

ÖZET**CAM BALONCUKLARI, BİLEŞİMLERİ VE BUNLARDAN CAM BALONCUK
YAPMA YÖNTEMİ**

- 5 Mevcut açıklama santimetre küp başına yaklaşık 0,55 grama kadar ortalama gerçek yoğunluğa ve yaklaşık 15 mikrometre ila 40 mikrometre aralığında medyan bir boy içeren bir boyut dağılımına sahip çok sayıda cam baloncuk sağlar. Çok sayıda cam baloncuğun hacimsel olarak yüzde onunun çöktüğü hidrostatik basınç en azından yaklaşık 100 megapaskaldır. Bazı düzenlemelerde, çok sayıda cam baloncuk, ikinci bir
- 10 çok sayıda cam baloncuk sınıflandırmayla hazırlanabilen kademeli bir fraksiyon olup burada ikinci çok sayıdaki cam baloncuk birinci çok sayıdaki cam baloncuğa göre on mikrometreye kadar büyüklükte daha yüksek yüzde oranında cam baloncuk içermektedir. Çok sayıda cam baloncuğu içeren bileşimler de açıklanmaktadır.

İSTEMLER

1. Santimetre küp başına 0,55 grama kadar ortalama gerçek yoğunluğa ve 15 mikrometre ile 40 mikrometre aralığında hacimsel olarak medyan bir boy içeren bir boyut dağılımına sahip birinci çok sayıda bir cam baloncuk, burada birinci çok sayıda cam baloncuğun hacimsel olarak yüzde onunun çöktüğü hidrostatik basınç en azından 100 megapaskaldır.
2. İstem 1'e uygun birinci çok sayıda cam baloncuk olup burada medyan boy 15 mikrometre ile 25 mikrometre aralığındadır ve boyut dağılımı ayrıca sayısal olarak yüzde yirmiye kadar on mikrometreye kadar büyüklüğe sahip cam baloncuklar içerir.
3. İstem 1'e uygun birinci çok sayıda cam baloncuk olup burada ortalama gerçek yoğunluk santimetre küp başına en fazla 0,45 gram ve medyan boy 15 mikrometre ile 25 mikrometre aralığındadır.
4. İstem 1 veya 3'e uygun birinci çok sayıda cam baloncuk olup, burada boyut dağılımı ayrıca sayısal olarak yüzde kırka kadar on mikrometreye kadar büyüklüğe sahip cam baloncukları kapsar.
5. İstemler 1 ile 4'ten herhangi birine uygun birinci çok sayıda cam baloncuk olup, burada cam baloncukların cam bileşimi 1,2:1 ile 3:1 aralığında bir ağırlık oranında alkalin toprak metal oksit ve alkali metal oksit içerir.
6. İstemler 1 ile 5'ten herhangi birine uygun birinci çok sayıda cam baloncuk olup, burada cam baloncukların cam bileşimi cam baloncukların toplam ağırlığına göre ağırlıkça yüzde 2 ile 6 aralığında B_2O_3 içermektedir ve/veya burada cam baloncukların cam bileşimi cam baloncukların toplam ağırlığına göre ağırlıkça en fazla yüzde 5 Al_2O_3 içermektedir.
7. İstemler 1 ile 6'dan herhangi birine uygun birinci çok sayıda cam baloncuk olup, burada cam baloncukları, ağırlıkça yüzde 70 ile 80 aralığında SiO_2 , ağırlıkça yüzde 8 ile 15 aralığında alkalin toprak metal oksit ve ağırlıkça

yüzde 3 ila 8 alkali metal oksit içeren bir cam bileşimine sahiptir, burada her ağırlık yüzdesi cam baloncukların toplam ağırlığına bağlıdır.

- 5 8. İstemler 1 ila 7'den herhangi birine göre birinci çok sayıda cam baloncuk olup, burada birinci çok sayıda cam baloncuk, ikinci bir çok sayıda cam baloncuğu sınıflandırmak suretiyle hazırlanabilen kademeli bir fraksiyon olup burada ikinci çok sayıdaki cam baloncuk birinci çok sayıdaki cam baloncuğa göre on mikrometreye kadar büyüklükte daha yüksek yüzde oranında cam baloncuk içermektedir.
- 10 9. İstem 8'e göre birinci çok sayıda cam baloncuk olup, burada ikinci çok sayıda cam baloncuğun medyan büyüklüğü birinci çok sayıda cam baloncuktan yüksektir.
- 15 10. İstem 8 veya 9'a uygun birinci çok sayıda cam baloncuk olup burada kademeli fraksiyon 1 mikrometre ila 32 mikrometre arasında dağıtılmış cam baloncuklarının toplanmasıyla elde edilebilir.
- 20 11. İstem 1 ila 10'dan herhangi birine göre bir polimer ve birinci çok sayıda cam baloncuk içeren bir bileşim.
- 25 12. İstem 11'e uygun bir bileşim olup, burada birinci çok sayıda cam baloncuk bileşimin toplam ağırlığına göre bileşimde ağırlıkça en fazla yüzde 40 seviyesinde bulunmaktadır.
- 30 13. İstem 1 ila 7'den herhangi birine göre birinci çok sayıda cam baloncuk yapmak için bir usul olup, bu usul aşağıdakileri içerir:
hacimsel medyan büyüklük, boyutsal olarak on mikrometreye kadar bir dizi cam baloncuk ve en az 40 mikrometre büyüklükte bir dizi cam baloncuk içeren ikinci bir boyut dağılımına sahip ikinci bir çok sayıda cam baloncuk sağlamak; ve cam baloncukların on mikrometre büyüklüğe kadar en az bir kısmını ayırmak; burada cam baloncukların en az bir kısmını on mikrometre büyüklüğe kadar ayırdıktan sonra birinci çok sayıdaki cam baloncuk kalır ve burada birinci çok sayıda cam baloncuk, ikinci çok sayıda cam baloncuğun on mikrometreye

kadar büyük cam baloncuk sayısından düşük olan on mikrometreye kadar büyük cam baloncuk sayısına sahiptir.

- 5 14. İstem 13'e uygun, ayrıca cam baloncukların en az 40 mikrometre büyüklükteki en az bir kısmını çıkarmayı içeren bir yöntem.

TARİFNAME
CAM BALONCUKLARI, BİLEŞİMLERİ VE BUNLARDAN CAM BALONCUK
YAPMA YÖNTEMİ

5

Arka plan

US 2006/0122049 A1 cam mikro baloncukları ve hammadde yapma yöntemini
10 açıklamaktadır. WO 2005/092961 A2 dolgu fiber destekli termoplastik bir bileşimi
açıklamaktadır.

Yaklaşık 500 mikrometreden az bir ortalama çapa sahip, ayrıca genellikle “cam mikro
baloncukları”, “boşluklu cam mikro küreleri”, veya “boşluklu cam boncukları” olarak da
15 bilinen cam baloncukları endüstride yaygın olarak, örneğin, polimer bileşiklerine katkı
maddeleri olarak kullanılır. Birçok endüstride cam baloncukları, örneğin, bir polimer
bileşiğinin ağırlığını azaltmak ve işlenmesini, boyutsal stabilitesini ve akış özelliklerini
iyileştirmek için faydalıdır. Genellikle cam baloncukların, örneğin yüksek basınçlı
20 püskürtme, yoğurma, ekstrüzyon, pultrüzyon, sinterleme veya kalıplama (örn. basınçlı
kalıplama, enjeksiyonlu kalıplama, üflemleri kalıplama, kırıcı kalıplama, ısıtıl
şekillendirme ve enjeksiyonlu-basınçlı kalıplama) gibi polimerik bileşik işlenmesi
sırasında ezilmeyecek ve kırılmayacak kadar sağlam olması arzu edilmektedir.

Yüksek dirençli cam baloncuklar elde etmek için bazı prosesler tanımlanmıştır. Ancak
25 en azından büyük faydaları nedeniyle yeni yüksek dirençli cam baloncukların arzu
edilebilirliği sürmektedir.

Özet

30 Mevcut açıklama, yoğunlukları ve büyüklüklerine göre beklenmeyecek yüksek dirence
sahip cam baloncuklar sağlamaktadır. Örneğin mevcut açıklamaya göre çok sayıdaki
cam baloncuk, yoğunluğundan beklenmeyecek kadar yüksek dirence sahiptir. Benzer
biçimde, mevcut açıklamaya göre çok sayıdaki cam baloncuk, direnci düşünüldüğünde
beklenmeyecek kadar düşük yoğunluğa sahiptir. Bu başvuruda kullanılmak üzere
35 genellikle belli bir uygulamada dayanabilecek en düşük yoğunluktaki cam baloncuk

seçildiğinden, burada açıklanan cam baloncuklar örneğın polimerin fiziksel özelliklerini korurken aynı zamanda uygun maliyetli, nispeten düşük yoğunluklu cam baloncuk dolu polimer bileşimler sağlamakta faydalıdır. Mevcut açıklamaya uygun çok sayıdaki partikül, örneğın bir cam baloncuk dağılımından en küçük, genellikle en güçlü

5 baloncukları ayıran sezgiye aykırı bir sınıflandırma yöntemi kullanılarak hazırlanabilir.

Bir yönden, mevcut açıklama santimetre küp başına yaklaşık 0,55 grama kadar ortalama gerçek yoğunluğa ve yaklaşık 15 mikrometre ila yaklaşık 40 mikrometre aralığında hacimsel olarak medyan bir boy içeren bir boyut dağılımına sahip birinci çok sayıda bir

10 cam baloncuk sağlamakta olup burada birinci çok sayıda cam baloncuğın hacimsel olarak yüzde onunun çöktüğü hidrostatik basınç en azından yaklaşık 100 megapaskaldır. Bazı uygulamalarda birinci çok sayıda cam baloncuk, ikinci bir çok sayıda cam baloncuk sınıflandırmayla hazırlanabilen kademeli bir fraksiyon olup burada ikinci çok sayıdaki cam baloncuk birinci çok sayıdaki cam baloncuğa göre on mikrometreye kadar

15 büyüklükte daha çok sayıda cam baloncuk içermektedir. Bazı uygulamalarda, boyut dağılımı sayısal olarak yüzde kırka kadar on mikrometreye kadar büyüklüğe sahip cam baloncukları kapsar. Bazı uygulamalarda, boyut dağılımı sayısal olarak yüzde yirmiye kadar on mikrometreye kadar büyüklüğe sahip cam baloncukları kapsar.

20 Diğer bir açıdan, konu olan açıklama aşamalı cam baloncuk fraksiyonu yapımına yönelik bir usul sağlarken, usul şunları içerir:

medyan büyüklük, boyutsal olarak on mikrometreye kadar bir dizi cam baloncuk ve en az 40 mikrometre daha büyük bir dizi cam baloncuk içeren ikinci bir boyut dağılımına sahip ikinci bir çok sayıda cam baloncuk sağlamak;

25 cam baloncukların en az 40 mikrometre büyüklükteki en az bir kısmını ayırmak;
cam baloncukların on mikrometre büyüklüğe kadar en az bir kısmını ayırmak;
burada cam baloncukların en az 40 mikrometre büyüklükteki en az bir kısmını ayırdıktan ve cam baloncukların on mikrometre büyüklüğe kadar en az bir kısmını ayırdıktan sonra birinci çok sayıdaki cam baloncuk kademeli cam baloncuk fraksiyonu olarak kalır, burada

30 birinci çok sayıda cam baloncuk, ikinci çok sayıda cam baloncuğın on mikrometreye kadar büyük cam baloncuk sayısından düşük olan on mikrometreye kadar büyük cam baloncuk sayısına sahiptir ve aşağıdaki koşullardan biri karşılanmıştır:

birinci çok sayıda cam baloncuk ve ikinci çok sayıda cam baloncuk eşdeğer yoğunluğa sahiptir, ancak birinci çok sayıda baloncuğın direnci ikinci çok sayıda

35 baloncuktan yüksektir;

birinci çok sayıda cam baloncuk ve ikinci çok sayıda cam baloncuk eşdeğer dirence sahiptir, ancak birinci çok sayıda baloncuğun yoğunluğu ikinci çok sayıda baloncuktan yüksektir; veya

5 birinci çok sayıda cam baloncuk ikinci çok sayıda cam baloncuğa göre daha düşük yoğunluğa ve daha yüksek dirence sahiptir.

Diğer bir açıdan, mevcut açıklama önceki açılara uygun ve/veya uygun olarak hazırlanmış bir polimer ve birinci çok sayıda cam baloncuk içeren bir bileşim sunar.

