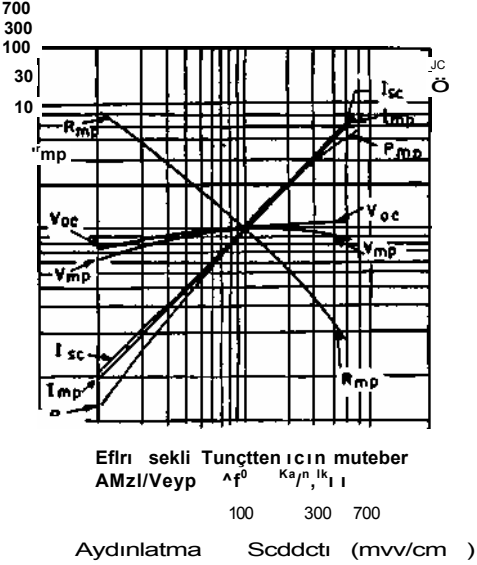
Kısa devre akımı I_{sc} gösterilen sınırlar dahilinde ışık şiddeti ile orantılıdır. Maksimum güç gerilimindeki V_{mp} ve maksimum güç yük empedansındaki R_{mp} değişmeler feza tatbikatlarında en çok önemi haizdirler; bilhassa ışık şiddetinin pekçok değişiklik arzedecek tecrübelerde, örneğin, dünyadan Venüse veya Marsa seyahat-larda.

Şekil 4 de sıcaklığın bir fonksiyonu olarak gösterilen I-V karakteristikleri tabii güneş ışığı aydınlatma kaynağı olarak kullanıldığına göre çizilmiştir. Nisbi olarak enfraruj dalga boyu bakımından zengin olan bir ışık kaynağı, örneğin Tungsten flâmanlı bir enkandesan lâmba gibi, sıcaklığının artmasıyla kısa devrede bir artma hasıl edecektir. Bu, güneş pilinin sıcaklık art-



Şekil . 6 Sabit sıcaklıkta, ışık şiddeti arttırıldığı zaman Akım - Gerilim karakteristiklerindeki değişme

masıyle enfraruj ışıklarına olan nisbi cevabının kaydırılması ile izah edilir. Bu, şekil 8 de gösterilmiştir.



Şekil 7. Şiddetin bir fonksiyonu olarak elektriksel parametreler.

Işık şiddetinin bir fonksiyonu olarak I-V karakteristiklerinin muteber ölçüleri, sıcaklık sabit tutularak ya güneş ışığı ile veya tungsten flâmanlı lâmba aydınlatması ile yapılabilir, örtü-

1.0

10t

l-t

S (I » 9 10 11 U
Dttgo. - Boyu (mikron)

8. Güneş pilinin 25°C ve 100°C da spektral cevabı.

lü olmıyan, çıplak güneş pillerinin çıkışlan gelen radyasyon 90° den ayrılıyorsa kosinüs kanununa uyar, fakat bu açı 45° den az olmıya başladığı zaman bu kanuna uymaz. Burada, çıkış açının kosinüsünden daha azdır. Bu ayrılma, pil yüzeyinin yansıtma karakteristiğine bağlı olarak, eğer pil camla veya bir yüzey muamelesiy-le kaplı ise aşikâr olarak değişecekdlr.

GÜNEŞ PİLİ FİZİKİ KABAKTEBİSTİKLERİ

Pillerin fiziksel karakteristikleri, feza araçları için başarılı tam bir panel dizaynında önemli bir rol oynar. Mamafih, en önemli olarak, kombine pil yapıştırıcı «Adhesive» ve tabaka karakteristikleri nihai performansını tayin eder.

Böyle kombine bir sistemin tipik bir kesidi gekll 9 da gösteriliyor.

