

ÖZET

BİR FOSFOR DÖNÜŞÜMLÜ BEYAZ LED PAKETİ

- 5 Bu buluş bir fosfor dönüşümlü beyaz LED paketi ile, özellikle fosfor kullanım miktarını azaltmayı ve ışık rengi sıcaklığının ayarlanmasını sağlayan cam küre formunda optik elemanlar içeren bir fosfor dönüşümlü beyaz LED paketi ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Bir mavi LED yongası (2); mavi LED yongasının (2) karşısına konumlanmış bir alttaş (3); tutucu ortam (4) ve fosfor tanecikleri (5) içeren, alttaşın (3) mavi LED yongasına (2) bakan yüzeyi üzerinde konumlanmış en az bir dönüştürücü katman (6); **içeren** bahsedilen dönüştürücü katman (6) içerisinde yer alan, kırılma indisi 1.50 ila 2.10 arasında olan, 1 - 200µm çapa sahip bir cam küre formunda optik elemanlar (7); fosfor tanecikleri (5) ile optik elemanlar (7) oranı kütlece 0.3 - 3.0 olması; fosfor tanecikleri (5) ve optik eleman (7) toplamının tutucu ortam (4), fosfor tanecikleri (1) ve optik elemanlar (5) toplamına kütlece oranı % 45 ila 65 olması **ile karakterize edilen** bir LED paketi (1).
2. Bir mavi LED yongası (2); mavi LED yongasının (2) karşısına konumlanmış bir alttaş (3); tutucu ortam (4) ve fosfor tanecikleri (5) içeren, alttaşın (3) mavi LED yongasına (2) bakan yüzeyi üzerinde konumlanmış en az bir dönüştürücü katman (6); **içeren** kırılma indisi 1.50 ila 2.10 arasında olan, 1 - 200µm çapa sahip bir cam küre formunda optik elemanlar (7) ve tutucu ortam (4) içeren, bahsedilen dönüştürücü katmanın (6) boşta kalan yüzeyi üzerinde yer alan bir optik katman (8); fosfor tanecikleri (5) ile optik elemanlar (7) oranı kütlece 0.3 - 3.0 olması; fosfor tanecikleri (5) ve optik eleman (7) toplamının tutucu ortam (4), fosfor tanecikleri (1) ve optik elemanlar (5) toplamına kütlece oranı % 45 ila 65 olması **ile karakterize edilen** bir LED paketi (1).
3. Homojen dağılım sağlayacak Dr Blade, Bant Kaplama (Tape Coating), Elektrikli spreyleme (electrospraying), dökme (drop cast) gibi bir kaplama yöntemiyle, tercihen spreyleme yöntemiyle kaplanarak konumlanmış dönüştürücü katman (6) içeren istem 1'deki gibi bir LED paketi (1).
4. Homojen dağılım sağlayacak Dr Blade, Bant Kaplama (Tape Coating), Elektrikli spreyleme (electrospraying), dökme (drop cast) gibi bir kaplama

yöntemiyle, tercihen spreycaplama yöntemiyle kaplanarak konumlanmış dönüştürücü katman (6) ve/veya optik katman (8) içeren istem 2'deki gibi bir LED paketi (1).

- 5 **5.** Yayıcı polikarbonat, saydam polikarbonat, yayıcı pleksiglas, saydam pleksiglas, yayıcı polistiren, saydam polistiren veya cam malzemesinden üretilmiş alttaş (3) içeren istem 1 veya 2'deki gibi bir LED paketi (1).
- 10 **6.** Polydimethylsioxane (PDMS), epoksi, polyester, polistiren veya poli etilen glikol (PEG) malzeme olan tutucu ortam (4) içeren istem 1 veya 2'deki gibi bir LED paketi (1).
- 7.** LED yongası (2) ile alttaş (3) arasındaki mesafenin 0 cm ila 4 cm olmasını içeren istem 1 veya 2'deki gibi bir LED paketi (1).
- 15 **8.** LED yongası (2) ile alttaş (3) arasındaki mesafenin 0 cm'den farklı olmasını ve LED yongasından (2) çıkan ışık ışınlarının LED yongası (2) ile alttaş (3) arasında oluşan boşluktan (B) LED paketi (1) dışarısına kaçmasını engelleyen ve bahsedilen boşluğa (B) gelen bahsedilen ışık ışınlarının alttaşa (3) doğru
- 20 yönlenmesini sağlayan bir yansıtıcı perde (9) içeren istem 1 veya 2'deki gibi bir LED paketi (1).
- 9.** Beyaz ışığın homojen şekilde ortama verilmesini sağlayan bir yayıcı katman içeren istem 1 veya 2'deki gibi bir LED paketi (1).