10 Bu başvuruda, “bir”, “bir tane” gibi terimler sadece tekil bir varlığı belirtme amacını taşımaz, ancak çizim için kullanılabilen özel bir örneğin genel sınıfını içerir. “Bir”, “tek” gibi terimler “en az bir” terimi ile birbirlerinin yerine kullanılır. Bir listenin ardından gelen “en az biri” ve “en az birini içerir” ifadeleri listedeki öğelerden herhangi birini ve listedeki iki veya daha fazla öğenin kombinasyonunu ifade eder. Aksi belirtilmedikçe, tüm sayısal aralıklar 15 bitiş noktalarını ve bitiş noktaları arasındaki tam olmayan değerleri kapsar.

Bu açıklamada, “birinci” ve “ikinci” ifadeleri sadece bir veya daha fazla uygulamanın açıklanmasında kolaylık sağlamak için kullanılmaktadır. Aksi belirtilmedikçe, bu terimlerin sadece ilgili anlamlarında kullanıldığı anlaşılmalıdır.

20

“Çok sayıda” terimi birden fazla anlamına gelir. Bazı uygulamalarda burada açıklanan birinci çok sayıda cam baloncuk en az 2, 10, 100 veya 1000 baloncuk içerir.

25 “Ortalama gerçek yoğunluk” terimi, bir cam baloncuğu numunesinin kütlesinin, o gaz baloncuğu kütlesinin bir gaz piknometresi tarafından ölçülen gerçek hacmine bölünmesiyle elde edilen bölümdür. “Gerçek hacim”, cam baloncuklarının küme haldeki toplam hacimleridir, yığın hacmi değildir.

30 Mevcut açıklamanın yukarıdaki özeti, açıklanan her bir uygulamayı veya mevcut buluşun her uygulamasını tanımlamayı amaçlamaz. Aşağıdaki açıklamalar belirgin olarak açıklayıcı düzenlemeleri örneklemiştir. Bu nedenle, aşağıdaki tanımın sadece bu açıklamanın kapsamını gereksiz şekilde kısıtlayacak bir biçimde okunmaması gerektiği unutulmamalıdır.

Ayrıntılı Tarif

Mevcut açıklama metre küp başına yaklaşık 0,55 grama kadar ortalama gerçek yoğunluğa ve yaklaşık 15 mikrometre ile yaklaşık 40 mikrometre aralığında hacimsel olarak medyan bir boy içeren bir boyut dağılımına sahip birinci çok sayıda bir cam baloncuk sağlamakta olup burada birinci çok sayıda cam baloncuğun hacimsel olarak yüzde onunun çöktüğü hidrostatik basınç en azından yaklaşık 100 megapaskaldır. Birinci çok sayıda cam baloncuk genellikle cam baloncukların bu aralıklar dışında yığın özelliklerine sahip bir kısmı olarak kabul edilmemelidir. Bazı uygulamalarda, birinci çok sayıda cam baloncuk gerçekte santimetre küp başına yaklaşık 0,55 grama kadar ortalama gerçek yoğunluğa ve yaklaşık 15 mikrometre ile yaklaşık 40 mikrometre aralığında hacimsel olarak medyan bir boy içeren bir boyut dağılımına sahip çok sayıda cam baloncuktan oluşmakta olup burada birinci çok sayıda cam baloncuğun hacimsel olarak yüzde onunun çöktüğü hidrostatik basınç en azından yaklaşık 100 megapaskaldır. “Gerçekte oluşmak”, örneğin birinci çok sayıda baloncuk arasında ortalama gerçek yoğunluğunu, medyan boyunu veya çökme direncini belirtilen değerlerden sırasıyla yaklaşık yüzde bir, yüzde bir ve yüzde beşten fazla değiştiren başka baloncuklar bulunmadığı anlamına gelebilir.

Mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk santimetre küp başına yaklaşık 0,55 grama (g/cc) kadar ortalama gerçek yoğunluğa sahiptir. “Yaklaşık 0,55 g/cc”, 0,55 g/cc $\pm$ yüzde bir anlamına gelmektedir. Bu uygulamaların bazılarında, ortalama gerçek yoğunluk 0,54, 0,53, 0,52, 0,51, 0,50, 0,49, 0,48, 0,47, 0,46, 0,45, 0,44, 0,43, 0,42, 0,40 veya 0,40 g/cc'ye kadar çıkar. Burada açıklanan birinci çok sayıda cam baloncuğun ortalama gerçek yoğunluğu genellikle en az 0,30, 0,35 veya 0,38 g/cc'dir. Örneğin burada açıklanan birinci çok sayıda cam baloncuğun ortalama gerçek yoğunluğu 0,30 g/cc ile 0,55 g/cc, 0,35 g/cc ile 0,55 g/cc, 0,38 g/cc ile 0,55 g/cc, 0,30 g/cc ile 0,50 g/cc, 0,35 g/cc ile 0,50 g/cc, 0,38 g/cc ile 0,50 g/cc, 0,30 g/cc ile 0,45 g/cc, 0,35 g/cc ile 0,45 g/cc veya 0,38 g/cc ile 0,45 g/cc aralığında olabilir. Bu açıklamanın amaçları doğrultusunda, ortalama gerçek yoğunluk ASTM D2840- 69, “Average True Particle Density of Hollow Microspheres”e göre bir piknometre kullanılarak ölçülür. Piknometre örneğin Micromeritics, Norcross, Georgia'dan “Accupyc 1330 Piknometre” ticari adıyla elde edilebilir. Ortalama gerçek yoğunluk tipik olarak 0,001 g/cc'lik bir doğrulukla ölçülebilir. Buna göre, yukarıda verilen yoğunluk değerlerinin her biri $\pm$ yüzde bir olabilir.

Mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk yaklaşık 15 mikrometre ile yaklaşık 40 mikrometre aralığında hacmen bir medyan boy içeren bir boyut dağılımına sahiptir. “Yaklaşık” boyutun ölçümünde belli bir boyut bir değerin $\pm$ yüzde birini içerebilir. Cam baloncukların hacmen medyan boyu, örneğin 15 ila 35 mikrometre aralığında olabilir

5 (Bazı uygulamalarda 16 ila 40 mikrometre, 16 ila 30 mikrometre, 16 ila 25 mikrometre, 15 il 30 mikrometre, 15 ila 25 mikrometre, hatta 20 ila 35 mikrometre). Medyan boyu ayrıca D50 boyu olarak da adlandırılır, burada dağıtımdaki cam baloncuklarının hacmen yüzde 50’si belirtilen boydan daha küçüktür. Bazı uygulamalarda, birinci çok sayıda cam baloncuğun rakamsal olarak yüzde 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10 veya 5’i on (bazı uygulamalarda en

10 fazla 11, 12, 13, 14 veya 15) mikrometre boyuta sahiptir. Bazı uygulamalarda, burada açıklanan birinci çok sayıda cam baloncuk 20 ila 45, 20 ila 38 veya 20 ila 32 mikrometre arasında dağıtılmış bir boyuta sahiptir. Burada kullanıldığı şekilde, boy terimi cam baloncuklarının çapı ve yüksekliği ile eşdeğer olarak düşünülür. Konu olan açıklamanın amaçları doğrultusunda, hacim olarak medyan boy cam baloncukları havasızlaştırılmış

15 deiyonize su içinde dağıtarak lazer ışık kırılımı ile belirlenir. Lazer ışık kırılımı partikül boyu analizörleri, örneğin, “SATURN DIGISIZER” ticari markası altında Micromeritics’ten temin edilebilir. Konu olan açıklamanın amaçları doğrultusunda, cam baloncukların rakamsal olarak yüzdesi aşağıdaki Örneklerde tanımlanan test yöntemine uygun bir taramalı elektron mikroskobu kullanan görüntü analizi ile saptanır.

20

Birinci çok sayıda cam baloncuğun ve/veya ikinci çok sayıda cam baloncuğun boyut dağılımı Gauss, normal veya normal dışı olabilir. Normal olmayan dağılımlar tek modlu veya çok modlu (örn., iki modlu) olabilir.

25 Mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk için, birinci çok sayıda cam baloncuğun hacmen yüzde onunun çöktüğü bir hidrostatik basınç en az yaklaşık 100 (bazı uygulamalarda en az yaklaşık 110, 120, 130 veya 140) Megapaskaldır (MPa). “Yaklaşık 100 MPa”, 100 MPa $\pm$ yüzde beş anlamına gelmektedir. Bazı uygulamalarda, birinci çok sayıda cam baloncuğun hacmen yüzde yirmisinin çöktüğü bir hidrostatik

30 basınç en az 100, 110 veya 120 MPa’dır. Bazı uygulamalarda, birinci çok sayıda cam baloncuğun hacmen yüzde onunun veya yüzde yirmisinin çöktüğü bir hidrostatik basınç en fazla 210 (bazı uygulamalarda en fazla 190, 170 veya 160) MPa’dır. Birinci çok sayıda cam baloncuğun hacmen yüzde onunun çöktüğü bir hidrostatik basınç 100 MPa ila 210 MPa, 100 ila 190 MPa, 110 ila 210 MPa veya 110 ila 190 MPa aralığında olabilir.

35 Birinci çok sayıda cam baloncuğun hacmen yüzde yirmisinin çöktüğü bir hidrostatik

- basınç 100 ila 210 MPa, 110 ila 210 MPa, 110 ila 170 MPa veya 110 ila 190 MPa aralığında olabilir. Konu olan açıklamanın amaçları doğrultusunda, cam baloncuklarının çökme kuvveti gliserol içinde cam baloncuklarının dağılımında ASTM D3102 -72 "Hydrostatic Collapse Strength of Hollow Glass Microspheres" kullanılarak ölçülür;
- 5 buradaki istisna numune boyunun (gram cinsinden) cam baloncuklarının yoğunluğunun 10 katına eşit olmasıdır. Diğer ayrıntılar aşağıdaki Örneklerde verilmektedir. Çökme kuvveti, tipik olarak, yaklaşık $\pm$ yüzde beşlik bir doğrulukla ölçülebilir. Buna göre, yukarıda verilen çökme kuvveti değerlerinin her biri $\pm$ yüzde beş olabilir.
- 10 Mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk, genellikle ikinci bir çok sayıda cam baloncuk sınıflandırmayla hazırlanır, burada ikinci çok sayıdaki cam baloncuk birinci çok sayıdaki cam baloncuya göre on mikrometreye kadar büyüklükte daha çok sayıda cam baloncuk içermektedir. Diğer bir deyişle, ikinci çok sayıda cam baloncuğun sınıflandırılması genellikle seçilen eşikten küçük boyuttaki (örn. 15, 14,
- 15 13, 12, 11 veya 10 mikrometre) baloncuk sayısını azaltmak için en azından bazı küçük baloncukları ayırmayı içerir. Bu uygulamaların bazılarında, ikinci çok sayıda cam baloncukta ayrıca en az 40 mikrometre büyüklükteki cam baloncuk sayısı birinci çok sayıda cam baloncuktan yüksektir ve sınıflandırma ayrıca ikinci çok sayıda cam baloncuktan en az 40 mikrometre büyüklükteki cam baloncukları ayırmayı içerir.
- 20 0,55 g/cc'ye kadar ortalama gerçek yoğunluğa ve 15 ila 40 mikrometre aralığında hacimsel olarak medyan bir boya sahip birinci çok sayıda bir cam baloncuğun, çok sayıda cam baloncuktan hacimsel olarak yüzde onunun çöktüğü hidrostatik basıncın en az 100 megapaskal olduğu bir ezilme kuvvetine sahip olması beklenmediktir. Ayrıca,
- 25 mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuğun, bazı bazı uygulamalarda ikinci bir çok sayıda cam baloncuk sınıflandırmayla hazırlanması beklenmediktir, burada ikinci çok sayıdaki cam baloncuk birinci çok sayıdaki cam baloncuya göre on mikrometreye kadar büyüklükte daha çok cam baloncuk yüzdesine sahiptir.
- 30 Teorik olarak, tek bir cam baloncuğun (veya tekil dağılımlı cam baloncuk numunesinin) çökme direnci M. A. Krenzke ve R. M. Charles ("Elastic Buckling Strength of Spherical Glass Shells," David Taylor Model Basin Report No. 1759, Eylül 1963), tarafından geliştirilen bir formüldeki gibi olmalıdır,

$$\text{Teorik Çökme Direnci} = \frac{0.8E (h/r)^2}{\sqrt{1-V^2}}$$

burada “E” Young’ın baloncuk camı katsayısıdır, “h” baloncuk duvarının kalınlığıdır, “r” baloncuğun yarıçapıdır ve “V” Poisson’un cam oranıdır. Denklem, küresel cam baloncuğun yaklaşık teorik direncini etkileyen iki faktörün, diğerlerinin yanı sıra, yoğunlukla ilişkili duvar kalınlığı ve ortalama yarıçap olduğunu öne sürmektedir. Genellikle, diğer faktörlerin eşit olmasıyla, cam baloncukların teorik çökme direncinin artan yoğunluk ve azalan büyüklükle beraber arttığı düşünülmektedir. Ancak büyüklük ve yoğunluk, cam baloncukların çökme direncini tek başlarına öngörmemektedir.