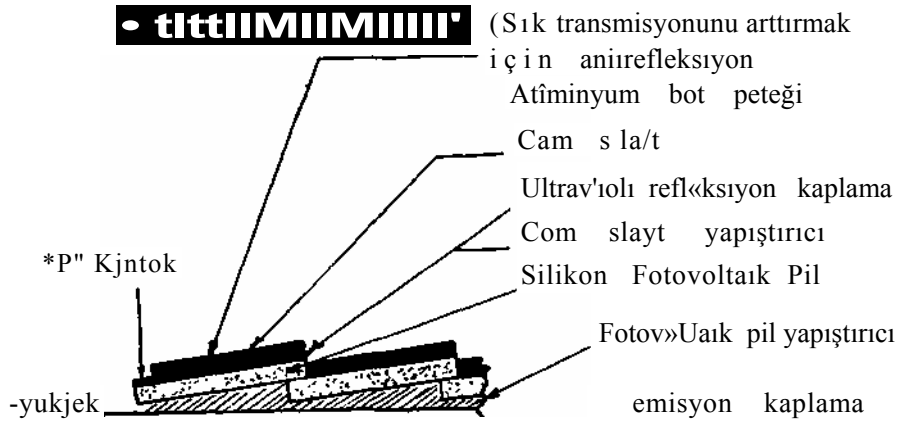
Alüminyum bal peteği tipi ızgaranın ısı genleşme katsayısı 20×10^{-6} ve pil için 5×10^{-8} dir. Bunları bağlayan yapıştırıcının da 40×10^{-8} dir. Böylece, görülüyorki paneldeki bileşenlerin özellikle seçilmesi ve kullanılması analizi kolayca yapılacak bir iş değıldir.

Nihal seçme, uygun olmıyan kombinasyonların dikkatli olarak süzgeçten geçirilmesinin bir neticesi ve en iyi sonuç vadeden pilin yapıştırıcı ve tabaka sistemlerinin, iyi -bir testinin mahsulü olacaktır. Termal şok için yapılan testlerde, gayet kuvvetli bir karşılıklı etki iki yapıştırıcı cam ve modül arasında müşahede edildi. Bu itibarla, iki yapıştırıcının başanlı bir kombinasyon için bunlardan' birisi diğerk yapıştırıcı ile kullanıldığı zaman uygun olmıyabilir.

Bu gün kullanılmakta olan sistemlerin tabi olduğu tipik feza ortamı testleri şunlardır :

1. Termal şok —200°Fdan +2000°F ta kadar 10 periyot için.
2. % 95 bağıl neme ve 130°F ta üç Hz.lik müddetle mâruz kalma.
3. 50 g ivme.
4. Pile bitişik -titreşim tepe seviyesi 200 g.

Evvelce gösterildiği gibi, bir güneş pilinin çıkışı, sıcaklığın yükselmesi ile azalır. Bundan dolayı, pil sıcaklığının düşük seviyede olması istenecektir, fakat ön hesaplamalar vasıtasıyla hakiki sıcaklığın bilinmesi çok daha önemlidir. Bu, güneş pil grubu veriminin, fezadaki çalışmasından tahmin edilmesi bakımından lüzumludur.

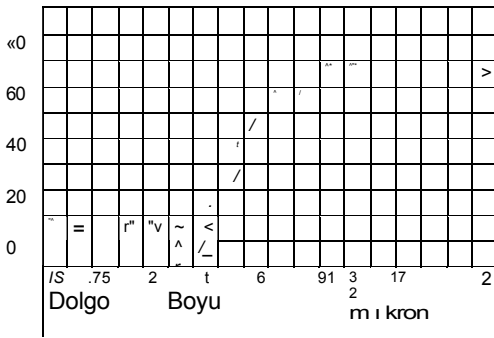


Şekil : 9. Balpeteği güneş pili panel kanstrlıhsiyonur-ın kesidi.