25

TARİFNAME

BİR FOSFOR DÖNÜŞÜMLÜ BEYAZ LED PAKETİ

5 Teknik Alan

Bu buluş bir fosfor dönüşümlü beyaz LED paketi ile, özellikle fosfor kullanım miktarını azaltmayı ve ışık rengi sıcaklığının ayarlanmasını sağlayan cam küre formunda optik elemanlar içeren bir fosfor dönüşümlü beyaz LED paketi ile ilgilidir.

Buluşun Öncesi

Teknolojinin gelişimiyle birlikte aydınlatma sektöründeki akkor ve floresan lambaların yerini enerji tasarrufu bahsedilen lambalara göre oldukça yüksek olan LED (light emitting diode) ışık kaynakları almaya başlamıştır. Aydınlatma sektöründe ihtiyaç duyulan en yaygın ışık kaynağı renklerinden birisi ise beyaz ışıktır. Beyaz ışık yayan LED ışık kaynağı elde etme yollarından birisi fosfor dönüşümlü beyaz LED paketleridir. Fosfor dönüşümlü beyaz LED paketi temel olarak bir mavi LED yongadan, bir sarı fosfor tabakasından ve bir yayıcı plakadan oluşmaktadır. Mavi LED yongadan çıkan yüksek şiddetteki mavi ışık ışınlarının bir kısmı sarı fosfor parçacıklarını (örneğin Seryum ile aşılınmış itriyum alüminyum oksit (YAG:CE⁺³)) uyarır. Uyarılmış sarı fosfor parçacıkları ortama sarı renkte ışık ışınları yayar. Mavi LED yongadan çıkan yüksek şiddetteki mavi ışık ışınlarının kalan kısmı sarı renkteki ışık ışınları ile birleşir ve beyaz renkte ışık ışınları oluşur. Bir yayıcı plaka yardımıyla da beyaz ışığın homojen şekilde ortama verilmesi sağlanır. Ek olarak, tekniğin öncesinde farklı türde ve/veya miktarda fosfor elementlerinin kullanılmasıyla farklı sıcaklıklarda beyaz ışık oluşturulabilmektedir.

30

Genel olarak nadir toprak elementleri barındıran (rare-earth elements) fosfor malzemelerinin teknolojik ürünlerde kullanılmaya başlanması ile fosfor optik elemanına talep her geçen gün artmaktadır. Artan talep ile birlikte fosfor fiyatları artış göstermeye başlamıştır. Dolayısıyla fosfor dönüşümlü beyaz LED paketlerinde kullanılan fosfor miktarının düşürülmesi önemli ekonomik katkılar sağlayacak ve beyaz LED üretim maliyetlerini düşürecektir.

Buluş konusu fosfor dönüşümlü beyaz LED paketinde cam küre formunda optik elemanlar kullanılarak fosfor kullanım miktarı azaltılmıştır. Bununla birlikte tekniğin öncesinde beyaz ışık sıcaklığının değiştirilmesi için farklı türde ve/veya miktarda fosfor kullanılması gerekirken, mevcut buluşta kullanılan fosfor tipi ve miktarı değiştirilmeden optik eleman kullanım miktarının değiştirilmesiyle farklı sıcaklıklarda beyaz ışık üreten LED paketleri oluşturulabilmektedir.

15 **Buluşun Kısa Açıklaması**

Bu buluşun amacı, fosfor kullanım miktarı azaltmış bir fosfor dönüşümlü beyaz LED paketi gerçekleştirmektir.

20 Sabit türde ve kütlede fosfor taneciği kullanılarak LED paketinin üreteceği beyaz ışık renk sıcaklığının değiştirebildiği bir LED paketi gerçekleştirmektir.

