

ÖZET

YÜKSEK GEÇİRGEN ÖZELLİKTE, MEKANİK DAYANIMI ARTTIRILMIŞ ÇİFT GÜMÜŞ İÇEREN BİR LOW-E KAPLAMA

5

Buluş güneş enerjisi spektrumunun görünür bölgesini etkin bir şekilde geçirirken aynı zamanda yakın kızılötesi ve kızılötesi bölgesini etkin bir şekilde yansıtan bir low-e kaplamalı cam ile ilgilidir.

10 **Şekil 1**

İSTEMLER

1. Buluş ısıtıl işlenebilir bir low-e kaplamalı (101) cam (10) olup **özellği**; bahsedilen low-e kaplamanın (101) camdan (10) dışarı doğru sırasıyla;

- 5 - Si_xN_y , SiO_xN_y , ZnSnO_x , TiO_x , TiN_x , ZrN_x ' den seçilen bir birinci dielektrik katman (201);
- TiO_x , ZrO_x , NbO_x ' den seçilen bir ikinci dielektrik katman (202)
- NiCr , NiCrO_x , TiO_x , ZnSnO_x , ZnAlO_x , ZnO_x 'den seçilen bir birinci çekirdekletirici katman (211);
- 10 - NiCr , NiCrO_x , Ti , TiO_x , ZnAl , ZnSn , ZnSnO_x , SiAl , SiAlN , SiAlO_xN_y , ZnO_x 'den seçilen bir ikinci çekirdekletirici katman (212);
- Bir birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22);
- NiCr , NiCrO_x , Ti , TiO_x , ZnAlO_x , ZnO_x 'den seçilen bir birinci bariyer katman (23);
- 15 - Si_xN_y , TiN_x , ZrN_x , ZnSnO_x , ZnAlO_x , SiAlN_x , SiAlO_xN_y , SiO_xN_y , TiO_x , ZnO_x ' den seçilen bir üçüncü dielektrik katman (241);
- Si_xN_y , TiN_x , ZrN_x , ZnSnO_x , ZnAlO_x , SiO_xN_y , TiO_x , ZnO_x ' den seçilen bir dördüncü dielektrik katman (242);
- NiCr , NiCrO_x , TiO_x , ZnSnO_x , ZnAlO_x , ZnO_x 'den seçilen bir üçüncü çekirdekletirici katman (243);
- 20 - Bir ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25);
- NiCr , NiCrO_x , Ti , TiO_x , ZnAlO_x , ZnO_x 'den seçilen bir ikinci bariyer katman (26);
- ZnSnO_x , ZnAlO_x , SiO_xN_y , ZrO_x , SiO_x , Si_xN_y , TiO_x , ZnO_x 'den seçilen bir beşinci dielektrik katman (271);
- 25 - SiO_xN_y içeren bir üst dielektrik katman (272) içermesidir.

2. İstem 1'e göre bir lowe kaplamalı cam olup **özellği**,

- birinci dielektrik katman (201) kalınlığının 10 nm - 20 nm aralığında,
- 30 - ikinci dielektrik katman (202) kalınlığının 2 nm - 8 nm aralığında,
- birinci çekirdekletirici katman (211) kalınlığının 18 nm – 30 nm aralığında,
- ikinci çekirdekletirici katman (212) kalınlığının 0,3 nm – 1,2 nm aralığında,

- birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) kalınlığının 6 nm – 20 nm aralığında,
 - birinci bariyer katman (23) kalınlığının 1,6 nm – 2,5 nm aralığında,
 - üçüncü dielektrik katman (241) kalınlığının 11 nm – 27 nm aralığında,
 - dördüncü dielektrik katman (242) kalınlığının 35 nm - 55 nm aralığında,
 - üçüncü çekirdekleştirici katman (243) kalınlığının 18 nm – 30 nm aralığında,
 - ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) kalınlığının 6 nm – 20 nm aralığında,
 - ikinci bariyer katman (26) kalınlığının 1,6 nm – 2,5 nm aralığında,
 - beşinci dielektrik katman (271) kalınlığının 14 nm – 29 nm aralığında,
 - üst dielektrik katman (272) kalınlığının 10 nm – 25 nm aralığında olmasıdır.
3. İstem 1'e göre bir lowe kaplamalı cam olup **özelligi**,
- Si_xN_y içeren birinci dielektrik katman (201);
 - TiO_x içeren ikinci dielektrik katman (202);
 - ZnAlO_x içeren birinci çekirdekleştirici katman (211);
 - NiCr içeren ikinci çekirdekleştirici katman (212);
 - Ag içeren birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22);
 - NiCrO_x içeren birinci bariyer katman (23);
 - ZnAlO_x içeren bir üçüncü dielektrik katman (241);
 - Si_xN_y içeren bir dördüncü dielektrik katman (242);
 - ZnAlO_x içeren üçüncü çekirdekleştirici katman (243);
 - Ag içeren ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25);
 - NiCrO_x içeren ikinci bariyer katman (26);
 - ZnAlO_x içeren beşinci dielektrik katman (271);
 - SiO_xN_y içeren üst dielektrik katman (272) içermesidir.
4. Önceki istemlerden herhangi birine göre bir lowe kaplamalı cam olup **özelligi**, bahsedilen low-e kaplamanın (101) camdan (10) dışarı doğru sırasıyla;
- Si_xN_y içeren birinci dielektrik katmanın (201) 10 nm - 18 nm kalınlık aralığında;

- TiO_x içeren ikinci dielektrik katmanın (202) 2 nm - 6 nm kalınlık aralığında;
- ZnAlO_x içeren birinci çekirdekletirici katmanın (211) 19 nm – 27 nm kalınlık aralığında;
- 5 - NiCr içeren ikinci çekirdekletirici katmanın (212); 0,3 nm – 1,0 nm kalınlık aralığında;
- Ag içeren birinci kızılötesi yansıtıcı katmanın (22) 7 nm - 19 nm kalınlık aralığında;
- NiCrO_x içeren birinci bariyer katmanın (23) 1,7 nm – 2,4 nm kalınlık aralığında;
- 10 - ZnAlO_x içeren bir üçüncü dielektrik katmanın (241) 13 nm - 24 nm kalınlık aralığında;
- Si_xN_y içeren bir dördüncü dielektrik katmanın (242) 40 nm - 52 nm kalınlık aralığında;
- 15 - ZnAlO_x içeren üçüncü çekirdekletirici katmanın (243) 19 nm - 27 nm kalınlık aralığında;
- Ag içeren ikinci kızılötesi yansıtıcı katmanın (25) 7 nm - 19 nm kalınlık aralığında;
- NiCrO_x içeren ikinci bariyer katmanın (26) 1,7 nm – 2,4 nm kalınlık aralığında;
- 20 - ZnAlO_x içeren beşinci dielektrik katmanın (271) 16 nm – 27 nm kalınlık aralığında;
- SiO_xN_y içeren üst dielektrik katmanın (272) 12 nm – 21 nm kalınlık aralığında olmasıdır.

