

ÖZET

TOZ FOTOPOLİMERİZASYON YÖNTEMİ

Bu buluş, toz halindeki bir malzemenin (metal, plastik, kum, seramik ve diğer bütün malzemeler) bir miktar fotopolimer reçine ile karıştırılarak 3 boyutlu parçalar imal edilmesiyle ilgilidir. Toz fotopolimerizasyon yöntemi yeni bir eklemeli imalat metodu olup bu yöntem ile metal, plastik, seramik gibi malzemeler kullanılarak üç boyutlu parçalar üretilebilmesi mümkündür. Bu yöntemde toz malzeme ile az miktarda fotopolimer reçine karıştırılır. Reçinenin az miktarda olmasının nedeni tozun macun gibi bir kıvam almasını önlemek içindir. Sonrasında bu karışım, buluş kapsamında tasarlanan bir “serici-kürleyici kafa” vasıtasıyla hem serilir hemde bu aynı anda kürleyenir. Bu işlemler tekrarlanarak istenilen parça imal edilir.

İSTEMLER

1. Bu buluş, toz halindeki herhangi bir malzemenin (metal, plastik, kum , seramik ve diğer malzemeler) bir miktar fotopolimer reçine ile karıştırılarak üç boyutlu parçalar imal edilmesiyle ilgili olup özelliği; makine gövdesine (13), tablaya (8), tabla hareketini sağlayan kollara (9), toz reçine karışım besleyicisine (10) sahip olmasıdır.
2. Serici-kürleyici kafa, toz reçine karışım haznesine (6), silindirlere (7), kapağa (11), dijital maske gövdesine (14) ve dijital maskeye (15) sahiptir.
3. İstem 2’de belirtilen serici-kürleyici da dijital maske (15) ve dijital maske gövdesi (14) yerine yönlendirilebilir ışık kaynağı (1) ve yönlendirilebilir ışık kaynağı gövdesi (12) kullanılabilir.
4. İstem 2 ve istem 3’de belirtilen serici-kürleyici kafanın toz reçine karışım haznesinde (6) toz reçine karışımı (4) bulunmaktadır.
5. İstem 2 ve istem 3’de belirtilen serici-kürleyici kafa herhangi bir mekanik sistem vasıtasıyla hareket ettirilebilir.
6. İstem 2 ve istem 3’de belirtilen seriyici-kürleyici kafa vasıtasıyla, toz reçine karışımı (4), tabla (8) üzerine serilir ve kürlenir.
7. İstem 2 ve istem 3’de belirtilen serici-kürleyici kafa içerisindeki toz reçine karışımı (4), toz reçine karışım haznesinden (6) tabla (8) üzerine dökülür. Toz reçine karışımının (4) dökülmesinden sonra serici-kürleyici kafa üzerinde bulunan silindirler (7) vasıtasıyla toz reçine karışımı (4) düzlenir. Düzleme işlemiyle aynı anda dijital maske (15) ya da yönlendirilebilir ışık kaynağı (1) vasıtasıyla kürlleme işlemi gerçekleştirilir.
8. Toz reçine karışımı (4) macun kıvamında olmayıp biraz ıslak toz halinde olabilir.
9. İstem 8’de belirtilen toz reçine karışımı (4) kuru toz halinde olabilir.

TARİFNAME

TOZ FOTOPOLİMERİZASYON YÖNTEMİ

Teknik alan

5 Bu buluş, toz halindeki herhangi bir malzemenin (metal, plastik, kum, seramik ve diğer bütün malzemeler) bir miktar fotopolimer reçine ile karıştırılarak üç boyutlu parçalar imal edilmesiyle ilgilidir. Toz fotopolimerizasyon yöntemi yeni bir eklemeli imalat metodu olup bu buluş ile metal, plastik, seramik gibi malzemeler kullanılarak üç boyutlu parçalar üretilebilmesi mümkündür. Ayrıca bu yöntem ile döküm için kullanılan kum kalıpları üretilebilir. Toz fotopolimerizasyon yöntemi imalat sanayi, tıp, havacılık, savunma sanayi, otomotiv gibi birçok alanda üç boyutlu parça üretiminde kullanılabilir. Toz 10 fotopolimerizasyon yönteminde toz malzeme ile az miktarda fotopolimer reçine karıştırılır. Bu karışımı aynı anda seren ve kürleyen bir "serici-kürleyici kafa" ile üç boyutlu parça üretimi gerçekleştirilmektedir.