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

25 Bu buluşun amacına ulaşmak için gerçekleştirilen bir fosfor dönüşümlü beyaz LED paketinin örnek bir uygulamasının daha iyi anlaşılabilmesi için uygulama ekli şekillerde gösterilmiş olup, buluşun ayrıntıları tarifnamenin tamamı göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir, bu şekiller;

30 **Şekil 1.** Buluşun bir uygulamasındaki LED paketinin şematik görünüşüdür.

Şekil 2. Buluşun başka bir uygulamasındaki LED paketinin şematik görünüşüdür.

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

1. LED paketi
2. LED yongası
3. Alttaş
- 10 4. Tutucu ortam
5. Fosfor tanecikleri
6. Dönüştürücü katman
7. Optik elemanlar
8. Optik katman
- 15 9. Yansıtıcı perde
- B. Boşluk

Buluş konusu fosfor dönüşümlü beyaz LED paketinin (1) uygulamalarında en az
bir mavi LED yongası (2), mavi LED yongasının (2) karşısına konumlanmış bir
20 alttaş (3), alttaşın (3) mavi LED yongasına (2) bakan yüzeyi üzerinde
konumlanmış bir tutucu ortam (4) ve dalgaboyu dönüştürücü fosfor tanecikleri (5)
(örneğin $YAG:Ce^{+3}$) içeren bir dönüştürücü katman (6) ve optik elemanlar (7)
içermektedir.

25 Buluşun birinci uygulamasında optik elemanlar (7) tutucu ortam (4) ve fosfor
tanecikleri (5) içeren dönüştürücü katman (6) içerisinde homojen olarak dağılmış
şekilde yer almaktadır. Tutucu ortam (4), fosfor tanecikler (5) ve optik elemanlar
(7) içeren dönüştürücü katman (6) tek bir katman halinde alttaşın (3) bahsedilen
yüzeyinde yer almaktadır. Buluşun bu uygulamasındaki tutucu ortam (4), fosfor
30 tanecikleri (5) ve optik elemanlar (7) içeren dönüştürücü katmanda (6) fosfor
tanecikleri (5) ve optik elemanlar (7) tutucu ortam (4) ve dönüştürücü katman (6)

içerisinde homojen olarak dağılmış durumdadır. Fosfor taneciklerinin (5) ve optik elemanların (7) özkütlesi yüksek olduğundan (örneğin YAG:Ce⁺³ özkütlesi yaklaşık 4.7 gr/cm³'tür, camın özkütlesi yaklaşık olarak 2.6 gr/cm³) tutucu ortam (4), fosfor tanecikleri (5) ve optik elemanlar (7) karıştırılarak hazırlanmış karışımda fosfor tanecikleri (5) ve/veya optik elemanlar (7) tutucu ortam (4) içerisinde hızlıca çökmektedir. Bundan dolayı tutucu ortam (4), fosfor tanecikler (5) ve optik elemanlar (7) karıştırılarak hazırlanmış karışım, homojen dağılım elde edilebilecek bir kaplama yöntemi ile hazırlanmalıdır. Bunun için tercihen spreycaplama yöntemi kullanılarak alttaşın (3) bahsedilen yüzeyine kaplanmıştır. Böylece fosfor taneciklerinin (5) ve optik elemanların (7) homojen olarak tutucu ortam (4) içerisinde dağıldığı bir dönüştürücü katman (6) oluşturulmuştur.