25

TARİFNAME

YÜKSEK GEÇİRGEN ÖZELLİKTE, MEKANİK DAYANIMI ARTTIRILMIŞ ÇİFT GÜMÜŞ İÇEREN BİR LOW-E KAPLAMA

5

TEKNİK ALAN

Buluş, gün ışığı geçirgen ve ısı yalıtım camı olarak kullanılan, içeriğinde kızılötesi yansıtıcı katmanlar olan güneş kontrol özellikli bir düşük yayınlı (low-e) kaplama ile ilgilidir.

10

ÖNCEKİ TEKNİK

Camların optik özelliklerini farklılaştıran etmenlerden biri cam yüzeyine yapılan kaplama uygulamalarıdır. Kaplama uygulamalarından biri de vakum ortamında manyetik alan destekli sıçratma yöntemidir. Özellikle low-e özelliğine sahip mimari ve otomotiv kaplamaların üretiminde sık başvurulmuş bir yöntemdir. Bahsedilen yöntemle kaplanan camların görünür, yakın kızılötesi ve kızıl ötesi bölgedeki geçirgenlik ve yansıtma değerleri hedeflenen seviyelerde elde edilebilmektedir.

20

Geçirgenlik ve yansıtma değerleri dışında, kaplamalı camlarda seçicilik değeri de önemli bir parametredir. Seçicilik, ISO 9050 (2003) standardında görünür bölge geçirgenlik değerinin solar faktöre oranı olarak tanımlanmaktadır. Kaplamaların seçicilik değerleri de içerdiği Ag katmanı sayısı, kullanılan çekirdekleştirici katman türü, katmanların parametrik optimizasyonları ile hedeflenen seviyelerde tutulabilmektedir.

25

US9499899 yayın numaralı buluşta bir altlık ve altlık üzerinde oluşturulan bir yansıtıcı katmanı içerebilen düşük yayınlı özelliğine sahip panellerin oluşturulması için sistemler, yöntemler ve aparat ifşa edilmektedir. Düşük yayınlı özelliğine sahip paneller, ilâve olarak, yansıtıcı katman üzerinde oluşturulan bir üst dielektrik katmanı içerebilmekte ve böylece, üst dielektrik katman ve altlık arasında yansıtıcı katman oluşturulmaktadır. Üst dielektrik katman, çinko kalay alüminyum oksit gibi bir üçlü metal oksidi içerebilmektedir. Üst dielektrik katman ayrıca

30

alüminyum da içerebilmektedir. Alüminyumun konsantrasyonu, %1 atomik civarı ilâ %15 atomik civarı arasında ya da %2 atomik civarı ilâ %10 atomik civarı arasında olabilmektedir. Üst dielektrik katmandaki çinkonun kalaya atomik oranı, 0,67 civarı ilâ 1,5 civarı arasında ve 0,9 civarı ilâ 1,1 civarı arasında olabilmektedir.

5

BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

Mevcut buluş ilgili teknik alana yeni avantajlar getirmek üzere, güneş kontrol özellikli bir low-e kaplamalı cam ile ilgilidir.

10

Buluşun bir amacı, görünür ışığı etkin bir şekilde geçirirken aynı zamanda güneş enerjisini etkin bir şekilde yansıtan bir low-e kaplamalı cam ortaya koymaktır.

15

Buluşun bir diğer amacı, nötralliği iyileştirilmiş bir yüksek geçirgen low-e kaplamalı cam ortaya koymaktır.

Buluşun bir diğer amacı; ısı iletim katsayısı düşürülmüş bir yüksek geçirgen low-e kaplamalı cam ortaya koymaktır.

20

Buluşun bir diğer amacı; mekanik özellikleri iyileştirilmiş bir yüksek geçirgen low-e kaplamalı cam ortaya koymaktır.

25

Yukarıda bahsedilen ve aşağıdaki detaylı anlatımdan ortaya çıkacak tüm amaçları gerçekleştirmek üzere mevcut buluş, bir low-e kaplamalı camdır. Buna göre söz konusu buluşun özelliği bahsedilen low-e kaplamanın camdan dışarı doğru sırasıyla;

30

- Si_xN_y , SiO_xN_y , ZnSnO_x , TiO_x , TiN_x , ZrN_x ' den seçilen bir birinci dielektrik katman;
- TiO_x , ZrO_x , NbO_x ' den seçilen bir ikinci dielektrik katman
- NiCr , NiCrO_x , TiO_x , ZnSnO_x , ZnAlO_x , ZnO_x 'den seçilen bir birinci çekirdekleştirici katman;
- NiCr , NiCrO_x , Ti , TiO_x , ZnAl , ZnSn , ZnSnO_x , SiAl , SiAlN , SiAlO_xN_y , ZnO_x 'den seçilen bir ikinci çekirdekleştirici katman;
- Bir birinci kızılötesi yansıtıcı katman;

- NiCr, NiCrO_x, Ti, TiO_x, ZnAlO_x, ZnO_x'den seçilen bir birinci bariyer katman;
- Si_xN_y, TiN_x, ZrN_x, ZnSnO_x, ZnAlO_x, SiO_xN_y, TiO_x, ZnO_x' den seçilen bir üçüncü dielektrik katman;
- 5 - Si_xN_y, TiN_x, ZrN_x, ZnSnO_x, ZnAlO_x, SiO_xN_y, TiO_x, ZnO_x' den seçilen bir dördüncü dielektrik katman;
- NiCr, NiCrO_x, TiO_x, ZnAlO_x, ZnSnO_x, ZnO_x'den seçilen bir üçüncü çekirdekleştirici katman;
- Bir ikinci kızılötesi yansıtıcı katman;
- 10 - NiCr, NiCrO_x, Ti, TiO_x, ZnAlO_x, ZnO_x'den seçilen bir ikinci bariyer katman;
- ZnSnO_x, ZnAlO_x, SiO_xN_y, ZrO_x, SiO_x, Si_xN_y, TiO_x, ZnO_x'den seçilen bir beşinci dielektrik katman;
- SiO_xN_y içeren bir üst dielektrik katman içermesidir.