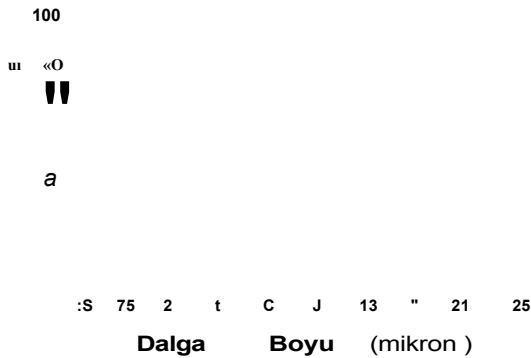
PİLLİN KENDİSİNİN EMİSYON YAPMASI VE YUTMASI :

Güneş pilinin emisyon katsayısı ϵ ve yutma katsayısı a 0,25 mikrondan 25,0 mikrona kadar ki dalga uzunluklarında ölçülen yansıtma malûmatından hesaplanır. Çıplak ve örtüsüz tipik pil malûmatı gekil 10 da kaydedilmiştir ve cam kaplı piller için olanda, gekll 11 de dir.

Mademki, ϵ pilin fezada ısı yayma kabiliyetinin bir ölçüsüdür, bu değerin, mümkün olduğu kadar bire yakını tercih edilir. Burada gösterilen a fezadaki güneş radyasyonudur. Zıt yansıtma kaplamalar, maksimum pil performans bölgesindeki yansımaları azaltmak için kullanılır. Ultraviole yansıtıcı kaplamalar, cam yapıştırmayı feza güneş ışığındaki şiddetli ultraviole radyasyonu vasıtasıyla muhtemel ışık transmisyonundaki kayıptan korumak için kullanılır. Emisivlte 300°K «Kelvin derecesi» radyasyon sıcaklığı için 0,83 dür, buda ideal maksimum, siyah cisim radyasyonunun % 83 ü demektir. Güneş radyasyon yutma katsayısı ultraviole yansımından dolayı 0,78 e düşmektedir.



Şekil : 10. 1x2 cm silikon güneş pilinin yansıtması
 $a = 0,916$, $\epsilon = 250$, $K = 0,28$; $\epsilon = 300$, $K = 0,308$



Şekil : 11. Cam kaplı silikon güneş pilinin yansıtması.

İKİ PİL, ARASINDAKİ YÜZEYİN EMİSYON YAPMASI VE YUTMASI :

iki pil arasındaki yüzeyin emisyon katsayısı ϵ ve yutma katsayısı a piller için gösterildiği gibi aynı vaziyette ölçülür. Bu yüzey normal olarak alçak bir yutma katsayısı « yüksek bir emisyon katsayısı ϵ değerine sahip malzemeyle kaplıdır. Kullanılan tipik beyaz boyalar $\epsilon = 0,90$ 300°K de ve $a = 0,33$ gibi değerlere sahiptir.

ARKA TABAKALARIN EMİSYON YAPMA ÖZELLİĞİ :

Yine burada mümkün olduğu kadar yüksek bir emisyon yapması arzu edilir. a yutma değerinin önemi pil panel durumuna bağlıdır; yani fezada daima güneşten uzak veya periyodik olarak güneşi görmesi gibi.

Pil arka kısmının daimi olarak güneşi görmemesi istenen yerlerde ve arz albedo'sunun ihmal edilebildiği yerlerde sert alüminyum anotlama bazı hallerde seçilmektedir. 6061 alüminyum, alagımı üzerine yapılan anotlama işlemi 300°K de $\epsilon = 0,85$ emisyon hasil edecektir. Sert anotlama boyadan daha fazla lehtedir ve tecrübelerin gösterdiği gibi diğer hiçbir eritici, ne rutubet, ne aşındırma bakımından bu yüzeye ve emisyonun ϵ değerine tesir etmeyecektir.

Bundan evvel sıralanan bütün faktörleri nazarı itibara alarak, müteakip kademe güneş pil grubunun stabilize sıcaklığının hesaplanması olacaktır; bu da Stephan - Boltzman denkleminin nisbeten basit bir kullanılmasıdır. Bu kabil hesaplar, güneşe çevrilmiş düz plaka kolektörler için 39°C daki netice değerlerdir.