Buluşun bir ikinci uygulamasında optik elemanların (7) dönüştürücü katman (6) içerisinde yer alması yerine bir ikinci katman halinde dönüştürücü katman (6) üzerinde yer almaktadır. Buluşun bu uygulamasında alttaşın (3) mavi LED yongasına (2) bakan yüzeyi üzerinde konumlanmış tutucu ortam (4) ve dalgaboyu dönüştürücü fosfor tanecikleri (5) içeren bir dönüştürücü katman (6) yer almaktadır. Dönüştürücü katmanın (6) diğer yüzeyinde ise tutucu ortam (4) ve optik elemanları (7) içeren bir optik katman (8) yer almaktadır. Bir sandviç formunda sırasıyla alttaş (3), dönüştürücü katman (6) ve optik katman (8) oluşturulmuştur. Buluşun bu uygulamasındaki tutucu ortam (4) ve fosfor tanecikleri (5) içeren dönüştürücü katmanda (6) fosfor tanecikleri (5) tutucu ortam (4) ve dönüştürücü katman (6) içerisinde homojen olarak dağılmış durumdadır. Fosfor taneciklerinin (5) özkütlesi yüksek olduğundan (örneğin YAG:Ce⁺³ özkütlesi yaklaşık 4.7 gr/cm³'tür) tutucu ortam (4) ve fosfor tanecikleri (5) karıştırılarak hazırlanmış karışımda fosfor tanecikleri (5) tutucu ortam (4) içerisinde hızlıca çökmektedir. Bundan dolayı tutucu ortam (4) ve fosfor tanecikler (5) karıştırılarak hazırlanmış karışım, homojen dağılım elde edilebilecek bir kaplama yöntemi ile hazırlanmalıdır. Bunun için tercihen spreycaplama yöntemi kullanılarak alttaşın (3) bahsedilen yüzeyine kaplanmıştır.

Böylece fosfor taneciklerinin (5) homojen olarak tutucu ortam (4) ve dönüştürücü katman (6) içerisinde dağıldığı bir dönüştürücü katman (6) oluşturulmuştur. Buluşun bu uygulamasındaki optik elemanlar (7) ve tutucu ortam (4) optik katman (8) içerisinde homojen olarak dağılmış durumdadır. Optik elemanların (7) özkütlesi yüksek olduğundan (camın özkütlesi yaklaşık olarak 2.6 gr/cm³) tutucu ortam (4) ve optik elemanlar (7) karıştırılarak hazırlanmış karışımda optik elemanlar (7) tutucu ortam (4) içerisinde hızlıca çökelmektedir. Bundan dolayı tutucu ortam (4) ve optik elemanlar (7) karıştırılarak hazırlanmış karışım, homojen dağılım elde edilebilecek bir kaplama yöntemi ile hazırlanmalıdır.

5

10 Bunun için tercihen sprey kaplama yöntemi kullanılarak dönüştürücü katmanın (6) boşta kalan yüzeyine kaplanmıştır. Böylece optik elemanların (7) homojen olarak tutucu ortam (4) içerisinde dağıldığı bir optik katman (8) oluşturulmuştur.

Buluşun uygulamalarında alttaş (3) yayıcı (diffuser) polikarbonat, saydam polikarbonat, yayıcı (diffuser) pleksiglas, saydam pleksiglas, yayıcı (diffuser) polistiren, saydam polistiren, cam malzemelerinden üretilmiş olabilir.

15

Buluşun uygulamalarında tutucu ortam (4) tercihen şeffaftır ve polydimethylsioxane (PDMS), epoksi, polyester, polistiren, poli etilen glikol (PEG) malzemeleri olabilir. Buluşun tercih edilen uygulamasında polydimethylsioxane bir tutucu ortam (4) kullanılmıştır.

20

Buluşun uygulamalarında optik eleman (7) kırılma indisi 1.45 ile 2.10 (Bu kırılma indis değerleri, Sodyum -D Çizgi (Sodium - D Line) için 588.9 nm dalgaboyunda yapılmış ölçümlere karşılık gelmektedir) arasında olan, tane boyutu 1 - 200µm arasında, tercihen 5 - 45µm aralığında bir çapa sahip, tanelerin içleri boşluksuz (cam içerisinde olabilecek gaz, hava, vakum boşluğu gibi) ve gözeneksiz bir cam küre özelliklerdedir.

25

Buluşun uygulamalarındaki LED paketinde (1) fosfor tanecikleri (5) ile optik elemanlar (7) oranı kütlece 0.3 - 3.0 arasındadır.

30

Buluşun uygulamalarındaki LED paketinde (1) fosfor tanecikleri (5) ve optik elemanlar (7) toplamının tutucu ortam (4), fosfor tanecikleri (1) ve optik elemanlar (5) toplamına kütlece oranı % 45 ila 65'tir.