15

Buluşun tercih edilen bir diğer yapılması lowe kaplamalı camın özelliği,

- birinci dielektrik katman kalınlığının 10 nm - 20 nm aralığında,
- ikinci dielektrik katman kalınlığının 2 nm - 8 nm aralığında,
- birinci çekirdekleştirici katman kalınlığının 18 nm – 30 nm aralığında,
- 20 - İkinci çekirdekleştirici katman kalınlığının 0,3 nm – 1,2 nm aralığında,
- birinci kızılötesi yansıtıcı katman kalınlığının 6 nm – 20 nm aralığında,
- birinci bariyer katman kalınlığının 1,6 nm – 2,5 nm aralığında,
- üçüncü dielektrik katman kalınlığının 11 nm – 27 nm aralığında,
- dördüncü dielektrik katman kalınlığının 35 nm - 55 nm aralığında,
- 25 - üçüncü çekirdekleştirici katman kalınlığının 18 nm – 30 nm aralığında,
- ikinci kızılötesi yansıtıcı katman kalınlığının 6 nm – 20 nm aralığında,
- ikinci bariyer katman kalınlığının 1,6 nm – 2,5 nm aralığında,
- beşinci dielektrik katman kalınlığının 14 nm – 29 nm aralığında,
- üst dielektrik katman kalınlığının 10 nm – 25 nm aralığında olmasıdır.

30

Buluşun tercih edilen bir yapılması lowe kaplamalı camın özelliği,

- Si_xN_y içeren birinci dielektrik katman;
- TiO_x içeren ikinci dielektrik katman;
- ZnAlO_x içeren birinci çekirdekleştirici katman;

- NiCr içeren ikinci çekirdekleştirici katman;
- Ag içeren birinci kızılötesi yansıtıcı katman;
- NiCrO_x içeren birinci bariyer katman;
- ZnAlO_x içeren bir üçüncü dielektrik katman;
- 5 - Si_xN_y içeren bir dördüncü dielektrik katman;
- ZnAlO_x içeren üçüncü çekirdekleştirici katman;
- Ag içeren ikinci kızılötesi yansıtıcı katman;
- NiCrO_x içeren ikinci bariyer katman;
- ZnAlO_x içeren beşinci dielektrik katman;
- 10 - SiO_xN_y içeren üst dielektrik katman içermesidir. Böylece low-e kaplamanın mekanik dayanımı artırılmaktadır.

Buluşun tercih edilen bir yapılanmasında lowe kaplamalı camın özelliği, bahsedilen low-e kaplamanın camdan dışarı doğru sırasıyla;

- 15 - Si_xN_y içeren birinci dielektrik katmanın 10 nm - 18 nm kalınlık aralığında;
- TiO_x içeren ikinci dielektrik katmanın 2 nm - 6 nm kalınlık aralığında;
- ZnAlO_x içeren birinci çekirdekleştirici katmanın 19 nm – 27 nm kalınlık aralığında;
- NiCr içeren ikinci çekirdekleştirici katmanın 0,3 nm – 1,0 nm kalınlık aralığında;
- 20 - Ag içeren birinci kızılötesi yansıtıcı katmanın 7 nm - 19 nm kalınlık aralığında;
- NiCrO_x içeren birinci bariyer katmanın 1,7 nm – 2,4 nm kalınlık aralığında;
- 25 - ZnAlO_x içeren bir üçüncü dielektrik katmanın 13 nm - 24 nm kalınlık aralığında;
- Si_xN_y içeren bir dördüncü dielektrik katmanın 40 nm - 52 nm kalınlık aralığında;
- ZnAlO_x içeren üçüncü çekirdekleştirici katmanın 19 nm - 27 nm kalınlık aralığında;
- 30 - Ag içeren ikinci kızılötesi yansıtıcı katmanın 7 nm - 19 nm kalınlık aralığında;
- NiCrO_x içeren ikinci bariyer katmanın 1,7 nm – 2,4 nm kalınlık aralığında;

- ZnAlO_x içeren beşinci dielektrik katmanın 16 nm – 27 nm kalınlık aralığında;
- SiO_xN_y içeren üst dielektrik katmanın 12 nm – 21 nm kalınlık aralığında olmasıdır.

5

ŞEKİLİN KISA AÇIKLAMASI

Şekil 1' de low-e katman diziliminin genel bir görünümü verilmiştir.

10 ŞEKİLDE VERİLEN REFERANS NUMARALARI

- 10 Cam
- 101 Low-e kaplama
- 20 Alt dielektrik yapı
- 15 201 Birinci dielektrik katman
- 202 İkinci dielektrik katman
- 21 Çekirdekleştirici yapı
- 211 Birinci çekirdekleştirici katman
- 212 İkinci çekirdekleştirici katman
- 20 22 Birinci kızılötesi yansıtıcı katman
- 23 Birinci bariyer katman
- 24 Orta dielektrik yapı
- 241 Üçüncü dielektrik katman
- 242 Dördüncü dielektrik katman
- 25 243 Üçüncü çekirdekleştirici katman
- 25 İkinci kızılötesi yansıtıcı katman
- 26 İkinci bariyer katman
- 27 Üst dielektrik yapı
- 271 Beşinci dielektrik katman
- 30 272 Üst dielektrik katman

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLAMASI

Bu detaylı açıklamada buluş konusu low-e kaplamalı (101) cam (10) sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak örneklerle açıklanmaktadır.

Mimari ve otomotive yönelik low-e kaplamalı (101) camların (10) üretimi “sputtering” (bundan sonra metinde sıçratma yöntemi olarak anılacaktır) yöntemi ile gerçekleştirilmektedir. Bu buluş genel olarak; gün ışığı geçirgen ve ısı yalıtım camı (10) olarak kullanılan, ısıl işlem dayanımı yüksek olan çift gümüşlü low-e kaplamalı (101) camlar (10), bahsedilen low-e kaplamanın (101) içeriği ve uygulaması ile ilgilidir. Buluş konusu low-e kaplamalı (101) cam (10), mimari ve otomotiv sektörleri için ısı cam ünitesi ve laminasyonlu yapılarda kullanılabilmektedir.