Önceki teknik

15 Fotopolimerizasyon yöntemi ile 3 boyutlu parça üretilen sistemlerde (Stereolitografi) bir reçine havuzu üzerine ışık gönderilerek parça üretilmektedir. Işık gönderilen kısımlar katılaşmakta ve 3 boyutlu parça üretilmektedir (US4575330A). Diğer bir yöntemde ise fotopolimer reçine, onlarca veya yüzlerce nozul ihtiva eden yazıcı başlığı gibi bir sistemden tablaya doğru püskürtülür. Püskürtme işlemi ile birlikte kürleyici ışık reçine üzerine etki ettirilir ve kürlenme işlemi gerçekleştirilir. Bu yöntemle çoğunlukla polimer malzemeler üretilmektedir. Ancak bazı sistemlerde reçine havuzu içerisine metal veya seramik 20 tozları gibi malzemeler karıştırılmaktadır. Fotopolimerizasyon yöntemi aynı şekilde tekrar edilerek reçine toz karışımından 3 boyutlu parça elde edilmektedir. Sonrasında elde edilen bu parça ısıtılarak reçine akıtılır ve sinterlenerek metal yada seramik tozlar birbirine bağlanır (Zimbeck, W., Pope, M. ve Rice, R. W. (1996). Microstructures and Strengths of Metal and Ceramics made by Photopolymerbased Rapid Prototyping. International Solid Freeform Fabrication Symposium, 12-14 Ağustos, Teksas, 25 Austin, ABD.; Lee, J. W., Lee, I. H. ve Cho, D. (2006). Development of micro-stereolithography technology using metal powder. Microelectronic Engineering, 83, 1253-1256.; Bartolo, P. J. ve Gaspar, J. (2008). Metal filled resin for stereolithography metal part. CIRP Annals – Manufacturing Technology, 57, 235-238.; WO 2013/167448 A1; WO/2018/090019). US 6,974,656 B2 numaralı patentte ise reçine içerisindeki toz miktarı artırılarak macun kıvamında bir reçine elde edilmiştir. Bu macunun kürlenerek 30 3 boyutlu parça elde edileceği bir sistem düşünülmüştür.

Toz yatak sistemlerinde iki çeşit yöntem söz konusudur. Toz malzeme ya sinterlenir (EP2285551) veya eritilir yada yapıştırıcı ile birleştirilir. Bu sistemlerde toz halindeki malzeme hareketli bir tabla üzerine çeşitli mekanizmalar yardımı ile serilir. Toz serme işlemi bu yöntemlerin hepsinde benzerdir. Sinterleme veya ergitme sistemlerinde serili toz malzeme üzerine lazer yada elektron ışını gönderilir. 35 Diğer yöntemde ise serili toz malzeme üzerine yapışkan püskürtülüp gerekli kürlenme işlemi yapılır. Toz üzerinde yapışkanın püskürtüldüğü noktalar kürlenerek katılaşır (US20180304367).

US20160214327A1 numaralı buluş malzeme püskürtme (material jetting) yönteminin farklı bir versiyonudur. Malzeme, baskı kafalarındaki nozıllardan üretilecek parçanın kesitine göre gerekli bölgelere püskürtülür. Ayrıca toz malzemenin homojen bir şekilde taşıyıcı plakaya serilmesi ve sonra 40 gerekli yerlerin kürlenmesi sistemi US20160214327A1 numaralı buluşta yer almaktadır. Toz fotopolimerizasyon yönteminde ise toz reçine karışımı serilme esnasında, dijital maske ve yönlendirilebilir ışık kaynağı metodlarıyla kürlenmektedir. Yani toz reçine karışımının serilme ile kürlenme işlemleri beraber olmaktadır. Dijital maske ve yönlendirilebilir ışık kaynağı metodları kullanılarak tasarlanan serici-kürleyici kafa sayesinde US20160214327A1 buluşuna göre daha hızlı bir 45 üretim gerçekleşecektir.