5

Buluşun uygulamalarında LED yongası (2) ile alttaş (3) arasındaki mesafe tercihen 0 cm ila 4 cm arasındadır. LED yongası (2) ile alttaş (3) arasındaki mesafenin 0 cm'den farklı olduğu uygulamalarda LED yongasından (2) çıkan ışık ışınlarının LED yongası (2) ile alttaş (3) arasında oluşan boşluktan (B) LED paketi (1) dışına kaçmasını engelleyen ve bahsedilen boşluğa (B) gelen bahsedilen ışık ışınlarının alttaşa (3) doğru yönlendirilmesini sağlayan bir yansıtıcı (reflective) perde (9) yer almaktadır. LED yongası (2) ile alttaş (3) arasında kalan bölümdeki boşlukta (B) bir gaz (hava veya diğer bir gazlar) bulunabilir veya vakum oluşturulabilir.

15

Buluşun birinci uygulamasında LED yongasından (2) çıkan mavi ışık ışınları öncelikle dönüştürücü katmana (6) ulaşır. LED yongası (2) ile alttaş (3) arasındaki mesafenin 0 cm'den farklı olduğu uygulamalarda LED yongasından (2) çıkan ışık ışınlarının LED yongası (2) ile alttaş (3) arasında oluşacak boşluğa (B) gelen mavi ışık ışınları yansıtıcı perde (9) vasıtasıyla alttaşa (3) doğru yönlendirilerek dönüştürücü katmana (6) ulaşması sağlanır. Dönüştürücü katmana (6) gelen mavi ışık ışınlarının bir kısmı fosfor taneciklerine (5) denk gelmez ve mavi ışık ışını olarak birinci kısım ışığı oluşturur. Mavi ışık ışınlarının kalan diğer bir kısmı ise fosfor tanecikleri (5) üzerine düşer ve fosfor taneciklerini (5) uyarır. Böylece fosfor taneciklerinin (5) sarı ışık ışınımı yapması sağlanır ve ikinci kısım ışık oluşur. Mavi birinci kısım ışık ve sarı ikinci kısım ışık birleşerek beyaz ışığı oluştururlar. Birinci kısım ışığın ve ikinci kısım ışığın bir kısmı bahsedilen formdaki optik elemanlar (7) üzerine düşer. Optik elemanlar (7) üzerine düşen ışık ışınları optik elemanlar (7) içerisinde optik girişime uğrarlar. Ayrıca optik elemanlar (7) üzerine düşen ışık ışınlarında yansıma (reflection), kırılma (refraction) ve geri yansıma (retroreflection) olayları gerçekleşir. Optik girişime,

yansımaya, kırılmaya, geri yansımaya uğramış birinci kısım mavi ışık ışınlarından bazıları fosfor tanecikleri (5) üzerine düşer ve ikinci kısım ışık oluşur. Böylece optik elemanlar (7) vasıtasıyla ikinci kısım ışık miktarı arttırılmış olur.