Bu buluşta, bir camın (10) yüzeyine uygulanmak üzere yüksek seviyede görünür ışık geçirgenliğine sahip, ısıl işlenebilir bir şekilde tasarlanmış olan ve güneş kontrol özelliğine de sahip bir low-e kaplamalı (101) cam (10) elde edebilmek amacı ile sıçratma yöntemi kullanılarak cam (10) yüzeyinde konumlanan çoklu sayıda metal, metal oksit ve/veya metal nitrür/oksinitrür katmanlarından oluşan bir low-e kaplama (101) geliştirilmiştir. Söz konusu katmanlar sırası ile birbiri üzerine vakum ortamında biriktirilmektedir. Isıl işlem olarak; temperleme, kısmi temperleme, tavlama, bükme, laminasyon, lazer ve anlık ışın radyasyonu (flashlamp) gibi işlemler ve bunlarla sınırlı olmamak kaydı ile diğer ısıl işlemlerinden en az biri ve/veya birkaçı birlikte kullanılabilmektedir. Buluş konusu güneş kontrol özellikli low-e kaplamalı (101) cam (10) mimari ve otomotiv camı (10) olarak kullanılabilmektedir.

Gerek üretim kolaylığı açısından, gerekse optik özellikleri açısından ısıl işlenebilir, güneş kontrol özellikli bir low-e kaplama (101) dizilimini geliştirmek üzere deneysel çalışmalar neticesinde aşağıdaki veriler tespit edilmiştir.

Buluş konusu low-e kaplamada (101); güneş enerjisi spektrumu görünür bölgeyi (bundan sonra % T_{vis} olarak adlandırılacaktır) hedeflenen düzeyde geçirmeyi ve kızılötesi bölgede olan ısıl radyasyonu yansıtmayı (daha az geçirerek) sağlayan bir

birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve bir ikinci kızılötesi yansıtıcı katmandır (25). Birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) olarak Ag katmanı kullanılmaktadır ve ısı yayılımı düşüktür.

- 5 Buluş konusu low-e kaplamalı (101) camda (10); tüm katmanların kırma indisleri alınan tek katman ölçümlerinden elde edilen optik sabitler üzerinden hesaplamalı yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. Söz konusu kırma indisleri 550 nm'deki kırma indisi verileridir.
- 10 Buluş konusu low-e kaplamada (101); cama (10) temas edecek şekilde bir alt dielektrik yapı (20) mevcuttur. Bahsedilen alt dielektrik yapıda (20) en alt katman olarak bir birinci dielektrik katman (201) kullanılmaktadır. Bahsedilen birinci dielektrik katman (201) Si_xN_y , SiO_xN_y , ZnSnO_x , TiO_x , TiN_x , ZrN_x malzemelerinden en az birini içermektedir. Tercih edilen uygulamada birinci dielektrik katman (201)
- 15 Si_xN_y içermektedir. Si_xN_y içeren birinci dielektrik katman (201), difüzyon bariyeri olarak davranarak, yüksek sıcaklıkta kolaylaşan alkali iyon göçünü engelleme amacına hizmet etmektedir. Böylece Si_xN_y içeren birinci dielektrik katman (201), low-e kaplamanın (101) ısı işlem süreçlerine dayanımına destek vermektedir. Si_xN_y içeren birinci dielektrik katmanının (201) kırma indisi için değişim aralığı 2,00 ile
- 20 2,15 arasındadır. Tercih edilen yapıda Si_xN_y içeren birinci dielektrik katmanının (201) kırma indisi için değişim aralığı 2,02 ile 2,12' dir.

Si_xN_y içeren birinci dielektrik katmanı (201) kalınlığı 10 nm - 20 nm arasındadır. Tercih edilen uygulamada Si_xN_y içeren birinci dielektrik katmanı (201) kalınlığı 10

25 nm - 18 nm arasındadır. Daha da tercih edilen uygulamada Si_xN_y içeren birinci dielektrik katmanı (201) kalınlığı 12 nm – 17 nm arasındadır.

Alt dielektrik yapı (20) ile birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) olan Ag katmanı arasında en az bir çekirdekleştirici yapı (21) konumlanmaktadır. Bahsedilen

30 çekirdekleştirici yapı (21) bir birinci çekirdekleştirici katman (211) ve ikinci çekirdekleştirici katman (212) içermektedir. İkinci çekirdekleştirici katman (212) birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ile temas halindedir.

Bahsedilen birinci çekirdekletirici katman (211) NiCr, NiCrO_x, TiO_x, ZnSnO_x, ZnAlO_x, ZnO_x' den en az birini içermektedir. Tercih edilen uygulamada birinci çekirdekletirici katman (211) ZnAlO_x içermektedir. Birinci çekirdekletirici katman (211) kalınlığı 18 nm – 30 nm arasındadır. Tercih edilen uygulamada birinci

5 çekirdekletirici katman (211) kalınlığı 19 nm – 27 nm arasındadır. Daha da tercih edilen uygulamada birinci çekirdekletirici katman (211) kalınlığı 20 nm – 25 nm arasındadır.

Birinci çekirdekletirici katman (211) ile Si_xN_y içeren birinci dielektrik katmanı (201) arasında bir ikinci dielektrik katman (202) konumlanmaktadır. Bahsedilen ikinci dielektrik katman (202) TiO_x, ZrO_x, NbO_x katmanlarından en az birini içermektedir. Tercih edilen uygulamada ikinci dielektrik katman (202) olarak TiO_x kullanılmaktadır. TiO_x, kırılma indisi yüksek bir malzeme olduğu için, daha az toplam fiziksel kalınlık ile aynı optik performansın elde edilmesini sağlamakta, low-e

15 kaplamanın (101) %T_{vis} değerini artırıcı rol oynamaktadır. TiO_x katmanının kırılma indisi 2,40 ile 2,60 arasındadır. Tercih edilen uygulamada 2,45 – 2,55 olarak belirlenmiştir. İkinci dielektrik katman (202) olan TiO_x katmanı kalınlığı 2 nm - 8 nm arasındadır. Tercih edilen uygulamada TiO_x katmanı kalınlığı 2 nm - 6 nm arasındadır. Daha da tercih edilen uygulamada TiO_x katmanı kalınlığı 2 nm - 5 nm

20 arasındadır.