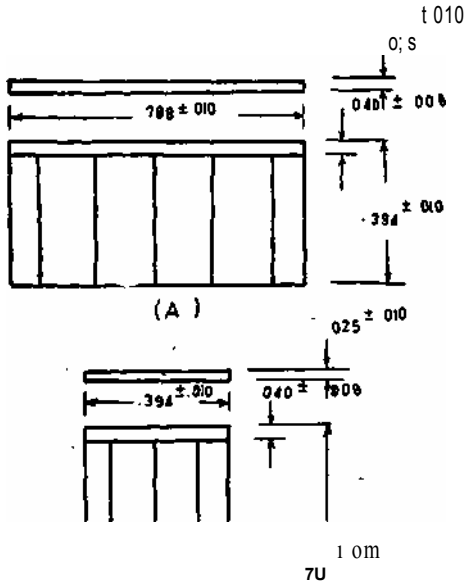
Genellikle feza güç dönüştürmesi için kullanılan güneş pillerinin boyut ve tipik toleransları şekil 12 de verilmektedir. • Şekil 12 B deki pil, şekil 12 A dakinin aynı esas boyutlara sahiptir, fakat 1 santimlik kenar boyunca pozitif bir kontak şeridinde sahiptir.

Bu, güç veriminde takriben % 5 bir kazanç temin eden 1,8 cm= ye karşılık, olarak 1,9 cm? ilk bir etkin yüzey hasil eder.

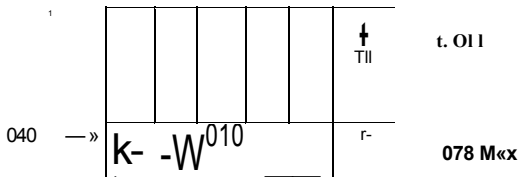
Şekil 12 A daki pil, genel olarak bir pilin pozitif kontağı komşu pilin negatifine lehirlenerek bağlanır ve beşli gruplar teşkil edilir; şekil 12 B deki pil ise paralel bir tip şekildir, bütün pozitif şeritler bir araya bağlanmış ve bütün negatif arka yüzeyler ortak bir şerit veya iletkenine bağlanmıştır. Gruplar, güneş pU dizisinin gerilim ve akım isteklerine ulaşmak için seri olarak bağlanırlar.

Bu grupların tipik boyut ve ağırlıkları sırasıyla şekil 13 A ve 13 B de gösterilmiştir. Ağırlıkla, pillerin monte edilmiş olduğu alt tabaka-

yi ihtiva etmiyor, çünkü bu, her feza aracının fiziksel zorunluklarına dayanarak bir hayli değişebilir.



(B) 12 1x2 cm güneş pili için boyutlar.



(A) Kaplı olmıyan shingle ebadı

	•ogırlık orjın okıfık
Yalnız piller	125
C o (n filter vt yopıjtıncıl	55
Yapıtırıcı	»3
TopUm gram	2 6 3

(B) Cam kaplı shingle'in ağırlığı

Şekil • 13. Tipik 5 püliIt shingle'in boyut ve ağırlığı.

Güneş pilinin fezadaki çıkış gücü :

- Fezada güneşe çevrili bir güneş pili dizisinin kabaca d-c çıkış gücünün hesaplanması özellikle iki şeye bağlıdır :

1 — Stabilize edilmiş sıcaklık ve 2 — güneş pilinin fezadaki verimi. Laboratuarda, pil veriminin veya üretim hattının ölçülmesinde 2800°K kızıl sıcaklığa ayarlanmış bir tungsten ışık kaynağından faydalanılır. Işık şiddeti, arz yüzeyinde güneş ışını üe kalibre edilmiş bir standart güneş pili yardımıyla 100 mW/cm² elde etmek için mesafe değiştirilerek ayar edilir. Bu vaziyette elde edilen verim fezada 140 mW/cm² güneş ışığı şiddetinde güç dönüştürmesi maksadiyle kullanılmaz, çünkü kalibre için kullanılan arzdeki güneş ışıkları ile feza güneş ışıkları arasında spektral dağılma bakımından büyük farklar vardır.