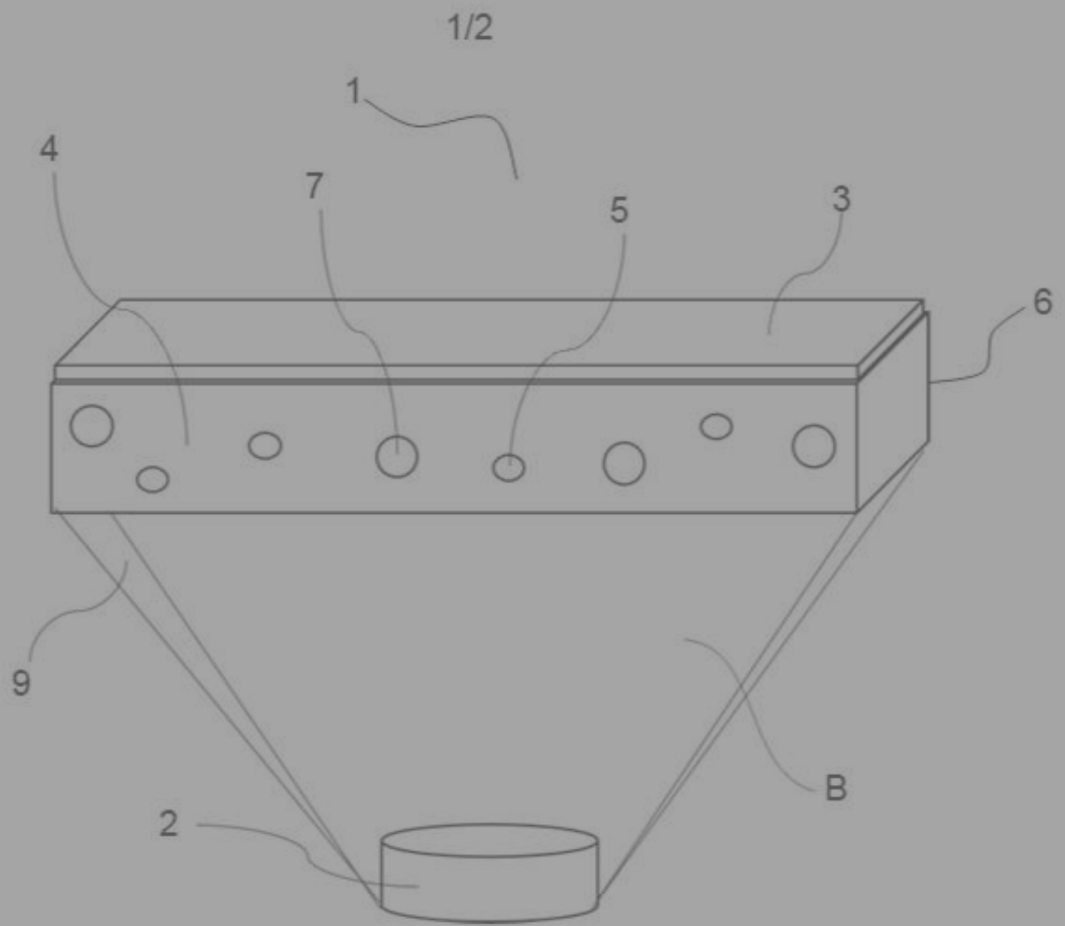
- 5 Buluşun ikinci uygulamasında LED yongasından (2) çıkan mavi ışık ışınları öncelikle optik katmana (8) ulaşır. LED yongası (2) ile alttaş (3) arasındaki mesafenin 0 cm'den farklı olduğu uygulamalarda LED yongasından (2) çıkan ışık ışınlarının LED yongası (2) ile alttaş (3) arasında oluşacak boşluğa (B) gelen mavi ışık ışınları yansıtıcı perde (9) vasıtasıyla alttaşa (3) doğru yönlendirilerek optik
- 10 katmana (8) ulaşması sağlanır. Optik katmana (8) gelen mavi ışık ışınlarının bir kısmı bahsedilen formdaki optik elemanlar (7) üzerine düşer. Optik elemanlar (7) üzerine düşen ışık ışınları optik elemanlar (7) içerisinde optik girişime uğrarlar. Ayrıca optik elemanlar (7) üzerine düşen ışık ışınlarında yansıma (reflection), kırılma (refraction) ve geri yansıma (retroreflection) olayları gerçekleşir.
- 15 Bahsedilen optik girişim ve olaylar sonucunda optik katmandan çıkan mavi ışık ışını yolları değişir ve bir kısmı daha odaklı hale gelmiş olur. Ardından ışın yolları değişmiş ve bir kısmı odaklanmış mavi ışık dönüştürücü katmana (6) ulaşır. Mavi ışığın ışın yollarının değişmesi ve bir kısmının optik katmandan daha odaklı çıkması sonucu dönüştürücü katman (6) içerisindeki fosfor tanecikleri (5) daha
- 20 fazla uyarılır. Böylece optik elemanlar (7) vasıtasıyla ikinci kısım ışık miktarı arttırılmış olur.

- Sonuç olarak fosfor tanecikleri (5) yerine daha az maliyetli ve kolay ulaşılabilen optik elemanların (7) kullanılmasıyla LED paketinde (1) kullanılan fosfor miktarı
- 25 düşmüş olur. Bahsedilen formun, morfolojik özelliklerin, dışındaki optik elemanlar (7) kullanıldığında bahsedilen optik girişim, yansıma, kırılma ve geri yansıma gibi etkilerin dramatik olarak düştüğü gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bahsedilen formun dışındaki optik elemanlar (7) kullanıldığında fosfor tanecikleri (5) üzerine düşen ışık ışınlarında, ikinci kısım ışık artırımında önemli ölçüde
- 30 düşüş olduğu ve fosfor tanecikleri (5) kullanımının azaltılmasını sağlayacak buluş konusu LED paketindeki (1) etkilerin oluşmadığı gözlemlenmiştir.