Camdan sonraki birinci ve ikinci katmanlar olan Si_xN_y içeren birinci dielektrik katmanı (201) ve ikinci dielektrik katman (202) olan TiO_x katmanı birlikte kullanıldığında, ikinci dielektrik katman (202) olan TiO_x katmanının yüksek kırılma

25 indisi sayesinde, daha ince Si_xN_y içeren birinci dielektrik katman (201) kullanımı ile optik performansın optimize edilmesi mümkün olmaktadır. Belirtilen kalınlık değerlerinin altında veya üzerine çıkılması durumunda low-e kaplamalı (101) camın (10) renk ve optik performansında ciddi değişimler görülmektedir. Bahsedilen renk değerlerinden CIELAB renk uzayındaki a* ve b* değerleridir.

Birinci çekirdekletirici katman (211) ile birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) arasında bir ikinci çekirdekletirici katman (212) konumlanmaktadır. Bahsedilen ikinci çekirdekletirici katman (212) NiCr, NiCrO_x, Ti, TiO_x, ZnAl, ZnSn, ZnSnO_x, SiAl, SiAlN, SiAlO_xN_y, ZnO_x malzemelerinden en az birini içermektedir. Tercih

edilen uygulamada ikinci çekirdekletirici katman (212) olarak metalik yapıda olan NiCr kullanılmaktadır. İkinci çekirdekletirici katman (212) olan NiCr katman kalınlığı 0,3 nm – 1,2 nm aralığındadır. Böylece yüksek geçirgen özellikte ve mekanik dayanımı yüksek olan bir low-e kaplamalı (101) cam (10) elde edilebilmektedir. Tercih edilen uygulamada ikinci çekirdekletirici katman (212) NiCr katman kalınlığı 0,3 nm – 1,0 nm aralığındadır. Böylece ısı işlem sonrası nihai üründe yüksek geçirgenlik sağlanması kolaylaşmaktadır. En tercihen ikinci çekirdekletirici katman (212) olan NiCr katman kalınlığı 0,4 nm – 0,9 nm arasındadır. Böylece ısı işlem sonrası low-e kaplamalı (101) camın (10) yüksek geçirgen özellikte elde edilebilmesine ilaveten mekanik dayanımının gerek yeter mertebede artırılması kolaylaşmaktadır.

Birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) arasında konumlanarak birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katmanı (25) birbirinden ayıran ve low-e katman (101) diziliminin hedeflenen performansa ulaşmasını sağlayan bir orta dielektrik yapısı (24) mevcuttur. Bahsedilen orta dielektrik yapısı (24) en az bir dielektrik katman içermektedir. Buluşun bir uygulamasında orta dielektrik yapısı (24) en az bir dielektrik katman ile birlikte dielektrik katman komşuluğunda konumlanan en az bir üçüncü çekirdekletirici katman (243) içermektedir. Üçüncü çekirdekletirici katman (243) NiCr, NiCrO_x, TiO_x, ZnSnO_x, ZnAlO_x, ZnO_x'den en az birini içermektedir. Tercihen üçüncü çekirdekletirici katman (243) ZnAlO_x içermektedir.

Buluşun tercih edilen uygulamasında orta dielektrik katman yapısı (24) Si_xN_y, TiN_x, ZrN_x, ZnSnO_x, ZnAlO_x, SiAlN_x, SiAlO_xN_y, SiO_xN_y, TiO_x, ZnO_x' den seçilen en az iki dielektrik katman içermektedir. Seçilen iki dielektrik katman birbirleri ile temas etmektedir. Orta dielektrik yapısı (24) bir üçüncü dielektrik katman (241), bir dördüncü dielektrik katman (242) ve üçüncü çekirdekletirici katmanı (243) birlikte içermektedir. Orta dielektrik yapısı (24) ikinci kızılötesi yansıtıcı katmanı (25) olan Ag katmanına doğrudan temas edecek şekilde konumlanmaktadır. Buluşun tercih edilen yapılması üçüncü dielektrik katman (241) olarak ZnAlO_x, dördüncü dielektrik katman (242) olarak Si_xN_y içermektedir. Üçüncü dielektrik katman (241) olan ZnAlO_x içeren katman kalınlığı 11 nm – 27 nm arasındadır. Tercih edilen uygulamada üçüncü dielektrik katman (241) olan ZnAlO_x içeren katman kalınlığı 13

nm - 24 nm arasındadır. Daha da tercih edilen uygulamada üçüncü dielektrik katman (241) olan $ZnAlO_x$ içeren katman kalınlığı 15 nm - 20 nm aralığındadır. Si_xN_y içeren dördüncü dielektrik katman (242) kalınlığı 35 nm - 55 nm arasındadır. Tercih edilen uygulamada Si_xN_y içeren dördüncü dielektrik katman (242) kalınlığı 40 nm – 52 nm arasındadır. Daha da tercih edilen uygulamada Si_xN_y içeren dördüncü dielektrik katman (242) kalınlığı 43 nm - 50 nm arasındadır.

Üçüncü çekirdekleştirici katman (243) olan $ZnAlO_x$ içeren katman kalınlığı 18 nm – 30 nm arasındadır. Tercih edilen uygulamada üçüncü çekirdekleştirici katman (243) olan $ZnAlO_x$ içeren katman kalınlığı 19 nm - 27 nm arasındadır. Daha da tercih edilen uygulamada üçüncü çekirdekleştirici katman (243) olan $ZnAlO_x$ içeren katman kalınlığı 20 nm - 25 nm arasındadır.

Bahsedilen orta dielektrik yapısının (24) içermiş olduğu dielektrik katmanların kalınlıkları ve yapıları ayrı ayrı optimize edilerek cam (10) tarafı ve kaplama tarafı yansıma ve renk değerleri hedeflenen değerlerin elde edilmesi konusunda daha fazla seçenek oluşturmaktadır. Orta dielektrik yapının (24) sandviç formunda olması hedeflenen yansıma ve renk değerlerinin optimize edilebilmesi sağlamanın yanında ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) olan Ag katmanının optoelektronik özelliklerinin iyileştirilmesi için gereklidir.