10

Belli teknikler örneğin yüksek direnç için daha küçük baloncuklar istendiğini öne sürmektedir. Bkz., örn., U.S. Pat. No. 6,531,222 (Tanaka ve ark.) ve U.S. Pat. Baş. Yayın No. 2007/0104943 (D’Souza ve ark.). Bu önerinin aksine, mevcut açıklamaya uygun çok sayıda partikül nispeten düşük yüzdeye (örn. en fazla yüzde 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15 veya 10) ve nispeten küçük bir boyuta (en fazla 10, 11, 12, 13, 14 veya 15 mikrometre) sahiptir. Birinci çok sayıda cam baloncuğun ikinci çok sayıda cam baloncuk sınıflandırmasıyla hazırlanabildiği, ikinci çok sayıda cam baloncuğun birinci çok sayıda cam baloncuğa göre en fazla on mikrometre büyüklükte daha fazla sayıda cam baloncuk ve bazı uygulamalarda birinci çok sayıda cam baloncuğa göre en az 40 mikrometre büyüklükte daha fazla sayıda cam baloncuk içerdiği uygulamalarda, aşağıdaki etkilerden herhangi biri elde edilebilir. İlk olarak, çökme direnci artarken yoğunluk aynı kalabilir. İkinci olarak, yoğunluk azalırken çökme direnci aynı kalabilir veya üçüncü olarak yoğunluk azalırken çökme direnci artabilir. Aşağıdaki Örneklerde gösterildiği gibi, cam baloncuk dağılımından hem büyük baloncuklar, hem küçük baloncuklar çıkarıldığında Cam Baloncuk Örnek 1 partikül boyutu dağılımını daha az yoğunlukta olsa da direnci orijinal partikül boyutu dağılımına eşdeğer olan bir bölgeye taşıyarak gelişmiş direnç/yoğunluk oranına sahip olur. Diğer taraftan Cam Baloncuk Örnek 2 de partikül boyutu dağılımını daha yüksek dirençli fakat orijinal dağılımla aynı yoğunlukta bir bölgeye taşıyarak gelişmiş direnç/yoğunluk oranına sahip olur. Söz konusu küçük baloncuklar dağılımdaki en güçlü baloncuklar olduğu için, ikinci çok sayıda cam baloncuktan küçük baloncukların bir kısmının çıkarılmasının direnci koruması, hatta iyileştirmesi mantık dışı kabul edilmektedir.

30

Üstelik ticari, termal olarak oluşturulmuş cam baloncukların, örneğin baloncuk duvarındaki kusurlar nedeniyle hesaplanmış teorik direncin ampirik maksimum yüzde 20 ile 37 arasını elde ettiği bilinmektedir. Mevcut tartışmanın amacına göre, en iyi durum ampirik maksimum olarak yüzde 37 alınmaktadır. Şaşırtıcı biçimde, mevcut

5 açıklamaya uygun çok sayıda partikül genellikle cam baloncukların bileşimini veya termal oluşum prosesini değiştirmeksizin en iyi durum ampirik maksimumu aşar. Örneğin 0,42 g/cc yoğunluktaki bir cam baloncukta teorik maksimum direncin %37'si yaklaşık 84 MPa'dır. Mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncukta, küçük ve büyük cam baloncukların 0,42 g/cc yoğunluğa ve ölçülmüş 79 MPa çökme

10 direncine sahip ikinci çok sayıda cam baloncuktan ayrılması, en iyi durum teorik maksimum aşarak 0,42 g/cc yoğunluğa ve 100 MPa'dan büyük çökme direncine sahip birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamıştır (bkz. aşağıda Cam Baloncuk Örnek 2). Birinci çok sayıda cam baloncuk ikinci çok sayıda cam baloncuğun bir parçası olduğundan, cam baloncuk bileşimi ve oluşturma prosesi mutlaka aynıdır.

15

Mevcut açıklamaya uygun ve/veya uygulanmasında faydalı cam baloncuklar teknikte bilinen usullerle yapılabilir (örn. bkz., U. S. Pat. No. 2,978,340 (Veatch ve ark.); 3,030,215 (Veatch ve ark.); 3,129,086 (Veatch ve ark.); ve 3,230,064 (Veatch ve ark.); 3,365,315 (Beck ve ark.); 4,391,646 (Howell); ve 4,767,726 (Marshall); ve U. S.

20 Pat. Baş. Yayın No. 2006/0122049 (Marshall ve ark). Cam baloncukları hazırlamaya yönelik teknikler arasında tipik olarak, bir üfleme ajanı içeren (örn., sülfür veya bir oksijen ve sülfür bileşiği) ve yaygın olarak "besleme" olarak anılan frezelenmiş fritin ısıtılması bulunur. Isıtma adımıyla elde edilen son ürün (yani "ham ürün") genellikle cam baloncuk, kırık cam baloncuk ve katı cam boncuk karışımı içermekte olup katı

25 cam boncuklar genellikle herhangi bir sebepten cam baloncuk oluşturmamış çentikli firit partiküllerinden meydana gelmektedir. Çentikli firit genellikle ham ürünün boyut dağılımını etkileyen partikül boyutu aralığına sahiptir. Isıtma sırasında daha büyük partiküller ortalamadan daha narin cam baloncuk oluşturma eğiliminde olup küçük partiküller cam baloncuk dağılımının yoğunluğunu artırır. Firit çenterek ve son

30 partikülleri ısıtarak cam baloncuk hazırlarken, cam partiküllerdeki (yani besleme) sülfür miktarı ve partiküllerin maruz kaldığı ısıtma miktarı ve uzunluğu (örn. partiküllerin alevden geçirildikleri oran) tipik biçimde ayarlanarak cam baloncukların yoğunluğu ayarlanabilir. Beslemedeki düşük sülfür miktarları ve daha yüksek ısıtma hızları U.S. Pat. No. 4,391,646 (Howell) ve 4,767,726'da (Marshall) açıklandığı gibi

daha yüksek yoğunlukta baloncuklar sağlar. Üstelik firitin daha küçük boyutlarda çentilmesi daha küçük, daha yüksek yoğunlukta cam baloncuklar sağlayabilir.

Frit ve/veya besleme bir cam oluşturabilen herhangi bir bileşime sahip olabilmesine karşın, tipik olarak, toplam ağırlık bazında, frit yüzde 50 ila 90 SiO_2 , yüzde 2 ila 20 alkali metal oksit, yüzde 1 ila 30 B_2O_3 , yüzde 0,005-0,5 sülfür (örneğin, element sülfür, sülfat veya süfit olarak), yüzde 0 ila 25 çift değerlikli metal oksitler (örneğin, CaO , MgO , BaO , SrO , ZnO veya PbO), SiO_2 haricinde yüzde 0 ila 10 dört değerlikli metal oksitler (örneğin, TiO_2 , MnO_2 veya ZrO_2), yüzde 0 ila 20 üç değerlikli metal oksitler (örneğin, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , or Sb_2O_3), yüzde 0 ila 10 beş değerlikli atomların oksitleri (örneğin, P_2O_5 veya V_2O_5) ve cam bileşiminin erimesini kolaylaştırmak için bir eritken olarak işlev görebilen yüzde 0 ila 5 florin (florür) içerir. Frit bileşimlerinde ilave içerikler faydalıdır ve örneğin, ortaya çıkan cam baloncuklarının belirli özellik veya karakterlerine (örneğin, setlik veya renk) katkıda bulunmak için dahil edilebilirler.

15

Bazı uygulamalarda, mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk alkali metal oksitten daha fazla alkalın toprak metal oksit içeren bir cam bileşimine sahiptir. Bu düzenlemelerin bazılarında, alkalın toprak metal oksidin alkali metal okside ağırlık oranı 1,2:1 ila 3:1 aralığındadır. Bazı uygulamalarda, mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk, toplam ağırlıkları baz alındığında, yüzde 2 ila yüzde 6 aralığında B_2O_3 içeren bir cam bileşimine sahiptir. Bazı düzenlemelerde, cam baloncuklarının, toplam ağırlıkları baz alındığında, ağırlıkça yüzde 5'e kadar Al_2O_3 içeren bir cam bileşimi bulunur. Bazı düzenlemelerde, cam bileşimi esasen Al_2O_3 içermez. "Esasen Al_2O_3 içermez", ağırlıkça yüzde 5, 4, 3, 2, 1, 0,75, 0,5, 0,25 veya 0,1'e kadar Al_2O_3 anlamına gelebilir. "Esasen Al_2O_3 içermeyen" cam bileşimleri ayrıca hiç Al_2O_3 içermeyen cam bileşimleri de içerir. Mevcut buluşa uygun cam baloncukları bazı uygulamalarda bir kimyasal bileşime sahip olabilir, burada camın en az %90, %94 veya %97'si en az %67 SiO_2 , (örn., %70 ila %80 aralığında SiO_2), %8 ila %15 aralığında bir alkalın toprak metal oksit (örn., CaO), %3 ila %8 aralığında bir alkali metal oksit (örn., Na_2O), %2 ila %6 aralığında B_2O_3 ve %0,125 ila %1,5 aralığında SO_3 içerir.

30

Mevcut açıklamanın uygulanmasında faydalı cam baloncuklar (bazı uygulamalarda ikinci çok sayıda cam baloncuk) ticari olarak elde edilebilir ve spreyle kurutma ile hazırlanıp Potters Industries, Valley Forge, PA, (PQ Corporation iştiraki) tarafından "SPHERICEL HOLLOW GLASS SPHERES" (örn. sınıf 110P8 ve 60P18) ticari adıyla satılanları ve 3M

35

Company, St. Paul, MN tarafından “3M GLASS BUBBLES” (örn., sınıf S60, S60HS, iM30K, S38HS, S38XHS, K42HS, K46 ve H50/10000) ticari adıyla satılan cam baloncukları içerir. Bazı uygulamalarda, konu olan açıklamayı uygulamak için faydalı cam baloncukları (örn. ikinci çok sayıda cam baloncuk) %90 dayanım için en az yaklaşık
 5 28, 34, 41, 48 veya 55 MPa'lık ezilme kuvvetlerine sahip olacak şekilde seçilebilir.

Mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk örneğin ikinci bir çok sayıda cam baloncuğun, örneğin birinci çok sayıda cam baloncuğa göre en fazla on mikrometre büyüklüğünde daha yüksek sayıda cam baloncuk içeren ve bazı
 10 uygulamalarda en az 40 mikrometre büyüklükte daha fazla sayıda cam baloncuk içeren bir büyüklük dağılımına sahip ikinci bir çok sayıda cam baloncuk sınıflandırılarak hazırlanabilir. Cam baloncukların sınıflandırılması için örnek uygun cihazlar arasında titreşimli elekler (örn. süzgeçler), hava sınıflandırıcılar, sulu sınıflandırıcılar (örn. sulu fırçalama sınıflandırıcıları), bez filtre sınıflandırıcılar,
 15 çökeltme sınıflandırıcıları, santrifüjlü sınıflandırıcılar, elektrostatik sınıflandırıcılar ve bunların kombinasyonları bulunur. Örnek uygun elekler arasında “Standard Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes” başlıklı ASTM Tanımı: El 1-04'e göre 200 göz (74 mikrometre) ile en az 635 göz (20 mikrometre) tanıma sahip süzgeçler yer alır. Söz konusu süzgeçler örneğin Newark Wire Cloth Company,
 20 Newark, New Jersey gibi ticari tedarikçilerden elde edilebilir. Örnek uygun hava sınıflandırıcılar arasında yerçekimsel sınıflandırıcılar, eylemsiz sınıflandırıcılar ve santrifüjlü sınıflar bulunur. Hava sınıflandırıcılar ticari kaynaklardan, örneğin Hosokawa Micron Powder Systems'den “MICRON SEPARATOR”, “ALPINE MODEL 100 MZR”, “ALPINE TURBOPLEX ATP”, “ALPINE STRATOPLEX ASP” veya
 25 “ALPINE VENTOPLEX” ticari adlarıyla veya Sepor, Inc., Wilmington, California'dan “GAYCO CENTRIFUGAL SEPARATOR” ticari adıyla kolayca elde edilebilir.