WO1998006560A1 buluşunda basınçlı bir tank, vana, boru ve delik portları gibi kısımlar mevcuttur. Sıcak sıvı halindeki reçine toz karışımı, vana ve tank içerisindeki basınç vasıtasıyla baskı haznesinin yanındaki bir bölgeye gönderilmektedir. Baskı haznesinin yanındaki bu bölgede delikler portları bulunmakta olup bu delik portları ile basınçlı tank arasında borular bulunmaktadır. Sıcak sıvı halindeki karışım bu delik portları sayesinde ilgili bölgeye gönderilmektedir. Ayrıca sıcak sıvı haldeki reçine borular ile ilgili bölgeye yukarıdan da gönderilebilmektedir. Bir serici sistem vasıtasıyla da bu karışım baskı haznesine yaydırılmaktadır. Basınçlı tank sistemi ile reçine toz karışımının gerekli alana gönderilme işleminde bazı kısıtlar bulunmaktadır. WO1998006560A1 buluşundaki bu basınçlı sistemde, toz halindeki bir karışımın akışkan olmaması sebebiyle uygulanması mümkün değildir. Ayrıca WO1998006560A1 buluşunda malzeme serme ile kürleme işlemleri aynı anda yapılmamaktadır. Dolayısıyla toz fotopolimerizasyon yöntemi parça üretiminde konusunda WO1998006560A1 buluşundan daha hızlı olacaktır.

Buluşun amacı

Toz fotopolimerizasyon yönteminin amacı metal, seramik ve kum gibi malzemelerden hızlı ve ucuz bir şekilde üç boyutlu parça üretebilmektir. Diğer bir fotopolimerizasyon yöntemi olan stereolitografi yönteminde polimer dışında parça üretimi sınırlıdır. Stereolitografi yönteminde reçine havuzuna toz malzeme karıştırılan veya reçine toz karışımı ile macun elde edilen sistemlerde reçine miktarı çok fazladır. Kürleme sonucu elde edilen model (Green part) çok fazla reçine içermektedir. Sonraki işlemlerde reçine arındırılır. En son aşamada ise sinterleme yapılarak tozlar arasındaki bağ kuvvetlendirilir. Ancak reçine miktarı çok fazla olduğu için mekanik özellikler zayıf olmaktadır.

Malzeme püskürtme ve yapışkan püskürtme yöntemlerinde fotopolimerizasyon işlemi kullanılarak parça üretimi yapılmaktadır. Ancak malzeme püskürtme ve yapışkan püskürtme yönteminde kullanılan inkjet kafaları çok pahalı sistemlerdir. Ayrıca kullanılan reçinelerin vizkozitesinin yüksek olması nedeniyle inkjet kafalarındaki nozullarda tıkanmalar meydana gelmektedir. Ek olarak bu inkjet kafaların bakımları da zordur.

Toz fotopolimerizasyon yönteminde serici-kürleyici kafa vasıtasıyla, toz reçine karışımı tabla üzerine serilirken aynı anda kürleme işlemi de yapılmaktadır. Dolayısıyla çok hızlı bir şekilde üç boyutlu parça üretimi mümkündür. Toz fotopolimerizasyon yöntemi ile üretilen metal veya seramik modellerde reçine miktarı az olduğu için diğer stereolitografi yöntemlerine göre mekanik özellik bakımından daha avantajlı olacaktır.

Toz fotopolimerizasyon yönteminde toz ile fotopolimer reçine karışık halde bulunduğu için yapışkan püskürtme ve malzeme püskürtme yöntemindeki gibi bir sisteme gerek yoktur. Yapışkan püskürtme ve malzeme püskürtme yöntemlerinde hızlı üretim yapılmak istenildiğinde çok fazla inkjet kafasına ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla sistem çok pahalılaşmaktadır. Bu nedenlerden dolayı toz fotopolimerizasyon yöntemi yapışkan püskürtme ve malzeme püskürtme yöntemlerinden daha ucuz bir yöntemdir.