Şöyle ki;

Orta dielektrik yapının (24) tek ve kalın bir katmandan oluşması halinde, amorf olması hedeflenen orta dielektrik yapının (24) kısmen ve/veya tamamen kristalin bir yapı gösterme olasılığı artmaktadır. İkinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) olan Ag ile doğrudan temasta olan çekirdekleştirici olarak kullanılan katman, kendisinin diğer yüzeyine temas eden katman üzerinde büyürken, büyüdüğü katmanın kristalizasyonundan olumsuz etkilenmemesi için büyüdüğü bu katmanın amorf yapıda olması tercih edilmektedir. Buluşta Ag içeren ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) ile $ZnAlO_x$ içeren üçüncü çekirdekleştirici katman (243) doğrudan temastadır. $ZnAlO_x$ içeren üçüncü çekirdekleştirici katmanın (243) diğer yüzeyine amorf yapıdaki Si_xN_y içeren dördüncü dielektrik katmanı (242) temas etmektedir. Orta dielektrik yapının (24) tek ve kalın bir $ZnAlO_x$ içeren üçüncü çekirdekleştirici

katmandan (243) oluşması halinde, kristalin olan üçüncü çekirdekleştirici katmanın (243) yüzey pürüzlülüğü artmış olacaktır. Yüzey pürüzlülüğünün artması low-e kaplamalı (101) camın (10) mekanik dayanımına olumlu katkı sağlayacak olmakla birlikte, üçüncü çekirdekleştirici katmanın (243) üzerine konumlanan ikinci kızılötesi yansıtıcı katmanının (25) kızılötesi ışınları yansıtma oranını azaltacaktır. Bu nedenle mekanik ve optik olarak istenilen özelliklerin hepsinin elde edilebilmesi için low-e kaplamadaki (101) katman kalınlıkları, katman içerikleri ve dizilim sıralanmasının bu buluşta anlatıldığı şekilde optimize edilmesi gerekmektedir. Böylece kristalin uyumsuzluk gibi bir problem ve dolayısı ile üçüncü çekirdekleştirici katman (243) yapısının kristalizasyonunun etkilenmesi ve istenmeyen kalıntı gerilimin oluşması ihtimali azaltılmaktadır. Üçüncü çekirdekleştirici katman (243) özelindeki hassasiyet, ikinci kızılötesi yansıtıcı katmanın (25) olması gereken kristalografik oryantasyonda büyümesini sağlamaktadır. Orta dielektrik yapı (24) toplamda 64 nm- 112 nm aralığında bir kalınlığa sahiptir. Tercih edilen uygulamada orta dielektrik yapı (24) toplamda 72 nm- 103 nm aralığında bir kalınlığa sahiptir. Daha da tercihen orta dielektrik yapı (24) toplamda 78 nm - 95 nm aralığında bir kalınlığa sahiptir.

Birinci kızılötesi yansıtıcı katmanın (22) üzerinde bir birinci bariyer katman (23) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katmanın (25) üzerinde bir ikinci bariyer katman (26) konumlanmaktadır. Birinci bariyer katman (23) ve ikinci bariyer katman (26) NiCr, NiCrO_x, Ti, TiO_x, ZnAlO_x, ZnO_x malzemelerinden en az birini içermektedir. Tercih edilen uygulamada birinci bariyer katman (23) ve ikinci bariyer katman (26) olarak NiCrO_x kullanılmaktadır. NiCrO_x içeren birinci bariyer katman (23) ve NiCrO_x içeren ikinci bariyer katman (26) kalınlıkları 1,6 nm – 2,5 nm aralığındadır. Tercih edilen uygulamada NiCrO_x içeren birinci bariyer katman (23) ve NiCrO_x içeren ikinci bariyer katman (26) kalınlıkları 1,7 nm – 2,4 nm aralığındadır. Tercih edilen uygulamada NiCrO_x içeren birinci bariyer katman (23) ve NiCrO_x içeren ikinci bariyer katman (26) kalınlıkları 1,8 nm – 2,3 nm arasındadır.

NiCrO_x içeren birinci bariyer katman (23) ve NiCrO_x içeren ikinci bariyer katmanı (26); birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) olan Ag katmanlarından sonra gelen katmanların üretimi için kullanılan proses gazlarından Ag katmanlarının etkilenmemesi için kullanılmaktadır. Aynı zamanda

NiCrO_x katmanları, Ag katmanlarından sonra gelecek dielektrik katmanlar arasındaki metalik ve dielektrik geçişinde yapısal uyumu sağlayarak ısıtım işlem öncesi olası yapışma zayıflığını bertaraf etmektedir. Ayrıca NiCrO_x katmanları, temper, bükme vb. gibi ısıtım işlem süreçlerinde kendisi öncelikli oksitlenmekte ve böylece Ag katmanlarının oksitlenerek yapısal bozulmaya uğramasını engellemektedir.

İkinci bariyer katman (26) üzerinde bir üst dielektrik yapı (27) konumlanmaktadır. Bahsedilen üst dielektrik yapı (27) bir beşinci dielektrik katman (271) ve bir üst dielektrik katman (272) içermektedir. Beşinci dielektrik katman (271) ZnSnO_x, ZnAlO_x, SiO_xN_y, ZrO_x, SiO_x, Si_xN_y, TiO_x, ZnO_x'den en az birini içermektedir.

SiO_xN_y içeren üst dielektrik katmanının (272) NiCrO_x içeren ikinci bariyer katman (26) ile doğrudan temas halinde olacak şekilde kullanıldığı durumda, bahsedilen katmanlar birbirleriyle uyumsuz davranış göstermekte, zayıf mekanik ve ısıtım dayanımı sergilemektedir. Bu amaçla patente konu olan low-e kaplamada (101) bulunan NiCrO_x içeren ikinci bariyer katmanı (26) ile SiO_xN_y içeren üst dielektrik katmanı (272) arasına beşinci dielektrik katman (271) eklenerek low-e kaplamanın (101) kararlı ısıtım işlem davranışı göstermesi sağlanmaktadır. Beşinci dielektrik katman (271), ZnAlO_x içermektedir. ZnAlO_x içeren beşinci dielektrik katman (271) kalınlığı 14 nm – 29 nm arasındadır. Tercih edilen uygulamada ZnAlO_x içeren beşinci dielektrik katman (271) kalınlığı 16 nm – 27 nm arasındadır. Daha da tercih edilen uygulamada ZnAlO_x içeren beşinci dielektrik katman (271) kalınlığı 18 nm – 25 nm arasındadır.