Şekil 14 arz atmosferinin, seçicilik zayıflamasını gösteriyor. Bir güneş pilinin nisbî cevap eğrisi aynı grafikte üstüste bindirilmiştir; arz alanından ve fezadan geçişlerde güneş enerjisinin muntazam olmıyan artışı gösteriliyor.

Enerjide açık olarak büyük bir artma, güneş pilinin hiç cevap vermediği veya nisbeten düşük cevap verdiği dalga boylarında vukua gelmektedir.

Bunun tesiri, güneş pilinin arzda ölçülen verimlnln, fezada takriben % 12 azalmasına sebep olur. Bu faktörün gerçek tespiti için, güneş pili üzerinde yapılan kalibrasyon ölçmeleri anında, arz güneş ışığının hakiki spektral dağılışını ölçmek için doğru olarak kalibre edilmiş bir Spektrofotometrenin kullanılması zaruridir. Operasyonun yapılmasında lüzumlu bilgiler altı kademedede özetlenmiştir:

- 1 — Arzın güneş ışığı ile aydınlatılmış, bir pilin verimini ölçünüz.
- 2 — Basit ışık şiddeti ölçmeleri için Pyrhellometer kullanarak, birinci kademedeki güneş ışığının hakiki spektral dağılışını ölçünüz.
- 3 — Kalibrasyon altındaki pilin nisbl spektral cevabını tayin ediniz.
- 4 — Kademe üçten nisbî cevapla F. S. Johnson's feza güneş ışığı eğrisinin nokta nokta çarpımını yapınız.
- 5 — Kademe ikide elde edilen arz güneş ışığı eğrisini kullanarak 4. cü kademeyi tekrar ediniz.
- 6 — Kademe 5 de elde edilen alanın kademe 4 deki alana oranını tayin ediniz.

Bu oran, adı geçen pilin, arz güneş ışığında ölçülen verimine tatbik edilecek azaltmadır ve spektral ortalama cevabı kalibre edilmiş pilin aynı olan pillere bir ortalama olarak tatbik edilebilir. Bu basit teknik, spektral dağılışını feza güneş ışığının uygun bir ışık kaynağının ışık şiddeti seviyesini ayarlamak içinde kullanılacaktır.

Panelin fezadaki çalışması :

Birçok değişik şekillere sahip güneş pili güç panellerinin, fezada güneşe bakan ve bakmayan dizayn tipleri yapılmıştır. Bunlar, 0,3048 cm alüminyum, yüzeylen 0,9525 cm an peteği ve bir adet 9290 cm* 'Kadem-kare' alanı; güneş pillerinin bağlantısı için arka yüzeydeki bir baskı devresine "Printed circuit" sahip 22.86 cm çapında alüminyum an peteği ve değişik şekiller verilmiş alüminyum metal yaprakları ihtiva eder.

Testler, fezadaki elverişliliği tayin etmek bakımından panellerin bütün bileşenleri üzerinde yapılır. Yapıştırıcıdaki ağırlık kayıp testleri yüksek vakumda yapılır. Panellerin emisyon yayma değeri ve yutma değeri keza bir vakum ortamındaki muhtemelen değişecek değerler için test edilir. Ultraviyole radyasyon ve vakumun bu yapıştırıcı ve kaplamalara olan tesirleriyle bir dereceye kadar ilgilenilmiştir, fakat bu testlerin neticeleri gösteriyorki, dış feza çevresinin herhangi bir ölçülebilen süruncemen tesirlere sebep olmadığı anlaşılmıştır.

Halihazırda güneş pillerinin üretimdeki kabiliyetleri şekil 15 de gösterilmiştir.