Buluş konusu LED paketinde (1) fosfor tanecikleri (5) ile optik elemanlarının (7) kütlece 0.3 - 3.0 arasındaki oranın değiştirilmesi ikinci kısım ışık artım miktarını doğrudan etkilemektedir. İkinci kısım ışık artım miktarı ise oluşan beyaz ışık renk sıcaklığını (benzer renk sıcaklığı, correlated color temperature (CCT)) etkilemektedir. Fosfor tanecikleri (5) ile optik elemanlarının (7) kütlece oranı 3'ten 0.3'e doğru azaldıkça oluşan beyaz ışık renk sıcaklığı soğuk beyazdan (cool white 5000K-15000K) sıcak beyaza (warm white 2000K-5000K) doğru değişmektedir. Dolayısıyla sabit türde ve kütlede fosfor taneciği (5) kullanılarak sadece kullanılan optik eleman (7) kütlece oranının değiştirilmesiyle LED paketinin (1) üreteceği beyaz ışık renk sıcaklığı değiştirilebilmektedir.

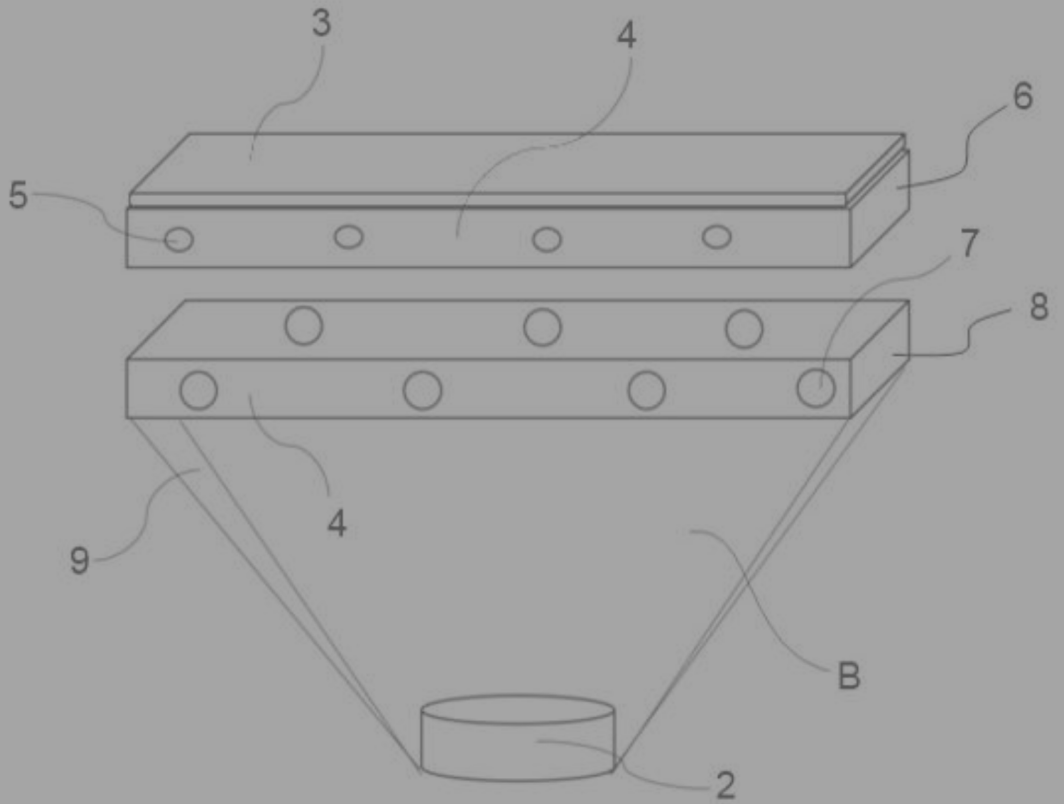
Buluşun uygulamalarındaki LED paketi (1) beyaz ışığın homojen şekilde ortama verilmesini sağlayan bir yayıcı katman içerebilir.

15



Şekil-1

2/2



Şekil 2