Şekillerin açıklaması

Şekil 1. Dijital maske yöntemiyle üç boyutlu parça üretimi (Serici-kürleyici kafa sağ tarafa doğru hareket ediyor)

Şekil 2. Dijital maske yöntemiyle üç boyutlu parça üretimi (Serici-kürleyici kafa sol tarafa doğru hareket ediyor)

Şekil 3. Dijital maske sistemli serici-kürleyici kafa

Şekil 4. Yönlendirilebilir ışık kaynağı yöntemi ile üç boyutlu parça üretimi (Serici-kürleyici kafa sağ tarafa doğru hareket ediyor)

Şekil 5. Yönlendirilebilir ışık kaynağı yöntemi ile üç boyutlu parça üretimi (Serici-kürleyici kafa sol tarafa doğru hareket ediyor)

- 5 Şekil 6. Toz reçine karışım haznesine, karışımının doldurulması (Dijital maske ve yönlendirilebilir ışık kaynağı metodlarının her ikisinde de aynıdır)

Şekil 7. Baskı alanının üstten görünümü

Şekil 8. Yönlendirilebilir ışık kaynağı sistemli serici-kürleyici kafa

Şekildeki referansların açıklanması

- 10 1- Yönlendirilebilir ışık kaynağı
2- Işık
3- Kürlenmiş kısım
4- Toz reçine karışımı
5- Serilmiş ama kürlenmemiş toz reçine karışımı
15 6- Toz reçine karışım haznesi
7- Silindir
8- Tabla
9- Tabla hareketini sağlayan kol
10- Toz reçine karışım besleyicisi
20 11- Kapak
12- Yönlendirilebilir ışık kaynağının gövdesi
13- Makina gövdesi
14- Dijital maske gövdesi ve ışık kaynağı
15- Dijital maske

25 Buluşun açıklaması

Toz Fotopolimerizasyon yönteminde 2 farklı metod önerilmiştir:

- Dijital Maske Metodu
- Yönlendirilebilir Işık Kaynağı Metodu

Dijital Maske Metodu:

- 30 Digital maske CN102253436 patentinde de belirtildiği gibi arkasındaki ışık kaynağından gelen ışınları seçici olarak geçiren yada geçirmeyen bir cihazdır. Birinci metodun temsili gösterimleri Şekil 1, 2 ve 3'de verilmiştir. Bu metotda hem toz reçine karışımını seren hemde bu karışımı aynı anda kürleyen bir "serici-kürleyici kafa" tasarımı düşünülmüştür. Bu serici-kürleyici kafa, toz reçine karışım haznesine (6),

dökülen tozu düzleştirmeye yarıyan silindirlere (7), serilmiş toz reçine karışımının (5) gerekli yerlerinin kürlenmesini sağlayan dijital maskeye (15) ve dijital maske gövdesine (14) sahiptir.

Şekil 1, 2 ve 3'ün Açıklanması

5 Şekil 1'deki durumda serici-kürleyici kafa sağ tarafa doğru hareket etmektedir. Bu esnada toz reçine karışım haznesinden (6) toz reçine karışımı (4) baskı alanına dökülmektedir. Dökülen bu toz reçine karışımı (4) silindir (7) vasıtasıyla düzleştirilmektedir. Toz reçine karışımının (4) serilmesiyle aynı anda dijital maske (15) vasıtasıyla gerekli olan bölgeler kürlenmektedir (3). Bu dijital maske (15), kürlenmesi gereken bölgelerde (3), dijital maske gövdesi (14) içerisindeki sıralı ışık kaynaklarından gelen ışınlarla (2) izin verirken, kürlenmemesi gereken bölgelerde (5) ise ışığın geçmesine izin vermemektedir. Şekil 10 2'de ise serici-kürleyici kafa sol tarafa doğru hareket etmekte olup aynı işlemler tekrarlanmaktadır. Serici-kürleyici kafa tasarımında iki tarafta dijital maske (15) ve dijital maske gövdesi (14) olduğu için hem sağ tarafa hemde sol tarafa doğru giderken toz serme ve kürlenme işlemi yapılabilmektedir. Bu sayede çok hızlı ve pratik bir şekilde model üretimi gerçekleştirilmektedir. Şekil 3'de dijital maskeli serici-kürleyici kafa tasarımı detaylı bir şekilde gösterilmiştir.