Sınıflandırma yöntemi ve cihazları, birinci çok sayıda cam baloncuk 1 ila 45, 1 ila 38 veya 1 ila 32 mikrometreden dağıtılacak şekilde seçilebilir. Burada açıklanan
 30 yöntemlerin bazı uygulamalarında, en az 40 mikrometre büyüklüğündeki ikinci çok sayıda cam baloncuktan en az bir kısmının çıkarılması 32 mikrometre elekten geçen cam baloncukların toplanmasını içerir. Bazı uygulamalarda, en fazla on mikrometre büyüklüğündeki ikinci çok sayıda cam baloncuktan en az bir kısmının çıkarılması 20 mikrometre elekte tutulan cam baloncukların toplanmasını içerir.

İkinci çok sayıda cam baloncuk tipik olarak 10 (bazı uygulamalarda 11, 12, 13, 14 veya 15) mikrometre büyüklüğünde daha yüksek sayıda ve birinci çok sayıda cam baloncuğun altında baloncuklar içerir. Örneğin ikinci çok sayıda cam baloncuk en fazla 10, 11, 12, 13, 14 veya 15 mikrometre büyüklüğünde en az yüzde 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 veya 60 baloncuk içerebilir. Bazı uygulamalarda, ikinci çok sayıda cam baloncuk ayrıca birinci çok sayıda cam baloncuğa göre en az 40 mikrometre büyüklükte daha fazla sayıda cam baloncuk içeren bir büyüklük dağılımına sahiptir. İkinci çok sayıda cam baloncuk birinci çok sayıda cam baloncuğa göre hacimsel olarak daha yüksek veya düşük medyan büyüklük içeren bir büyüklük dağılımına sahiptir. Örneğin ikinci çok sayıda cam baloncuk hacimsel olarak 14 ila 15 mikrometre (bazı uygulamalarda 15 ila 40 mikrometre, 20 ila 45 mikrometre veya 20 ila 40 mikrometre) aralığında hacimsel medyan büyüklüğe sahip olabilir.

Bazı uygulamalarda, birinci çok sayıda cam baloncuk ikinci çok sayıda cam baloncuğun ağırlıkça en fazla yüzde 75, 70, 65, 60, 55, 50, 45, 40, 35, 30 veya 25'ini kapsayan derecelendirilmiş bir parçasıdır. Bazı uygulamalarda, birinci çok sayıda cam baloncuk ikinci çok sayıda cam baloncuğun ağırlıkça en az yüzde 15, 20, 25, 30 veya 35'ini kapsayan derecelendirilmiş bir parçasıdır. Örneğin medyan büyüklüğü 15 ila 40 mikrometre aralığında yüksek baloncuk yüzdesine sahip ikinci bir çok sayıda cam baloncuk seçilmesi arzu edilebilir.

Mevcut açıklama, mevcut buluşa uygun ve/veya uygun olarak hazırlanmış bir polimer ve birinci çok sayıda cam baloncuk içeren bileşimler sunar. Polimer bir termoplastik veya termoset polimer olabilir ve bileşim bir polimer karışımı içerebilir. Bileşim için uygun polimerler teknikte uzman kişilerce, istenen uygulamaya en azından kısmen bağlı olarak seçilebilir.

Bazı uygulamalarda, burada açıklanan bileşimdeki polimer bir termoplastiktir. Örnek termoplastikler arasında poliolefinler (örn., polipropilen, polietilen ve etilen-büten, etilen-okten ve etilen vinil alkol gibi poliolefin kopolimerleri); florlanmış poliolefinler (örn., politetrafloroetilen, tetrafloroetilen ve heksafloropropilen (FEP) kopolimerleri, perfloroalkoksi polimer reçinesi (PFA), poliklorotrifloroetilen (pCTFE), etilen ve klorotrifloroetilen (pECTFE) kopolimerleri ve etilen ve tetrafloroetilen (PETFE) kopolimerleri); poliamid; poliamid-imid; polieter-imid; polieterketon reçineler; polistirenler; polistiren kopolimerleri (örn., yüksek dirençli polistiren, akrilonitril bütadiyen stiren

kopolimeri (ABS)); poliakrilatlar; polimetakrilatlar; polyesterler; polivinilklorür (PVC); sıvı kristal polimerler (LCP); polifenilen sülfidler (PPS); polisülfonlar; poliasetallar; polikarbonatlar; polifenilen oksitler; ve söz konusu reçinelerin iki veya daha fazlasının karışımı bulunur. Bazı uygulamalarda, bileşimdeki polimer polipropilen veya polietilen (örn., yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), düşük yoğunluklu polietilen (LDPE), doğrusal düşük yoğunluklu polietilen (LLDPE), polipropilen (PP)) ve poliolefin kopolimerlerinden (örn., propilen ve etilen kopolimerleri) arasından en az birini içeren bir termoplastiktir. Bu uygulamaların bazılarında termoplastik polipropilendir (örn., yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), düşük yoğunluklu polietilen (LDPE), doğrusal düşük yoğunluklu polietilen (LLDPE)). Bazı uygulamalara göre, termoplastik elastomeriktir.

Bazı uygulamalarda, burada açıklanan bileşimdeki polimer bir termosettir. Örnek termosetler arasında epoksi, polyester, poliüretan, poliüre, silikon, polisülfür ve fenolik bulunur. Bazı uygulamalarda, bileşimdeki polimer epoksi, poliüretan, silikon ve polyesterden oluşan grup içinden seçilmiş bir termosettir. Bazı uygulamalarda, termoset elastomeriktir.

Bazı uygulamalarda, burada açıklanan bileşimdeki polimer elastomeriktir. Faydalı elastomerik polimer örnekleri arasında polibütadien, poliizobütilen, etilen-propilen kopolimerleri, etilen-propilen-dien terpolimerleri, sülfonatlanmış etilen-propilen-dien terpolimerleri, polikloropren, poli(2,3-dimetilbütadien), poli(bütadien-ko-pentadien), klorosülfonatlanmış polietilenler, polisülfid elastomerleri, silikon elastomerler, poli(bütadien-ko-nitril), hidrojenlenmiş nitril-bütadien kopolimerler, akrilik elastomerler, etilen-akrilat kopolimerleri, florlanmış elastomerler, floroklorlanmış elastomerler, florobromlanmış elastomerler ve bunların kombinasyonları bulunur. Elastomerik polimer bir termoplastik elastomer olabilir. Faydalı termoplastik elastomerik polimer reçinesi örnekleri arasında, polistiren, poli(viniltoluen), pol(t-bütülstiren) ve polyester bloklarının camlı veya kristalli bloklarından ve örneğin polibütadien, poliizopren, etilen-propilen kopolimerler, etilen-bütilen kopolimerler, polieter ester elastomerik blokları ve bunların kombinasyonlarından yapılan blok kopolimerler bulunur. Bazı termoplastik elastomerler, "KRATON" ticari markası altında, Shell Chemical Company, Houston, Texas tarafından pazarlanan poli(stiren-bütadien-stiren) blok kopolimerler gibi ticari olarak temin edilebilir.

Diğer katkı maddeleri mevcut açıklamaya uygun bileşime, başvuruya bağlı olarak eklenebilir (örn., koruyucular, küratifler, karıştırma maddeleri, renklendiriciler, seyrelticiler,

yüzen veya sertleşme önleyici maddeler, akış veya işleme maddeleri, ıslatıcılar, hava ayırma arttırıcılar, işlevsel nanopartiküller ve asit/baz veya su temizleyiciler).

Bazı uygulamalarda mevcut açıklamaya uygun bileşimler bir darbe düzenleyici (örn. elastomerik reçine veya elastomerik dolgu) içerir. Örnek darbe düzenleyiciler arasında polibutadiyen, butadiyen kopolimerleri, polibuten, kauçuk, blok kopolimerler, etilen terpolimerler, çekirdek-kabuk partikülleri ve örneğin Dow Chemical Company, Midland, MI tarafından "AMPLIFY GR-216" ticari markasıyla tedarik edilen işlevselleştirilmiş elastomerler bulunur.

10

Bazı uygulamalarda, burada açıklanan bileşimler ayrıca plastik baloncuklar (örn., "EXPANCEL" ticari markasıyla Akzo Nobel, Amsterdam, Hollanda'dan elde edilebilen), üfleme maddeleri veya ağır dolgular gibi diğer yoğunluk değiştirici katkı maddeleri içerebilir. Bazı uygulamalarda, burada açıklanan bileşimler ayrıca cam elyaf, volastonit, talk, kalsiyum karbonat, titanyum dioksit (nano-titanyum dioksit dahil), karbon siyahı, testere talaşı, diğer doğal dolgu ve elyaflar (örn., ceviz kabukları, kendir ve mısır püskülleri), silika (nano-silika dahil) ve kil (nano-kil dahil) arasından en az birini içerebilir.

Konu olan açıklamaya göre bileşimin bazı uygulamalarında, cam baloncukları, cam baloncukları ve polimer arasındaki etkileşimi artırmak için bir bağlayıcıyla birlikte işleme sokulabilir. Seçilen polimer formülasyonunun ilgili işlevsel grupları ile eşleşebilen veya uygun reaktivite sağlayan bir bağlayıcı seçilmesi arzu edilmektedir. Bağlayıcıların açıklayıcı örnekleri arasında zirkonatlar, silanlar veya titanatlar bulunur. Tipik titanat ve zirkonat bağlayıcılar teknikte vasıflı kişilerce bilinmektedir ve bu malzemeler için ayrıntılı kullanım ve seçim kriterleri Monte, S.J., Kenrich Petrochemicals, Inc., "Ken-React® Reference Manual - Titanate, Zirconate and Aluminate Coupling Agents", Third Revised Edition, March, 1995'te bulunabilir. Kullanıldıklarında, bağlayıcılar genellikle, baloncuğun toplam ağırlığına göre, yaklaşık %1 ila %3'lük bir miktarda dahil edilir.

Uygun silanlar, silisli dolgu ile siloksan bağları oluşturmak için yoğunlaştırma reaksiyonları yoluyla cam yüzeylere bağlanır. Bu işlem dolguyu daha ıslanabilir hale getirir veya malzemelerin cam baloncuk yüzeyine daha iyi yapışmasını sağlar. Bu, inorganik dolgularla organik matrisler arasında kovalent, iyonik veya çift kutuplu bağlantı oluşturan bir mekanizma sağlar. Silan bağlayıcılar, istenen özel işlevselliğe bağlı olarak seçilir. Örneğin bir anhidrit, epoksi, amid veya izosiyanat grubu içeren bir polimerle

35

karıştırmak üzere bir aminosilan cam işlemi arzu edilebilir. Alternatif olarak, asidik işlevselliğe sahip silan işlemleri asit-baz etkileşimleri, iyonik veya hidrojen bağlı planlar yeterliliğinde bloklara sahip olmak için polimer seçimleri gerektirebilir. Yakın cam baloncuğu-polimer etkileşimleri elde etmek için bir diğer yaklaşım mikrokürenin yüzeyini polimerize edilebilir bir parçacık içeren uygun bir bağlayıcıyla işlevselleştirmek, böylece malzemeyi doğrudan polimer omurgaya dahil etmektir. Polimerize edilebilen parçacıkların örnekleri, stirenli, akrilik ve metakrilik parçacıklar gibi olefinik işlevsellik içeren malzemelerdir. Uygun silan bağlama stratejileri *Silane Coupling Agents: Connecting Across Boundaries*, Barry Arkles, s. 165 - 189, Gelest Catalog 3000-A Silanes and Silicones: Gelest Inc. Morrisville, PA'da verilmektedir. Bağlayıcıların diğer açıklayıcı örnekleri arasında maleik anhidrit ile değiştirilmiş polipropilen ve polietilen bulunur.