Si_xN_y içeren üst dielektrik katman (272) yerine, SiO_xN_y içeren üst dielektrik katman (272) kullanıldığı durumda, SiO_xN_y'ün kırma indisinin Si_xN_y'den daha düşük olması nedeni ile aynı optik davranış daha kalın bir SiO_xN_y içeren katman ile elde edilebilmektedir. Böylece daha kalın bir üst dielektrik katman (272) kullanılarak kaplamanın mekanik dayanımı artırılmaktadır. SiO_xN_y içeren üst dielektrik katman (272) kalınlığı 10 nm – 25 nm arasındadır. Tercih edilen uygulamada SiO_xN_y içeren üst dielektrik katman (272) kalınlığı 12 nm – 21 nm arasındadır. Daha da tercih edilen uygulamada SiO_xN_y içeren üst dielektrik katman (272) kalınlığı 13 nm – 20 nm arasındadır.

ZnAlO_x içeren birinci çekirdekleştirici katman (211), üçüncü dielektrik katman (241), üçüncü çekirdekleştirici katman (243) ve beşinci dielektrik katman (271) kırma indisi aralıkları 1,93 – 2,13 'dur. Tercih edilen yapılanmada ZnAlO_x içeren birinci çekirdekleştirici katman (211), üçüncü dielektrik katman (241), üçüncü çekirdekleştirici katman (243) ve beşinci dielektrik katman (271) kırma indisi aralıkları 1,98– 2,08'dir.

Buluş konusu mimari ve otomotiv kullanıma yönelik olan low-e kaplamalı (101) ürünler için hedeflenen geçirgenlik ve yansıma değerlerini elde edebilmek birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) kalınlıkları 6 nm – 20 nm arasındadır. Tercih edilen uygulamada birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) kalınlıkları 7 nm - 19 nm arasındadır. Daha spesifik olarak hem hedeflenen performans değerine ulaşılması hem de istenilen renk özellikleri ve görünür bölgede düşük içe ve dışa yansıma değerleri elde edilebilmesi için birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) kalınlıkları 8 nm - 18 nm arasındadır. Hedeflenen seçicilik ve optik performansın yakalanması için ürünün birbirinden bağımsız Ag içeren iki ayrı kızılötesi yansıtıcı katmana sahip olması gerekmektedir. Birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) kalınlığının bir birine oranı 0,5 ile 1,3 arasındadır. Tercihen birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katman (25) kalınlığının bir birine oranı 0,6 ile 1,1 arasındadır.

Yukarıda anlatılan katman dizilimi ile hedeflenen performans değeri tek cam (10) olarak 6 mm alt cam (10) kullanımı için ısıtılma işlem öncesi görünür bölge geçirgenlik değeri %60 ile %73 arasında olması tercih edilmektedir. Daha tercih edilen uygulamada, %62 ile %68 arasında olmalıdır. Tek cam (10) olarak 6 mm alt cam (10) kullanımı için ısıtılma işlem öncesi direkt güneş enerjisi geçirgenliği değeri % 31 ile % 43 arasında olması tercih edilmektedir. Daha tercih edilen uygulamada, %34 ile %41 arasında olmalıdır. Ayrıca tüm diğer dielektrik katmanların optimizasyonu ile de bu performansın elde edilmesi desteklenmelidir.

Low-e kaplamanın (101) en üst dielektrik katmanının (272) özellikleri, kaplamalı camın (10) ısıtılma işlem esnasındaki karakterini belirlemesinden dolayı low-e kaplamalı

(101) camın (10) depolama ömrü, ısıtıl işlenebilirliği, dayanımı ve görsel estetiği açısından oldukça önemlidir.

5 Birinci bariyer katman (23) ve ikinci bariyer katmanının (26) bir diğer rolü; low-e kaplamanın (101) birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) ve ikinci kızılötesi yansıtıcı katmanının (25) opto-elektronik özelliklerinin ikincil işlemler ve kullanım ömrü boyunca kararlı şekilde korunmasıdır. Low-e kaplamanın (101) birinci bariyer katman (23) ve ikinci bariyer katmanının (26) kaplama şartları, kaplamalı camın (10) ısıtıl işlem esnasındaki karakterini belirleyen ve low-e kaplamalı (101) camın 10 (10), opto-elektronik özelliklerine etki eden bir diğer kritik parametredir. Hedeflenen $\%T_{vis}$ değeri için low-e kaplamadaki (101) birinci bariyer katmanın (23) ve ikinci bariyer katmanının (26) absorblama davranışının, malzeme özelliği geliştirilerek minimize edilmesi gerekmektedir.

15 Yukarıda tanımlanan lowe kaplamalı (101) cam (10), nötral renk değerlerine sahip ısıtıl yalıtım üniteleri elde edilmesine olanak sağlamaktadır. CIELAB renk uzayında, ısıtıl işlem sonrası elde edilen lowe kaplamalı (101) camın (10) kaplamasız tarafındaki yüzey normaline 0° ile bakıldığında yansıma a^* ve b^* değerleri 0 ile -10 arasında kalarak nötralliği sağlamaktadır.

20 Yukarıda tanımlanan lowe kaplamalı (101) cam (10), nötral renk değerlerini farklı gözlem açılarında korumaktadır. CIELAB renk uzayında; ısıtıl işlem sonrası elde edilen low-e kaplamalı (101) camın (10) kaplamasız tarafındaki yüzey normaline -60'ye kadar olan gözlem açılarında yansıma a^* ve b^* değerleri en çok ± 2 25 mertebesinde değişmektedir. Bu sayede de yukarıda bahsedilen nötrallik farklı gözlem açılarında da korunmaktadır.

30 Birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) altında konumlanan ikinci çekirdekleştirici katman (212) varlığı ısıtıl işlem sonrasında gözlenen yapışma ve çizilme dayanımını arttırmaktadır.

Mekanik yapışma ve çizilme testleri olarak bant testi, fırça testi ve ovalama testidir. Bant testi ASTM 3359 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmektedir. Test, 3M Scotch marka yapışkan özellikteki bandın kaplama üzerine 15 mm x 100 mm

ebatlarında yapıştırılması ve belirli bir süre sonrasında yüzey normal doğrultusunda tek seferde çıkarılması sonucu kaplama yüzeyindeki deformasyonların ölçümlendiği bir testtir.

- 5 Fırça testi; low-e kaplamalı (101) camın (10), cam yıkama makinelerindeki fırça altından tek seferde geçiş ve 1 dakika süresince fırçalanarak bekletilmesi ile yüzeyde oluşan deformasyonların ölçümlendiği bir testtir.

- 10 Ovalama testi; üzerine izopropilalkol tatbik edilen tozsuz kâğıdın kaplamalı cam yüzeyindeki aynı bölgenin, belirli bir süre ve tekrarda, tercihen 10 tekrar, ovalanması sonucunda yüzeyde oluşan deformasyonların ölçümlendiği bir testtir.