15 Yönlendirilebilir Işık Kaynağı Metodu:

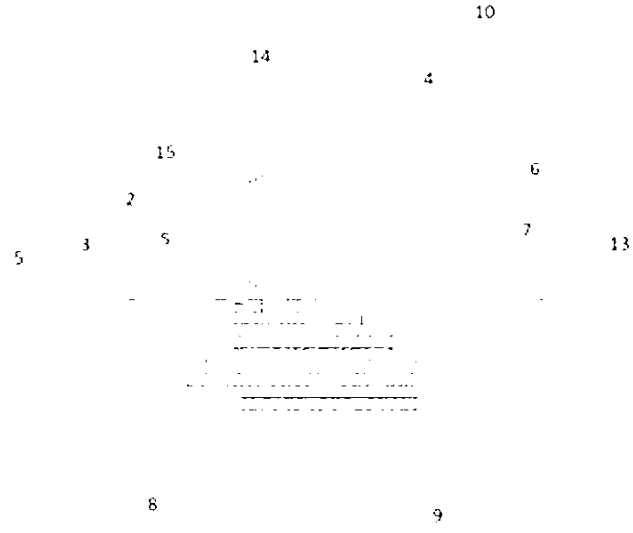
Bu metod dijital maske metoduna benzerdir. Sadece ışığın (2) gerekli bölgelere (3) gönderilmesi farklıdır. Bu yöntemde ışık (2) gerekli olan bölgelere (3) yönlendirilebilir ışık kaynakları (1) vasıtasıyla gönderilir. Bu yönlendirilebilir ışık kaynakları (1) hareket ettirilebilir aynalar sayesinde istenilen bölgelere ışık göndermektedir. Bu aynalar yönlendirilebilir ışık kaynaklarının (1) içerisinde bulunmaktadır. 20

Şekil 4, 5, 6, 7 ve 8'in açıklanması

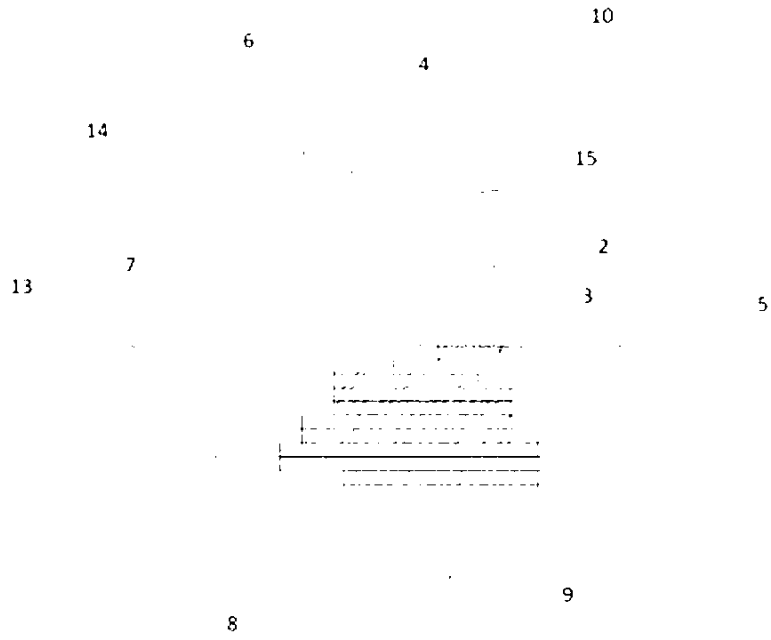
Şekil 4'de serici-kürleyici kafa sağ tarafa doğru hareket ederken, şekil 5'de kafa sol tarafa doğru hareket etmektedir. Şekil 6'da ise kafa üzerindeki toz reçine karışım haznesine (6) toz reçine karışım besleyicisi (10) vasıtasıyla toz reçine karışımı (4) doldurulmaktadır. Bu esnada toz reçine karışımının (4) dökülmemesi için hazne (6) bir kapak (11) vasıtasıyla kapatılmaktadır. Bu işlem dijital maske yönteminde de aynıdır. Şekil 7'de serici kürleyici kafa ve baskı alanının üstten görünümü gösterilmektedir. Şekil 8'de ise yönlendirilebilir ışık kaynaklı serici-kürleyici kafa detaylı bir şekilde gösterilmiştir.