Bazı uygulamalarda, birinci çok sayıda cam baloncuk, bileşimin toplam hacmine göre boşluksuz en fazla yüzde 60 veya boşluklu en fazla yüzde 90 seviyesindeki bir bileşimde bulunur. Bazı uygulamalarda, birinci çok sayıda cam baloncuk, bileşimin toplam hacmine göre hacimsel olarak en fazla yüzde 55, 50, 45, 40, 35 veya 30 seviyesindeki bir bileşimde bulunur. Bazı uygulamalarda, birinci çok sayıda cam baloncuk, bileşimin toplam ağırlığına göre ağırlıkça en fazla yüzde 40, 35, 30, 25, 20 veya 15 seviyesindeki bir bileşimde bulunur. Örneğin, birinci çok sayıda cam baloncuk, bileşimin toplam ağırlığına göre, ağırlıkça yüzde 5 ila 40, 5 ila 35, 5 ila 30, 5 ila 25, 7,5 ila 25 veya 8 ila 25 aralığındaki bileşimde bulunabilirler. Mevcut buluş, fiziksel özelliklerini bozmaksızın uygun maliyetli, düşük yoğunlukta bileşim sağlayabilir. Örneğin mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk bazı uygulamalarda, piyasada bulunan cam baloncuklara kıyasla daha düşük yoğunluk ve benzer direnç özelliklerine sahiptir. Dolayısıyla mevcut açıklamanın cam baloncuklarının fiziksel özelliklerini korurken daha düşük bir ağırlık yüzdesi kullanıldığında istenen bileşim yoğunluğu elde edilebilir. Sonuç olarak bileşimin genel maliyeti düşer. Cam baloncuklar çoğunlukla nihai bileşimlerin yoğunluğunu başarıyla azaltmakta kullanılsa da, söz konusu son bileşimlerde çoğunlukla darbe direnci ve çekme mukavemeti gibi belirli fiziksel özelliklerin istenmeyen kayıpları görülmüştür. Mevcut açıklamaya göre cam baloncukların daha düşük ağırlık yüzdesi, örneğin düşük yoğunlukları nedeniyle bileşimlere dahil edilerek polimerin fiziksel özelliklerini daha düşük bir ölçüde etkiler.

Genellikle cam baloncukların, örneğin yüksek basınçlı püskürtme, yoğurma, ekstrüzyon, pultrüzyon, sinterleme veya kalıplama (örn. basınçlı kalıplama, enjeksiyonlu kalıplama, üfleli kalıplama, kırıcı kalıplama, ısıtılacak şekillendirme ve enjeksiyonlu-basınçlı kalıplama) gibi polimer bileşim işlemesi sırasında ezilmeyecek ve kırılmayacak kadar sağlam olması arzu edilmektedir. Genellikle, mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk, piyasada mevcut mikro kürelere kıyasla (örn. birinci çok sayıda cam baloncukların hazırlandığı ikinci çok sayıda cam baloncuk) işlem sonrasında gelişmiş bir sürdürülebilirlik sergilemiştir. Böylece, mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk piyasadaki cam baloncuklardan daha düşük yoğunlukta olsa da şaşırtıcı ölçüde güçlüdür ve yüksek kesme proseslerinden kurtulabilir.

Mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncukların sürdürülebilirliği örneğin aşağıdaki Örneklerdeki Tablo 6 ve 7'de görülebilir. Mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuktan ve piyasada bulunan karşılaştırmalı çok sayıda cam baloncuktan hazırlanan bileşimlerin haddelenmesi, enjeksiyonlu kalıplanması ve basınçlı kalıplanması sonrasında kül yoğunlukları ölçülmüştür. Tablo 6'da görüldüğü üzere, mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuktan yapılmış bileşimin kül yoğunluğu sonuçları haddelenme sonrasında, birinci çok sayıda cam baloncuğun yapıldığı üretilmiş ticari karşılaştırmalı örneklerle kıyasla daha az artış sergilemiştir; (bkz. Bileşik Örnek 1 / Karşılaştırmalı Bileşim Örnek A ve Bileşim Örnek 2 / Karşılaştırmalı Bileşim Örnek B). Enjeksiyonlu kalıplama sonrasında, mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncukta bazı durumlarda mevcut ticari materyaldeki kırılmanın yarısı ile daha da belirgin bir fark görülür. Buna göre, bileşimlerin yoğunluğu mevcut açıklamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncukla iki işlem tekniği boyunca daha düşük spesifik yoğunlukla tutulur.

Mevcut açıklamaya uygun bileşimler çeşitli ürünlerin yapımında faydalı olabilir. Açıklayıcı örnekler arasında aletli panel çekirdekleri, motor kapakları, yan darbe panelleri, iç döşeme, çamurluklar, tamponlar, o-halkaları, contalar, fren balataları ve hortumlar gibi ulaşım sanayi örnekleri; kalıplanmış evsel parçalar; bileşim yapraklar; ısıtılacak şekillendirilmiş yapısal bileşenler; polimer ahşap bileşimleri ve tel ve kablo kaplama bulunur. Diğer açıklayıcı örnekler arasında kap bileşimleri, panel yapıları, yapısal bileşim reçineleri, plastik kaplar ve paletler bulunur.

Açıklamanın seçilen düzenlemeleri

Birinci uygulamada, mevcut açıklama santimetre küp başına 0,55 grama kadar ortalama gerçek yoğunluğa ve 15 mikrometre ile 40 mikrometre aralığında hacimsel olarak medyan bir boy içeren bir boyut dağılımına sahip birinci çok sayıda bir cam baloncuk sağlamakta olup burada birinci çok sayıda cam baloncuğun hacimsel olarak
5 yüzde onunun çöktüğü hidrostatik basınç en azından 100 megapaskaldır.

İkinci bir uygulamada, mevcut açıklama birinci uygulamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup burada hacimsel medyan boy 15 mikrometre ile 25 mikrometre aralığındadır ve boyut dağılımı ayrıca sayısal olarak yüzde yirmiye
10 kadar on mikrometreye kadar büyüklüğe sahip cam baloncukları kapsar.

Üçüncü bir uygulamada, birinci uygulamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup burada ortalama gerçek yoğunluk santimetre küp başına en fazla 0,45 gram ve hacimsel medyan boy 15 mikrometre ile 25 mikrometre aralığındadır.
15

Dördüncü bir uygulamada, mevcut açıklama birinci veya üçüncü uygulamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup burada boyut dağılımı ayrıca sayısal olarak yüzde kırka kadar on mikrometreye kadar büyüklüğe sahip cam baloncukları kapsar.

20 Beşinci bir uygulamada mevcut açıklama birinci ile dördüncü uygulamadan herhangi birine uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup, burada cam baloncukların cam bileşimi 1,2:1 ile 3:1 aralığında bir ağırlık oranında alkalin toprak metal oksit ve alkali metal oksit içerir.

25 Altıncı bir uygulamada mevcut açıklama birinci ile beşinci uygulamadan herhangi birine uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup, burada cam baloncukların cam bileşimi cam baloncukların toplam ağırlığına göre ağırlıkça yüzde 2 ile 6 aralığında B_2O_3 içerir.

30 Yedinci bir uygulamada mevcut açıklama birinci ile altıncı uygulamadan herhangi birine uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup, burada cam baloncukların cam bileşimi cam baloncukların toplam ağırlığına göre ağırlıkça en fazla yüzde 5 Al_2O_3 içerir.

Sekizinci bir uygulamada mevcut açıklama birinci ile yedinci uygulamadan herhangi birine
35 uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup, burada cam baloncukları,

ağırlıkça yüzde 70 ila 80 aralığında SiO_2 , ağırlıkça yüzde 8 ila 15 aralığında alkalın toprak metal oksit ve ağırlıkça yüzde 3 ila 8 alkali metal oksit içeren bir cam bileşimine sahiptir, burada her ağırlık yüzdesi cam baloncukların toplam ağırlığına bağlıdır.

- 5 Dokuzuncu bir uygulamada mevcut açıklama birinci ila sekizinci uygulamadan herhangi birine uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup, burada birinci çok sayıda cam baloncuk, ikinci bir çok sayıda cam baloncuk sınıflandırmayla hazırlanabilen kademeli bir fraksiyon olup burada ikinci çok sayıdaki cam baloncuk birinci çok sayıdaki cam baloncuğa göre on mikrometreye kadar büyüklükte daha
- 10 yüksek sayıda cam baloncuk içermektedir.

- Onuncu bir uygulamada mevcut açıklama dokuzuncu uygulamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup, burada ikinci çok sayıdaki cam baloncuk en az 40 mikrometre büyüklükte birinci çok sayıda cam baloncuktan daha fazla sayıda
- 15 cam baloncuk içerir.

- On birinci bir uygulamada, mevcut açıklama dokuzuncu veya onuncu uygulamaya uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup burada kademeli fraksiyon 1 mikrometre ila 32 mikrometre arasında dağıtılmış cam baloncuklarının toplanmasıyla elde edilebilir.
- 20

- On ikinci bir uygulamada mevcut açıklama dokuzuncu ila on birinci uygulamadan herhangi birine uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup, burada sınıflandırma elemenden, hava sınıflandırmadan, bez filtre sınıflandırmadan, çökeltme sınıflandırmasından, santrifüjlü sınıflandırmadan, elektrostatik sınıflandırmadan ve
- 25 sulu fırçalama sınıflandırmasından en az birini içerir.

- On üçüncü bir uygulamada, mevcut açıklama birinci ila on ikinci uygulamaların herhangi birine uygun birinci çok sayıda cam baloncuk sağlamakta olup, burada cam baloncukları bir bağlayıcıyla birlikte işleminden geçirilir.
- 30

On dördüncü bir uygulamada, mevcut açıklama birinci ila on üçüncü uygulamaların herhangi birine uygun bir polimer ve birinci çok sayıda cam baloncuk içeren bir bileşim sunar.

On beşinci bir uygulamada mevcut açıklama on dördüncü uygulamaya uygun bir bileşim sağlamakta olup burada polimer termoplastik polimer, termoset polimer veya elastomerden en az birini içerir.

- 5 On altıncı bir uygulamada, on dördüncü uygulamaya uygun bir bileşim sağlamakta olup burada polimer termoplastik bir polimerdir.

On yedinci bir uygulamada, on dördüncü uygulamaya uygun bir bileşim sağlamakta olup burada polimer bir elastomerdir.

10

On sekizinci bir uygulamada, on dördüncü uygulamaya uygun bir bileşim sağlamakta olup burada polimer termoset bir polimerdir.

- 15 On dokuzuncu bir uygulamada, on dördüncü ile on sekizinci uygulamaların herhangi birine uygun bir bileşim sağlamakta olup, burada birinci çok sayıda cam baloncuk bileşimin toplam ağırlığına göre bileşimde ağırlıkça en fazla yüzde 40 seviyesinde bulunmaktadır.

Yirminci bir uygulamada, birinci ile sekizinci uygulamaların herhangi birine uygun birinci çok sayıda cam baloncuk yapma yöntemi sağlamakta olup yöntem şunları kapsar:

- 20 hacimsel medyan büyüklük, boyutsal olarak on mikrometreye kadar bir dizi cam baloncuk ve en az 40 mikrometre büyüklükte bir dizi cam baloncuk içeren ikinci bir boyut dağılımına sahip ikinci bir çok sayıda cam baloncuk sağlamak; ve cam baloncukların on mikrometre büyüklüğe kadar en az bir kısmını ayırmak; burada cam baloncukların on mikrometre büyüklüğe kadar en az bir kısmını ayırdıktan sonra birinci çok sayıdaki cam baloncuk kalır ve burada birinci çok sayıda cam baloncuk, ikinci çok sayıda cam baloncuğun on mikrometreye kadar büyük cam baloncuk sayısından düşük olan on mikrometreye kadar büyük cam baloncuk sayısına sahiptir.

- 30 Yirmi birinci bir uygulamada, yirminci uygulamaya uygun, ayrıca cam baloncukların en az 40 mikrometre büyüklükteki en az bir kısmını çıkarmayı içeren bir yöntem sağlamaktadır; burada cam baloncukların en az 40 mikrometre büyüklükteki en az bir kısmını ayırdıktan ve cam baloncukların on mikrometre büyüklüğe kadar en az bir kısmını ayırdıktan sonra birinci çok sayıdaki cam baloncuk kalır, burada birinci çok sayıda cam baloncuk, ikinci çok sayıda cam baloncuğa göre en az 40 mikrometre büyüklükte daha az sayıda cam baloncuk içerir.

Yirmi ikinci bir uygulamada, yirminci veya yirmi birinci uygulamaya göre bir yöntem sağlamakta olup burada kademeli fraksiyon 1 mikrometre ile 32 mikrometre arasında dağıtılmış cam baloncuklarının toplanmasıyla elde edilebilir.

5

Yirmi üçüncü bir uygulamada yirminci ile yirmi ikinci uygulamadan herhangi birine bir yöntem sağlamakta olup, burada sınıflandırma elemekten, hava sınıflandırmadan, bez filtre sınıflandırmadan, çökeltme sınıflandırmasından, santrifüjlü sınıflandırmadan, elektrostatik sınıflandırmadan ve sulu fırçalama sınıflandırmasından en az birini içerir.