Tek ve çıplak güneş pillerinden, komple panel durumuna kadar gösterilmiş olan değer azaltma faktörü ortalama % 13 dür. Bu lehimleme operasyonlarını, cam kaplı tabaka ve yapıştırıcıdaki transmisyon kaybını, montaj ve kötü uylula-ma kayıplarını hesaba katmaktadır. Sıcaklık 28°C olarak kabul edilir, bundan sonra sıcaklık düzeltmeleri, grubun stabilize edilmiş ve hesaplanmış sıcaklıkları için kullanılmalıdır.

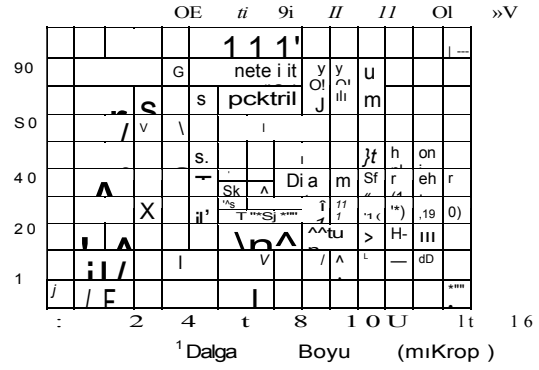
Gerçek çalışmada, güneş pil grupları, stabilize edilmiş sıcaklıkta 10°C dan 60°C ta kadar değişmektedir. Feza verimi tarif edilmiş olan % 12 den daha büyük güneş pillerinin kullanılabilmesi sınırlanmıştır ve % 12 den yukarı değerlendirilmiş piller nazara alınmayacaktır, yalnız düşük güç tatbikatları müstesna.

Beher birim ağırlığa karşılık güç faktörü bir hayli değişebilir ve 4 faktörle ilgisi vardır :

- 1 — Güneşe dönük veya dönük olmayan gruplar.
- 2 — Hasıl edilen titreşim ve gerilmelerle ilgili olarak aracın yapımında kullanılan malzeme.
- 3 — Güneş pil grubunun yerleştirildiği destek yapı.
- 4 — Grubun stabilize edilmiş sıcaklığı.

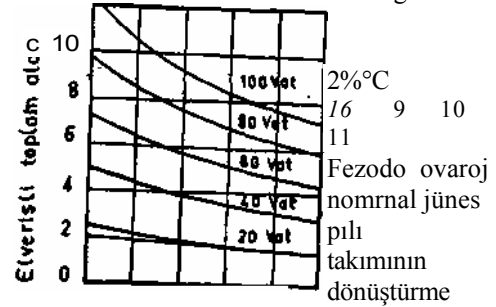
Güneşe dönük düz plaka kolektörlerle beher 0,453 kg, ağırlığa karşılık 4,5 wat kadar değerler sağlanmaktadır.

Elektrik Mühendisliği 123



Şekil 14. Güneş radyasyonu, ve pil nisbi cevabının mukayesesi.

%90alsn istifadesi, norm>l feü _
îunes ,iris tesiri (UOmW/cm²)_N
Panel sıcaklığı



verimi (%),

» 9.2 102 115 126

Avaraj çıpiok güneş pilinin fezada dönüştürme verimi (%)}

Şekil 15. Bugünkü güneş pilinin Üretim kabiliyeti.

Güneş pillerinde radyasyon tahribi, bozulması :

Pillenn radyasyon bozulma konusu halihazırda şiddetli bir çalışma ve araştırma altındadır. Bu gayret, laboratuvar radyasyon çahsmalannndan ibaret olup, feza ortamındaki tahribin hakiki ölçülerini yapmak ve feza uçuşlarını yerine getirmek bakımından protonlar ve elektronların her ikisi de laboratuvarında kullanılmaktadır. Bunlardan hiçbirisi herhangi bir özel güneş, pil dizaynına tatbik edilebilen spesifik bilgileri vermemektedir.

Bunun sebepleri :

- 1 — Bir özel yörüngede hesaba katılan haki-ki şartlarla laboratuvar deneylerindeki doz nisbeti ve toplam dozun eşitlenmesindeki zorluk denir.