Buluşun sanayiye uygulama biçimi

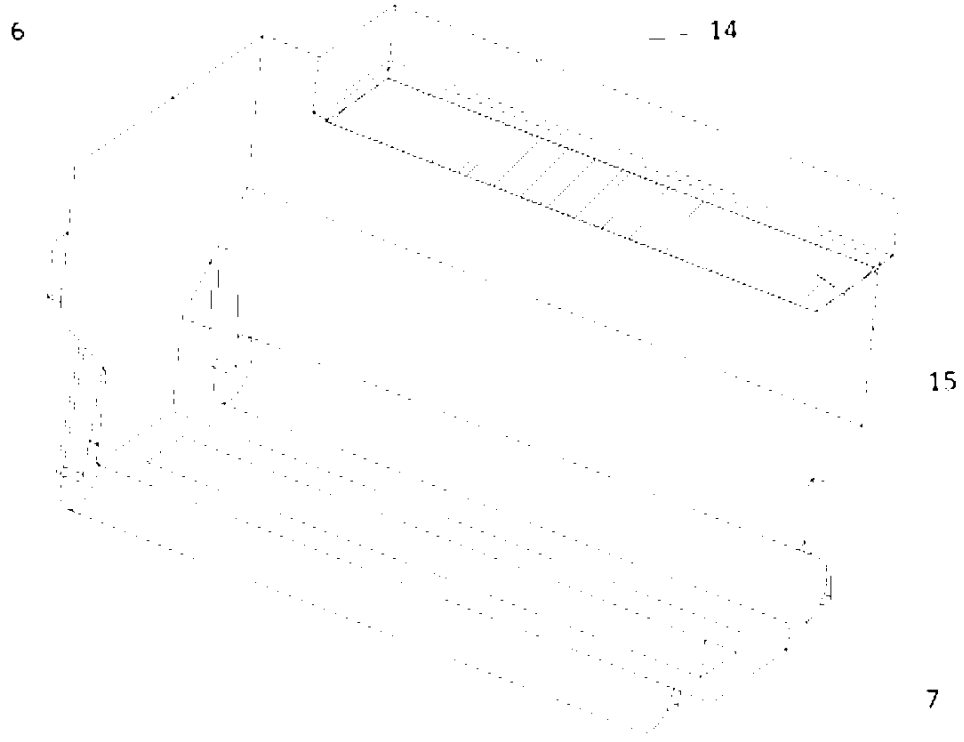
30 Toz fotopolimerizasyon yöntemi yeni bir eklemeli imalat metodu olup bu buluş ile metal, kum, plastik, seramik gibi malzemeler kullanılarak üç boyutlu parçalar üretilebilmesi mümkün olacaktır. İmalat sanayi, tıp, havacılık, savunma sanayi gibi birçok alanda bu yöntemle parça üretilebilecektir.