10

Yirmi dördüncü bir uygulamada, mevcut açıklama kademeli cam baloncuk fraksiyonu yapımına yönelik bir usul sağlarken, usul şunları içerir:

medyan büyüklük, boyutsal olarak on mikrometreye kadar bir dizi cam baloncuk ve en az 40 mikrometre daha büyük bir dizi cam baloncuk içeren ikinci bir boyut dağılımına

15

sahip ikinci bir çok sayıda cam baloncuk sağlamak;

cam baloncukların en az 40 mikrometre büyüklükteki en az bir kısmını ayırmak;

cam baloncukların on mikrometre büyüklüğe kadar en az bir kısmını ayırmak;

burada cam baloncukların en az 40 mikrometre büyüklükteki en az bir kısmını ayırdıktan ve cam baloncukların on mikrometre büyüklüğe kadar en az bir kısmını

20

ayırdıktan sonra birinci çok sayıdaki cam baloncuk kalır, burada birinci çok sayıda cam baloncuk, ikinci çok sayıda cam baloncuğun on mikrometreye kadar büyük cam baloncuk sayısından düşük olan on mikrometreye kadar büyük cam baloncuk sayısına sahiptir ve aşağıdaki koşullardan biri karşılanmıştır:

birinci çok sayıda cam baloncuk ve ikinci çok sayıda cam baloncuk eşdeğer yoğunluğa sahiptir, ancak birinci çok sayıda baloncuğun direnci ikinci çok sayıda baloncuktan yüksektir;

25

birinci çok sayıda cam baloncuk ve ikinci çok sayıda cam baloncuk eşdeğer dirence sahiptir, ancak birinci çok sayıda baloncuğun yoğunluğu ikinci çok sayıda baloncuktan yüksektir; veya

30

birinci çok sayıda cam baloncuk ikinci çok sayıda cam baloncuğa göre daha düşük yoğunluğa ve daha yüksek dirence sahiptir.

Yirmi beşinci bir uygulamada mevcut açıklama yirmi dördüncü uygulamaya uygun bir yöntem sağlamakta olup burada birinci çok sayıda partikül santimetre küp başına yaklaşık

0,55 grama kadar ortalama gerçek yoğunluğa sahiptir ve burada birinci çok sayıda partikül 15 mikrometre ile 40 mikrometre aralığında hacmen bir medyan boya sahiptir.

5 Yirmi altıncı bir uygulamada mevcut açıklama yirmi beşinci uygulamaya uygun bir yöntem sağlamakta olup burada birinci çok sayıda partikül santimetre küp başına yaklaşık 0,45 grama kadar ortalama gerçek yoğunluğa sahiptir ve burada birinci çok sayıda partikül 15 mikrometre ile 25 mikrometre aralığında hacmen bir medyan boya sahiptir.

10 Yirmi yedinci bir uygulamada, mevcut açıklama mevcut buluş yirmi dördüncü ile yirmi altıncı uygulamaların herhangi birine uygun bir yöntem sağlamakta olup, burada birinci çok sayıda cam baloncuğun hacimsel olarak yüzde onunun çöktüğü hidrostatik basınç en azından 100 megapaskaldır.

15 Yirmi sekizinci bir uygulamada mevcut açıklama mevcut buluş yirmi dördüncü ile yirmi yedinci uygulamalardan herhangi birine uygun bir yöntem sunmakta olup burada en az 40 mikrometre büyüklüğündeki cam baloncuklardan en az bir kısmının çıkarılması 32 mikrometre elekten geçen cam baloncukların toplanmasını içerir.

20 Yirmi dokuzuncu bir uygulamada mevcut açıklama mevcut buluş yirmi dördüncü ile yirmi sekizinci uygulamalardan herhangi birine uygun bir yöntem sunmakta olup burada en fazla on mikrometre büyüklüğündeki cam baloncuklardan en az bir kısmının çıkarılması 20 mikrometre elekte tutulan cam baloncukların toplanmasını içerir.

25 Otuzuncu bir uygulamada, mevcut açıklama mevcut buluş yirmi dördüncü ile yirmi dokuzuncu uygulamaların herhangi birine uygun bir yöntem sağlamakta olup, burada birinci çok sayıda partikül santimetre küp başına yaklaşık 0,35 grama kadar ortalama gerçek yoğunluğa sahiptir ve birinci çok sayıda cam baloncuğun hacimsel olarak yüzde onunun çöktüğü hidrostatik basınç en azından 75 megapaskaldır.

30 Bu açıklamanın daha ayrıntılı olarak anlaşılması için, aşağıdaki örnekler verilmiştir. Bu örneklerin sadece açıklayıcı amaçlı oldukları ve bu açıklamayı herhangi bir şekilde kısıtlayıcı anlama gelmedikleri anlaşılmalıdır.

Örnekler

Malzemeler:

Cam baloncuklar 3M Company, St. Paul, MN'den "3M GLASS BUBBLES iM30K" ve "3M GLASS BUBBLES K42HS" markaları olarak elde edilmiştir. Bu cam baloncukları, 5 ağırlıkça yüzde 70 ila 80 aralığında SiO_2 , ağırlıkça yüzde 8 ila 15 aralığında alkalin toprak metal oksit ve ağırlıkça yüzde 3 ila 8 alkali metal oksit ile ağırlıkça yüzde 2 ila 6 aralığında B_2O_3 içeren cam bileşimlerine sahiptir, burada her ağırlık yüzdesi cam baloncukların toplam ağırlığına bağlıdır.

10 0,9 g/cm³ yoğunluğa sahip polipropilen "PRO-FAX 6523" markası ile LyondellBasell Polymers, Kuzey Amerika'dan elde edilmiştir.

Maleik anhidrit aşılı (MAH) polimer içeren bir darbe düzenleyici Dow Chemical Company, Midland, MI'den "AMPLIFY GR 216" markası ile elde edilmiştir. Darbe düzenleyicinin 15 yoğunluğu 0,87 g/cm³ ve erime indeksi (190 °C / 2,16 kg) 1,3 g/10 dakikadır.

1,14 g/cm³ yoğunluğa sahip poliamid 6,6, (nylon) "ZYTEL 101" markası ile DuPont, Wilmington, DE'den elde edilmiştir.

20 Test yöntemleri:

Ortalama Partikül Yoğunluğu Saptama: "ACCUPYC 1330 PYCNOMETER" markasıyla Micromeritics, Norcross, Georgia'dan elde edilen tam otomatik gaz yer değiştirme piknometresi mikro kürelerin yoğunluğunu ASTM D2840- 69, "Average 25 True Particle Density of Hollow Microspheres"e göre saptamakta kullanılmıştır.

Lazer Işığı Kırılımı ile Partikül Büyüklüğü Saptama: Hacim yüzdesi dağılımındaki partikül büyüklüğü, Micromeritics'in "SATURN DIGISIZER" marka partikül büyüklüğü analizörü kullanılarak lazer ışığı kırılımı ile saptanmıştır. Partikül büyüklüğü saptaması 30 öncesinde cam baloncukları havasızlaştırılmış deiyonize su içinde dağıtılmıştır.

SEM Analizi ile Partikül Büyüklüğü Saptama: Bazı Örneklerde Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntü analizi kullanılarak partikül büyüklüğü dağılımı da ölçülmüş olup burada her boşluklu mikro kürenin çapı mikroskop (model "Phenom™ Taramalı 35 Elektron Mikroskobu" FEI Company, Hillsboro, OR'den elde edilmiştir) ile beraber verilen

bir yazılımla (Olympus "measurlT" yazılımı) ölçülmüştür. Cam baloncuk büyüklüğü verileri daha sonra sınıflandırılıp analiz edilerek partikül yüzdesi dağılımı (yani ölçülen tüm partiküllerin yüzdesi olarak belli bir çaptaki partiküllerin gerçek sayısı) hesaplanmıştır.

- 5 Direnç Testi: Cam baloncuklarının direnci ASTM D3102 -72 "Hydrostatic Collapse Strength of Hollow Glass Microspheres" kullanılarak; aşağıdaki modifikasyonlarla ölçülmüştür. Numune büyüklüğü (gram cinsinden) cam baloncukların yoğunluğunun 10 katına eşittir. Mikro küreler gliserol (20,6 g) içinde dağıtılmış ve veri azaltma bilgisayar yazılımı kullanılarak otomatiğe bağlanmıştır. Bildirilen rapor, cam
10 baloncukların hacimsel olarak yüzde 10 ve 20'sinin çöktüğü hidrostatik basınçtır (sırasıyla %90 ve %80 dayanımda direnç).

- Çentikli İzot Darbesi direnci: Bileşimlerin izot darbesi direnci ASTM D256 "Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics"te
15 özetlenen prosedüre göre ölçülmüştür.

- Basıncı Kalıplama: Bileşimlerin peletleri 4 ayrı tutma basıncında basıncı kalıplanarak hedeflenen enjeksiyonlu-basıncı kalıplama prosesi farklı sıkıştırma basınçlarında simüle edilmiştir. 1/8 inç (in.) (0,32 cm) kalınlıkta 11 in. / 11 in. (27,94 cm / 27,94 cm) resim
20 çerçevesi kalıbı içeren bir baskı plakası kullanılmıştır. Çerçeve sağlam alüminyum folyo ile kaplanmıştır ve alüminyuma sarılı çerçevenin üst ve alt kısımlarına yerleştirilmiş iki adet 1/16 in. (0,16 cm) kalınlıkta çelik plaka içermektedir. Baskı plakasının ortasına ağırlıklı pelet yığını yerleştirilmiş ve 12 in. / 12 in. (30,48 cm) ısıtılmış tamburlu baskı kalıbına (model 25-12H, Carver Inc., Wabash IN) yerleştirilmiştir. Sıcaklık 210 °C'ye
25 ayarlanmıştır. Tamburlar istenen basınçta yavaşça sıkıştırılarak eriyen polimerin baskı plakasına eşit biçimde akması sağlanmıştır. Simüle edilen basınçlar 10,000 PSI (69 MPa), 15,000 PSI (103 MPa), 20,000 PSI (138 MPa) ve 25,000 PSI (172 MPa)'dır. İstenen sıcaklıkta 5 dakika sıkıştırmanın ardından tamburlar açılmış ve sandviç açık havada bir laboratuvar tezgahına koyularak soğumaya bırakılmıştır. Çelik ve alüminyum
30 folyo katmanları baskı plakasının her iki tarafından soyulmuş ve oluşan baskı levhası exacto bıçakla resim çerçevesinden çıkarılmıştır.

- Kül yoğunluğu: Cam baloncukları içeren bileşim numuneleri fırına (model 300/14, Nabertherm, Lilienthal, Almanya'dan elde edilmiştir) yerleştirilmiştir. Sıcaklık aşağıdaki
35 prosedüre göre artırılmıştır: 200 °C'de 1 saat, 250 °C'de 1 saat, 300 °C'de 1 saat,

350 °C'de 1 saat, 450 °C'de 2 saat ve 600 °C'de 12 saat. Numuneler daha sonra fırından çıkarılmış ve oda sıcaklığına soğumaya bırakılmıştır. Son kül, yukarıda tanımlanan piknometre yoğunluğu yöntemiyle ölçülmüştür.

- 5 Bükülme Direnci ve Oranı: Bileşim numuneleri çekme mukavemeti test ekipmanına (Sintech 1G model 5401029, MTS, Eden Prairie, MN'den elde edilmiştir) monte edilmiştir. Bükülme özellikleri ASTM D790-10 "Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials"da özetlenen prosedürle, 0,2 inç/dak (0,51 cm/dak) gerilme oranı kullanılarak ölçülmüştür.

10

Kırılma ve eğilmede çekme mukavemeti ve gerilme: Bileşim numuneleri çekme mukavemeti test ekipmanına monte edilmiştir. Çekme ve gerilme ASTM D638 "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics"de özetlenen prosedürle, 3 in/dak (7,62 cm/dak) ayırım hızı kullanılarak ölçülmüştür.

15

Erime akışı hızı (MFR): Bileşim peletleri erime indeksleyiciye (model MP600, Tinius Olsen, Horsham, PA'dan elde edilmiştir) yerleştirilmiş ve 7 dakika boyunca 230 °C'de dengelenmeye bırakılmıştır. Peletler daha sonra polipropilen (230 °C ve 2,16 kg) ve naylon (236 °C ve 5 kg) için ASTM D1238-10 "Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer"de özetlenen prosedürle test edilmiştir.