2 — Radyasyon tahribine alt uçug bilgileri yalnız test yörüngesine tamamen teka-bül eden yörüngelere tatbik edilebilir.

Aracın yolu, ekseriya muntazam olmyan bir yoğunlukta, proton, elektron ve nötronların birleşimlerinin radyasyon alanı içerisinde geçer. Muhtemel' alçak yoğunluk sertleştirme ve muhtelif partiküllerin aynı andaki etkilerine mâruz kalma tahrip tahminlerini fazlasiyle belirsiz hale sokar.

Mamafih, bu üp araştırmalarda büyük gelişmeler yapılmaktadır. Bir peyk deneyinden elde edilen bilgileri kapsayan tablo I de bir örnek veriliyor. Bu özel yörünge'nin birhayli eliptik olmasından ötürü tedbirler tatbik edilebilirler. Bilgiler, nisbeten ince cam örtü kısmının koruma etkisini göstermesi bakımından faydalıdır.

Tablo 1. Silikon gÜneşpill Üstünde radyasyon tahribi

Pil Korunması	Takribi toplam değer alçalması %	İkl 24 saatlik yörünge devri süresinde toplam entegrasyon yapılmış akış, Proton/cm ²
Korunmamış	50	}
0,003 Cam	6	
0,020 Kuartz	0	
0,060 Kuartz	0	

Referanslar :

1. Silicon Solar Energy Converters, M. B. Prince. Journal Applied Physics, New York N. Y., vol. 26, May 1955 pp. 534-40
2. Theoretical Considerations Governing The Choice of the Optimum Semiconductor for Photovoltaic Solar Energy Conversion, J. J. Loferski. Ibid., vol. 27, 'Jüly 1956, pp. 777-84.
3. New Developments in Silicon Photovoltaic Devices and Their Application in Electronics, M. Wolf, M. B. Prince. Solid State Physics In Electronics and Telecommunications, 1958, vol. II, Academic Press, London, England, 1960, pp. 1180-96.
4. New Developments in Silicon Photovoltaic Devices, M. B. Prince, M. Wolf. Journal of the British Institute of Radio Engineers, London, England vol. 18 pp. 583-95, Oct. 1958.
5. Sublimation of Materials in Vacuum, K. Ray. Vacuum Technology Transactions, Pergamon Press, New York, N. Y., 1961, pp. 243-48.
6. A Study of the 'Effect of Geomagnetically Trapped Radiator on Unprotected Solar Cells, J. W. Keller, R. D. Shelton, R. A. Potter, L. Lacey. Proceedings, Institute of Radio Engineers, New York, N. Y., vol. 50, Nov. 1962, pp. 2320.
7. Solar Celi Experiments on the Transit and Traac Satellites, R. E. Fischel. Proceedings, Solar Working Group Conference, Interagency Advanced" Power Group, Washington, D. C., Feb. 1962.
8. Diffusion Length Measurement by means of Ionizing Radiation, W. Rosenzweig. Bell System Technical Journal, New York, N. Y., vol. XLI, Sept. 1962, p. 1573.

DAĞITIM TRAFOLARININ GÜÇLERİ TİPLEŞTİRİLMİŞ

Memleketimizde elektrik sektöründeki kuruluşlarca çeşitli güçte dağıtım trafoları kullanılması, imâlat, işletme ve yedek parkın temini yönünden bir çok zorlukların doğmasına sebep olmaktadır.

Bu durumu gidermek üzere ilgili kuruluşların mütalâaları da alınmak suretiyle Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığında yapılan çalışmalar sonunda şehir dağıtım trafolarının güçlerinin proje ve tesislerde 40 - 63 -100 250 - 400 kVA olarak seçilmesine, 400 kVA'dan büyük olan trafoların seçiminde ise ihtiyaçlara göre hareket edilmesi gerektiğine karar verilmiş ve ilgili kuruluşlara tebliğ edilmiştir.