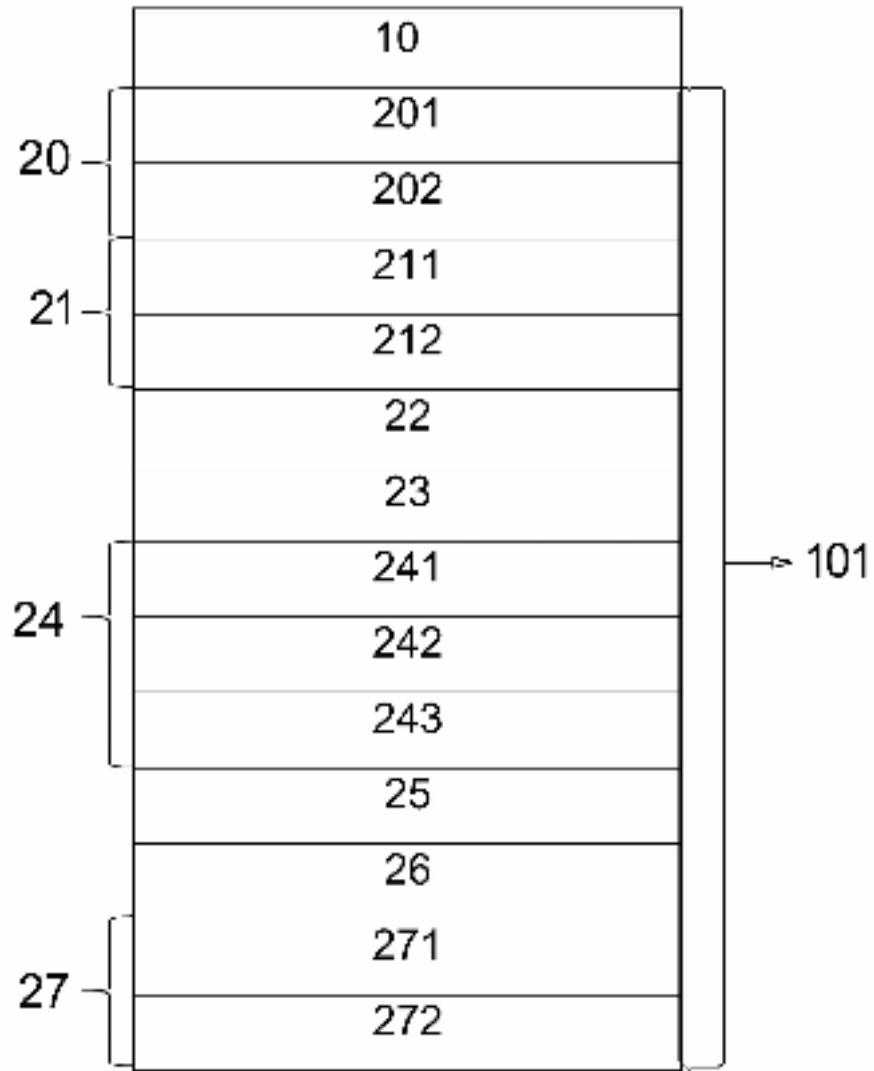
- 15 Kaplamanın çizilme ve soyulmaya karşı direncini gözlemlemek üzere kaplamalı camdan alınan numuneler otomatize bir teste tabi tutulmuştur. Yatay ekseninde lineer git gel hareketi yapabilme kabiliyetindeki bir kol ucuna yerleştirilen baskı parçasına belirli bir ağırlık konularak kaplamalı cam numunelerin üzerinde hareket etmesi sağlanmaktadır. Baskı parçası ile kaplamalı cam yüzeyi arasına ISO105-F9 standardına uygun SDC Enterprises marka ve teknikte “cotton lawn rubbing fabric” olarak bilinen pamuk kumaştan imal bir bez yerleştirilmektedir. Teste tabi kaplamalı cam yüzeyinde 2ml saf su damlatılarak ve 0,126N/mm² basınç uygulanarak 50 kez git gel hareketi yapılmaktadır. Tanımı yapılan bu test “otomatik ıslak ovalama testi” olarak adlandırılmaktadır. Test sonucunda görsel olarak kaplamadaki çizilme ve kalkmalar analiz edilir.

- 25 Low-e kaplamanın (101) ikincil işlemler esnasındaki süreçlere mekanik olarak dayanıklı olabilmesi için bu testleri başarı ile geçmiş olması gerekmektedir. Ürün temperlendikten sonra yapılan ovalama, bant, fırça ve otomatik ıslak ovalama testlerinde kaplama yüzeyinde en fazla, kuvvetli ışık kaynağı altında en fazla 30 cm mesafeden bakıldığında az sayıda kılcal çiziğe izin verilmektedir. Kaplamalı numunelerin testten geçebilmesi için kabul kriteri, tekrarlanan testler sonrasında elde edilen sonuçların tümü değerlendirildiğinde çizik oluşmaması yönünde olmasıdır. Herhangi bir soyulma, kopma ve delaminasyon olması durumunda numune testlerden geçememektedir.

İkinci çekirdekleştirici katman (212) yukarıda belirtilen kalınlık değeri altında kullanıldığı durumda low-e kaplamalı (101) cam (10) yukarıda anlatılan testleri başarı ile geçememektedir. Buluş konusu low-e kaplamalı (101) cama (10) ilişkin yukarıda anlatılan tüm katmanlar belirtilen sıra ve kalınlık aralılarında kullanılması şart ile birinci kızılötesi yansıtıcı katman (22) altında konumlanan ikinci çekirdekleştirici katmanın (212) belirtilen kalınlık aralıklarında kullanıldığında buluş konusu çift gümüşlü low-e kaplamalı (101) cam (10) bu testleri başarı ile geçebilmektedir. İkinci çekirdekleştirici katman (212) kullanımı buluş konusu low-e kaplamalı (101) camın (10) mekanik dayanımı için önem arz etmektedir.

Buluşun koruma kapsamı ekte verilen istemlerde belirtilmiş olup kesinlikle bu detaylı anlatımda örnekleme amacıyla anlatılanlarla sınırlı tutulamaz. Zira teknikte uzman bir kişinin, buluşun ana temasından ayrılmadan yukarıda anlatılanlar ışığında benzer yapılanmalar ortaya koyabileceği açıktır.

1/1



Şekil 1