20

Cam baloncuklar örnek 1:

- Tartılmış bir miktardaki (261 gram) "3M GLASS BUBBLES iM30K" cam baloncukları yukarıdan aşağıya azalan göz açıklığı büyüklüklerinde ABD Standart Test Süzgeçleri içeren bir süzgeç yığınının üzerine yerleştirilmiştir. Aşağıdaki süzgeçler kullanılmıştır: 200 göz (74 µm), 230 göz (63 µm), 270 göz (53 µm), 325 göz (44 µm) ve 400 göz (37 µm). Süzgeç yığını daha sonra 15 dakika süreyle Tyler titreşimli süzgeç karıştırıcıya yerleştirilmiştir. Eleme prosesinin ardından her süzgecin üzerinde kalan materyal (*yani*, "üstler") toplanıp tartılmıştır. Yığında kullanılan süzgeçlerin tümünün içinden geçen cam baloncuklar (38 mikron süzgeç "altları"), bu defa vakumlu hava jetli süzgeçle (model "Alpine Augsburg Jet Sieve", Hosokawa Alpine, Augsburg, Almanya'dan elde edilmiştir) tekrar elenmiştir. Jetli süzgeç için tek defada tek bir süzgeç kullanılmıştır. Cam baloncuklar önce 32 mikron (450 göz) jetli süzgeçten geçirilmiştir. "Üstler" toplanıp tartılmıştır. 450 gözlü süzgeçten geçen baloncuklar

35

daha sonra jetli süzgeçte 20 mikron (635 göz) süzgeçten geçirilmiştir. Büyük boy partiküller süzgecin eleğini tıkayıp küçük boyuttaki partiküllerin geçişini önlediğinde meydana gelen “körleşmeyi” önlemek için jetli süzgeçte her süzgeçten az miktarda materyal geçirilmiştir. Jetli süzgeçler eleme döngüleri arasında hava püskürtülerek temizlenmiştir. 20 mikron süzgecin “üstleri” toplanıp tartılmış ve Cam Baloncuklar Örnek 1 olarak adlandırılmıştır. Cam Baloncuklar Örnek 1’in partikül büyüklüğü dağılımı aşağıda tanımlandığı gibi lazer ışığı kırılımı ile ölçülmüş ve aşağıdaki Tablo 1’de rapor olarak verilmiştir. Cam Baloncuklar Örnek 1 $0,5259 \text{ g/cm}^3$ ortalama gerçek yoğunluğa sahiptir ve Cam Baloncuklar Örnek 1’in hacimsel olarak yüzde onunun 10 çöktüğü hidrostatik basınç 30,000 PSI’dan (206,8 MPa) yüksektir.

Karşılaştırmalı cam baloncuklar örnek A:

Cam Baloncuklar Örnek 1’de tanımlanan 38 mikron süzgecin “üstleri” toplanıp Karşılaştırmalı Cam Baloncuklar Örnek A adını almış olup ortalama gerçek yoğunlukları $0,5779 \text{ g/cm}^3$ ve %90’daki dirençleri yaklaşık 10,213 PSI’dır (70,4 MPa).

Cam baloncuklar örnek 2:

Cam Baloncuklar Örnek 2 Cam Baloncuklar Örnek 1’in yöntemine göre hazırlanmış olup, sadece “3M GLASS BUBBLES K42HS” cam baloncukları ile başlamaktadır. Cam Baloncuklar Örnek 2’nin partikül büyüklüğü dağılımı aşağıda tanımlandığı gibi lazer ışığı kırılımı ile ölçülmüş ve aşağıdaki Tablo 1’de rapor olarak verilmiştir. Cam Baloncuklar Örnek 2 $0,42 \text{ g/cm}^3$ ortalama gerçek yoğunluğa sahiptir ve Cam Baloncuklar Örnek 2’in hacimsel olarak yüzde onunun çöktüğü hidrostatik basınç 16,000 PSI’dır (110 MPa).

Cam baloncuklar örnek 3:

Cam Baloncuklar Örnek 2’de tanımlanan 32 mikron süzgecin “üstleri” toplanıp Cam Baloncuklar Örnek 3 adını almış olup ortalama gerçek yoğunlukları $0,3370 \text{ g/cm}^3$ ve %90’daki dirençleri yaklaşık 11,453 PSI’dır (78,9 MPa).

Cam Baloncuklar Örnek 1 ile 3’ün ve Karşılaştırmalı Cam Baloncuklar Örnek A’nın partikül büyüklüğü dağılımı aşağıda tanımlandığı gibi lazer ışığı kırılımı ile ölçülmüş ve aşağıdaki Tablo 1’de rapor olarak verilmiştir.

Tablo 1. Partikül boyutu dağılımı

Örnek	D90	D50	D10
Cam Baloncuklar Örnek 1	27,2	17	0,37
Cam Baloncuklar Örnek 2	31,7	20,9	8,8
Karşılaştırmalı Cam Baloncuk Örn. A	46,3	17	6,7
Cam Baloncuklar Örnek 3	39,1	30,1	0,21

- 5 Cam Baloncuklar Örnek 1 ve 2 ile başlangıç materyalleri “3M GLASS BUBBBLES iM30K” ve “3M GLASS BUBBLES K42HS” için de yukarıda tanımlanan SEM görüntü analizi yöntemi kullanılarak partikül büyüklüğü dağılımı ölçülmüştür. 1 ile 45 arasındaki her tam sayı çapın altındaki toplam partikül sayısı (% numara partikül cinsinden ifade edilir) aşağıda Tablo 2’de gösterilmektedir.

10

Tablo 2. SEM görüntü analizi yöntemiyle partikül büyüklüğü dağılımı.

Partikül çapı (µm)	partikül %'si			
	“3M GLASS BUBBLES iM30K”	“3M GLASS BUBBLES K42HS”	Cam Baloncuklar Örnek 1	Cam Baloncuklar Örnek 2
1	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	1,59	0,00	0,50
3	0,00	4,78	0,00	0,99
4	1,28	9,96	0,00	1,49
5	6,41	15,54	0,00	5,45
6	7,69	27,89	0,00	8,42
7	10,26	37,85	0,00	10,40
8	10,26	51,00	4,35	14,85
9	14,10	59,36	5,80	23,76
10	15,38	64,54	11,59	30,20
11	20,51	68,53	15,94	42,08
12	24,36	74,10	17,39	51,98
13	32,05	77,69	20,29	56,93
14	34,62	79,68	24,64	64,36

Partikül çapı (µm)	partikül %'si			
	"3M GLASS BUBBLES iM30K"	"3M GLASS BUBBLES K42HS"	Cam Baloncuklar Örnek 1	Cam Baloncuklar Örnek 2
15	39,74	81,67	27,54	68,32
16	44,87	83,67	28,99	74,26
17	48,72	84,86	33,33	79,21
18	56,41	86,85	39,13	82,67
19	58,97	86,85	46,38	83,66
20	61,54	87,65	52,17	85,64
21	66,67	88,05	56,52	87,62
22	66,67	90,04	62,32	89,11
23	67,95	90,44	68,12	92,08
24	70,51	91,24	69,57	94,55
25	73,08	92,83	73,91	95,54
26	73,08	94,02	73,91	96,53
27	75,64	94,42	76,81	96,53
28	76,92	96,02	78,26	97,03
29	78,21	96,81	84,06	97,52
30	83,33	97,61	89,86	97,52
31	84,62	97,61	98,55	98,02
32	85,90	98,01	100,00	98,51
33	87,18	98,01	-	98,51
34	89,74	98,01	-	99,01
35	91,03	98,01	-	99,50
36	92,31	98,01	-	99,50
37	92,31	99,20	-	100,00
38	93,59	99,20	-	-
39	96,15	99,20	-	-
40	96,15	99,20	-	-
41	97,44	99,20	-	-
42	98,72	99,20	-	-
43	100,00	99,60	-	-
44	-	99,60	-	-
45	-	100,00	-	-

“3M GLASS BUBBLES iM30K” ve “3M GLASS BUBBLES K42HS” cam baloncuklarının %90 dayanımındaki ortalama yoğunluk ve direnç, Cam Baloncuklar Örnek 1 ila 3 ve Karşılaştırmalı Cam Baloncuklar Örnek A ölçülmüş ve aşağıdaki Tablo 3'te gösterilmiştir.

5

Tablo 3. %90'da ortalama yoğunluk ve direnç.

Örnekler	Ortalama yoğunluk (g/cm ³)	%90 PSI'da (MPa) direnç
“3M GLASS BUBBLES iM30K”	0,601	30.000 (207)
“3M GLASS BUBBLES K42HS”	0,420	11.500 (79)
Cam Baloncuk Örn. 1	0,526	28.950 (200)
Cam Baloncuk Örn. 2	0,420	16,800(116)
Bileşim Cam Baloncuk Örn. A	0,578	10.200 (70)
Cam Baloncuk Örn. 3	0,337	11.460 (79)

Kontrol örnek 1:

10

PP peletler yan dolgu ile donatılmış 24-mm ikiz vidalı sıkmaca (model “Prism”, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA2dan elde edilmiştir) beslenip 200 °C'ye ısıtılmıştır. Sıkmaç hızı 200 dev/dak olarak tutulmuştur. Sıkılan PP'nin test yığınları enjeksiyonlu kalıplama makinesi (model Boy 22D, Boy Limited, Northants, BK'dan elde edilmiştir) ve ASTM test numunesi kalıbıyla hazırlanmıştır. Enjeksiyon kalıp silindiri 220 °C'ye ısıtılmış ve kalıp 50 °C'de tutulmuştur. PP, kalıplama basıncını maksimize eden koşullarda kalıba enjekte edilmiştir. En yüksek basınçlarda, enjeksiyon basıncı 3,200 PSI olmuştur (22 MPa). Enjeksiyon kalıplama makinesinin yoğunlaştırma oranı 6,6 olduğundan bileşimlerce hissedilen nihai basınç yaklaşık 21,200 PSI'dır (146 MPa).

20

Karşılaştırmalı bileşim örnek A:

“3M GLASS BUBBLES iM30K” cam baloncuklarının ve PP'nin 0,813 g/cm³ istenen hedef yoğunlukta bir bileşimi hazırlanmıştır. PP peletleri ve cam baloncuklar 200 °C'ye ısıtılmış ikiz vidalı sıkmaca ağırlıkça yüzde 78,5/21,5 oranında beslenmiştir. Karşılaştırmalı Bileşim Örnek A'nın test yığınları yukarıda Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

25

Karşılaştırmalı bileşim örnek B:

5 “3M GLASS BUBBLES K42HS” cam baloncuklarının ve PP'nin 0,816 g/cm³ istenen hedef yoğunlukta bir bileşimi Karşılaştırmalı Bileşim Örnek A'da tanımlandığı şekilde hazırlanmıştır. PP/cam baloncuk ağırlık oranı yaklaşık 91/9'dur. Karşılaştırmalı Bileşim Örnek B'nin test yığınları yukarıda Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

Bileşim örnek 1:

10

Cam Baloncuklar Örnek 1 ve PP'nin 0,813 g/cm³ istenen hedef yoğunlukta bir bileşimi Karşılaştırmalı Bileşim Örnek A'da tanımlandığı şekilde hazırlanmıştır. PP/cam baloncuk ağırlık oranı yaklaşık 85/15'tir. Bileşim peletleri 50 °C sıcaklıkta ve 3,200 PSI (22 MPa) enjeksiyon basıncında bir ASTM test numunesi kalıbı kullanılarak Boy 22D enjeksiyon kalıplayıcısına enjeksiyonla kalıplanmıştır. Bileşim 15 Örnek 1'in test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

Bileşim örnek 2:

20 Cam Baloncuklar Örnek 2 ve PP'nin 0,816 g/cm³ istenen hedef yoğunlukta bir bileşimi Karşılaştırmalı Bileşim Örnek B'de tanımlandığı şekilde hazırlanmıştır. PP/cam baloncuk ağırlık oranı yaklaşık 91/9'dur. Bileşim Örnek 2'nin test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

25 Kontrol örnek 2:

PP peletleri ve darbe düzenleyici (IM) “AMPLIFY GR 216” ikiz vidalı sıkmaca ağırlıkça yüzde 90/10 oranında beslenerek 0,897 g/cm³ hedef yoğunluğa sahip bir darbe düzenlemeli polipropilen (Kontrol Örnek 2) üretilmiştir. Kontrol Örnek 2'nin test 30 yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

Karşılaştırmalı bileşim örnek C:

Karşılaştırmalı Bileşim Örnek C Kontrol Örnek 2'de tanımlandığı gibi hazırlanmış, 35 sadece “3M GLASS BUBBLES iM30K” cam baloncuklar da ikiz vidalı sıkmaca

beslenerek $0,812 \text{ g/cm}^3$ hedef yoğunluğa sahip bir bileşim üretilmiştir. PP / IM / cam baloncuklar oranı ağırlıkça yüzde 68,5/10/21,5'tir. Karşılaştırmalı Bileşim Örnek C'nin test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

5 Karşılaştırmalı bileşim örnek D:

Karşılaştırmalı Bileşim Örnek D Kontrol Örnek 2'de tanımlandığı gibi hazırlanmış, sadece "3M GLASS BUBBLES K42HS" cam baloncuklar da ikiz vidalı sıkmaca beslenerek $0,814 \text{ g/cm}^3$ hedef yoğunluğa sahip bir bileşim üretilmiştir. PP / IM / cam baloncuklar oranı ağırlıkça yüzde 81/10/9'dur. Karşılaştırmalı Bileşim Örnek D'nin test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

Bileşim örnek 3:

15 Darbe düzenlemeli bir bileşim Kontrol Örnek 2'de tanımlandığı gibi hazırlanmış, sadece Cam Baloncuklar Örnek 1 de ikiz vidalı sıkmaca beslenerek $0,811 \text{ g/cm}^3$ hedef yoğunluğa sahip bir bileşim üretilmiştir. PP / IM / cam baloncuklar oranı ağırlıkça yüzde 75/10/15'tir. Bileşim Örnek 3'ün test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

20 Bileşim örnek 4:

Darbe düzenlemeli bir bileşim Kontrol Örnek 2'de tanımlandığı gibi hazırlanmış, sadece Cam Baloncuklar Örnek 2 de ikiz vidalı sıkmaca beslenerek $0,814 \text{ g/cm}^3$ hedef yoğunluğa sahip bir bileşim üretilmiştir. PP / IM / cam baloncuklar oranı ağırlıkça yüzde 81/10/9'dur. Bileşim Örnek 4'ün test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

Kontrol örnek 3:

30 Naylon peletler Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi ikiz vidalı sıkmaca beslenerek $1,14 \text{ g/cm}^3$ yoğunlukta bir poliamid bileşim (Kontrol Örnek 3) üretilmiştir. Kontrol Örnek 3'ün test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmış, sadece enjeksiyon kalıp silindiri 270°C 'ye ısıtılmıştır.

Karşılaştırmalı bileşim örnek E:

Karşılaştırmalı Bileşim Örnek E Kontrol Örnek 3'te tanımlandığı gibi hazırlanmış, sadece "3M GLASS BUBBLES iM30K" cam baloncuklar da ikiz vidalı sıkmaca beslenerek $0,970 \text{ g/cm}^3$ hedef yoğunluğa sahip bir bileşim üretilmiştir. Naylon/cam baloncuklar oranı ağırlıkça yüzde 80,54/19,46 olmuştur. Karşılaştırmalı Bileşim Örnek E'nin test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

Karşılaştırmalı bileşim örnek F:

Karşılaştırmalı Bileşim Örnek F Kontrol Örnek 3'te tanımlandığı gibi hazırlanmış, sadece "3M GLASS BUBBLES K42HS" cam baloncuklar da ikiz vidalı sıkmaca beslenerek $0,985 \text{ g/cm}^3$ hedef yoğunluğa sahip bir bileşim üretilmiştir. Naylon/cam baloncuklar oranı ağırlıkça yüzde 90,85/9,15'tir. Karşılaştırmalı Bileşim Örnek F'nin test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

Bileşim örnek 5:

Cam Baloncuklar Örnek 1 ve naylonun $0,940 \text{ g/cm}^3$ istenen hedef yoğunlukta bir bileşimi Karşılaştırmalı Bileşim Örnek A'da tanımlandığı şekilde hazırlanmıştır, farklı olarak sadece naylon kullanılmıştır. Naylon/cam baloncuklar ağırlık oranı yaklaşık 85/15'tir. Bileşim Örnek 5'in test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

Bileşim örnek 6:

Cam Baloncuklar Örnek 2 ve naylonun $0,986 \text{ g/cm}^3$ istenen hedef yoğunlukta bir bileşimi Karşılaştırmalı Bileşim Örnek A'da tanımlandığı şekilde hazırlanmıştır, farklı olarak sadece naylon kullanılmıştır. Naylon/cam baloncuklar ağırlık oranı yaklaşık 90/10'tir. Bileşim Örnek 6'nın test yığınları Kontrol Örnek 1'de tanımlandığı gibi hazırlanmıştır.

Kontrol Örnekler 1, 2 ve 3'ün ve Karşılaştırmalı Bileşim Örnek A-F ve Bileşim Örnek 1-6'da tanımlandığı şekilde hazırlanmış bileşimlerin bir özeti aşağıdaki Tablo 4'te gösterilmektedir.

Kontrol Örnek 1 ve 2, Karşılaştırmalı Bileşim Örnek A-F ve Bileşim Örnek 1-6'da da tanımlandığı gibi hazırlanan test yığınları darbe direnci (darbe), bükülme oranı (bükülme oranı), çekme mukavemeti (çekme) ve erime akışı hızı (MFR) yukarıda

tanımlandığı gibi ölçülmüş ve aşağıdaki Tablo 5'te raporlanmıştır. Tüm sonuçlar her Örnek için ortalama 5 test olarak raporlanmıştır.

Tablo 4. Bileşimler

5

Örnekler	Cam baloncuklar	Darbe düzenleyici (IM)	PP/mikro küreler/IM ağırlık oranı	Bileşim Hedef Yoğunluk (g/cm ³)
Kontrol Örnek 1	Yok	Yok	100	0,9
Bileşim Bileşim Örn. A	"3M GLASS BUBBLES iM30K"	Yok	78,5/21,5	0,813
Bileşim Bileşim Örn. B	"3M GLASS BUBBLES K42HS"	Yok	91/9	0,816
Bileşim Örnek 1	Cam Baloncuk Örn. 1	Yok	85/15	0,813
Bileşim Örnek 2	Cam Baloncuk Örn. 2	Yok	91/9	0,816
Kontrol Örnek 2	Yok	Amplify GR 216	90/0/10	0,897
Bileşim Bileşim Örnek C	"3M GLASS BUBBLES iM30K"	Amplify GR 216	68,5/21,5/10	0,811
Bileşim Bileşim Örn. D	"3M GLASS BUBBLES K42HS"	Amplify GR 216	81/9/10	0,814
Bileşim Örnek 3	Cam Baloncuk Örn. 1	Amplify GR 216	75/15/10	0,811
Bileşim Örnek 4	Cam Baloncuk Örn. 2	Amplify GR 216	81/10/9	0,814
Kontrol Örnek 3	Yok	Yok	100	1,14
Bileşim Bileşim Örn. E	"3M GLASS BUBBLES iM30K"	Yok	80,54/19,46	0,970
Bileşim Bileşim Örn. F	"3M GLASS BUBBLES K42HS"	Yok	90,85/9,15	0,985
Bileşim Örnek 5	Cam Baloncuk Örn. 1	Yok	85/15	0,970
Bileşim Örnek 6	Cam Baloncuk Örn. 2	Yok	90/10	0,986

Tablo 5. Darbe direnci, bükülme oranı, çekme mukavemeti ve erime akışı hızı.

Örnekler	Darbe	Bükülme Oranı	Çekme	MFR
----------	-------	---------------	-------	-----

	Direnci (J/m ²)	(MPa) [kpsi]	Mukavemeti (MPa) [kpsi]	(g/10 dak)
Kontrol Örnek 1	2952	597,91 [86,72]	30,34 [4,4]	4,774
Bileşim Bileşim Örn. A	1405	982,50 [142,5]	17,24 [2,5]	2,141
Bileşim Bileşim Örn. B	1603	700,78 [101,64]	22,75 [3,3]	2,968
Bileşim Örnek 1	1491	775,93 [112,54]	19,99 [2,9]	2,522
Bileşim Örnek 2	1681	787,24 [114,18]	22,06 [3,2]	2,943
Kontrol Örnek 2	7686	564,96 [81,94]	26,20 [3,8]	4,559
Bileşim Bileşim Örn. C	2810	648,93 [94,12]	20,68 [3,0]	1,505
Bileşim Bileşim Örn. D	2998	602,33[87,36]	22,75 [3,3]	2,688
Bileşim Örnek 3	2898	591,43 [85,78]	21,37 [3,1]	2,234
Bileşim Örnek 4	3168	671,55 [97,4]	22,75 [3,3]	2,563
Kontrol Örnek 3	4288	3939,66 [271,4]	67,71 [9,82]	47,0
Bileşim Bileşim Örn. E	1793	2602,77 [377,5]	55,16 [8,0]	19,2
Bileşim Bileşim Örn. F	1976	2129,10 [308,8]	65,50 [9,5]	27,3
Bileşim Örnek 5	1924	2441,43 [354,1]	59,29 [8,6]	21,1
Bileşim Örnek 6	1937	2155,99 [312,7]	64,81 [9,4]	26,7

- Karşılaştırmalı Bileşim Örnek A-F ve Bileşim Örnek 1-6'da tanımlandığı şekilde hazırlanmış mikro kürelerin (sade), peletlerin (haddeleme sonrası) ve enjeksiyon kalıp levhalarının kül yoğunluğu ölçülmüştür. İlk yoğunluk (mikro küreler için ölçülen) ile nihai yoğunluk (peletler ve/veya levhalar için ölçülen) arasındaki fark hesaplanmış ve yoğunluk artışı %'si olarak ifade edilmiştir. İlk yoğunluk (g/cm³), kül yoğunluğu (g/cm³) ve yoğunluk artışı (%) aşağıdaki Tablo 6'da raporlanmaktadır.

Tablo 6. Enjeksiyon kalıplı levhalarda yoğunluk, kül yoğunluğu ve yoğunluk artışı.

10

Örnekler	Cam Baloncuklar	Haddelenmiş Peletler		Enjekte Levhalar	
	Yoğunluk (g/cm ³)	Kül yoğunluğu (g/cm ³)	Yoğunluk Artışı (%)	Kül yoğunluğu (g/cm ³)	Yoğunluk artışı (%)
Bileşim Bileşim Örn. A	0,601	0,674	12,07	0,685	13,97
Bileşim Bileşim Örn. B	0,422	0,551	30,53	0,651	54,28
Bileşim Örnek 1	0,526	0,596	9,16	0,605	10,77
Bileşim Örnek 2	0,420	0,515	22,67	0,527	25,50

Bileşim Bileşim Örn. C	0,601	0,658	9,39	0,662	10,11
Bileşim Bileşim Örn. D	0,422	0,519	23,11	0,641	51,96
Bileşim Örnek 3	0,526	0,584	6,94	0,600	9,86
Bileşim Örnek 4	0,420	0,493	17,36	0,527	25,40
Bileşim Bileşim Örn. E	0,601	0,666	6,48	0,678	7,67
Bileşim Bileşim Örn. F	0,422	0,524	10,18	0,603	18,06
Bileşim Örnek 5	0,526	0,589	6,34	0,592	6,58
Bileşim Örnek 6	0,42	0,495	7,5	0,544	12,35

Bileşimlerin peletleri yukarıda tanımlandığı gibi 4 ayrı sıkıştırma basıncına tutulmuştur. Sıkıştırma levhalarının kül yoğunluğu ölçülmüştür ve aşağıdaki Tablo 7'de raporlanmaktadır.

5

Tablo 7. Basıncı kalıplama sonrası ölçülen kül yoğunluğu.

Örnekler	Sıkıştırma Levhalarının kül yoğunluğu (g/cm ³)			
	10,000 PSI (69 MPa)	15,000 PSI (103 MPa)	20,000 PSI (138 MPa)	25,000 PSI (172 MPa)
Bileşim Bileşim Örnek A	0,682	0,699	0,714	0,735
Bileşim Bileşim Örnek B	0,601	0,679	0,787	0,854
Bileşim Örnek 1	0,596	0,597	0,601	0,623
Bileşim Örnek 2	0,517	0,518	0,533	0,601

Bu açıklama çeşitli modifikasyonlar içerebilir. Buna göre bu açıklama yukarıda açıklanan uygulamalarla kısıtlı değildir, ancak aşağıdaki istemler veya eşdeğerleri tarafından belirtilen kısıtlamalar ile kontrol edilecektir. Bu açıklama burada belirgin olarak açıklanmayan herhangi bir ögenin yokluğunda uygun bir şekilde uygulanabilir.

10