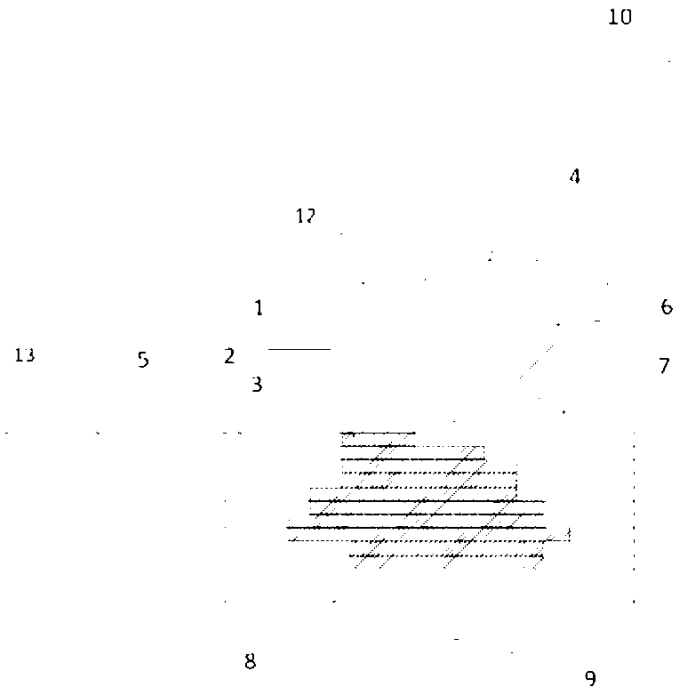
ŞEKİL 1



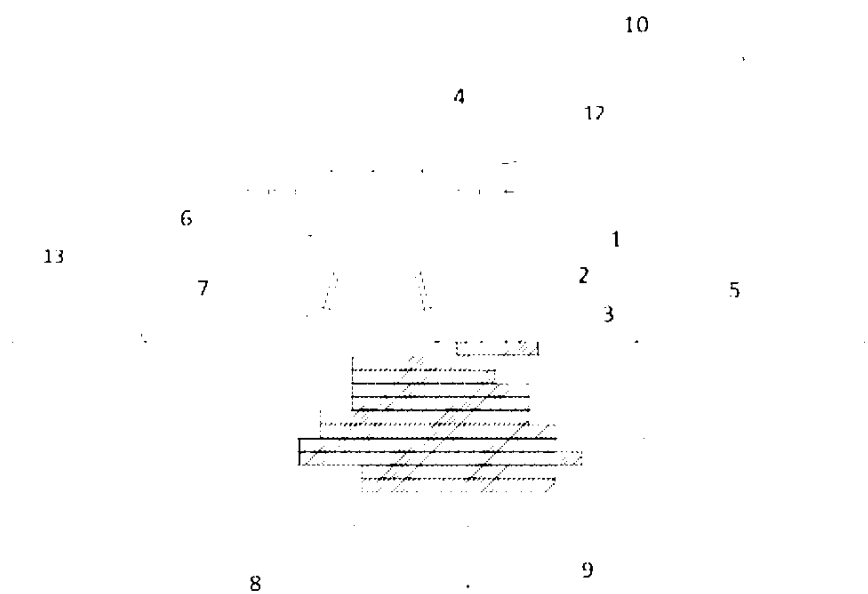
ŞEKİL 2



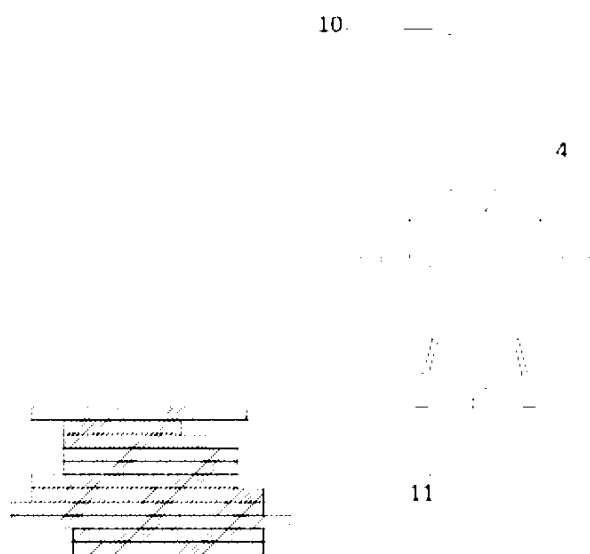
ŞEKİL 3



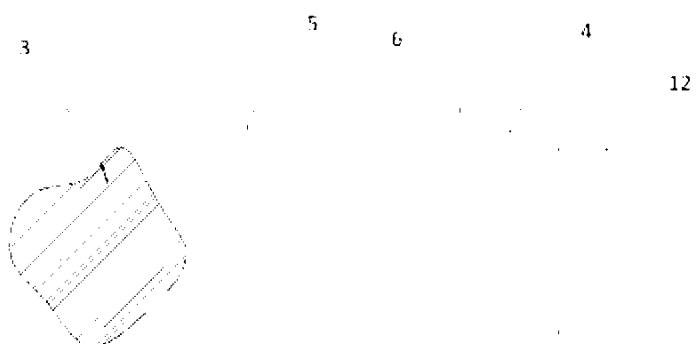
ŞEKİL 4



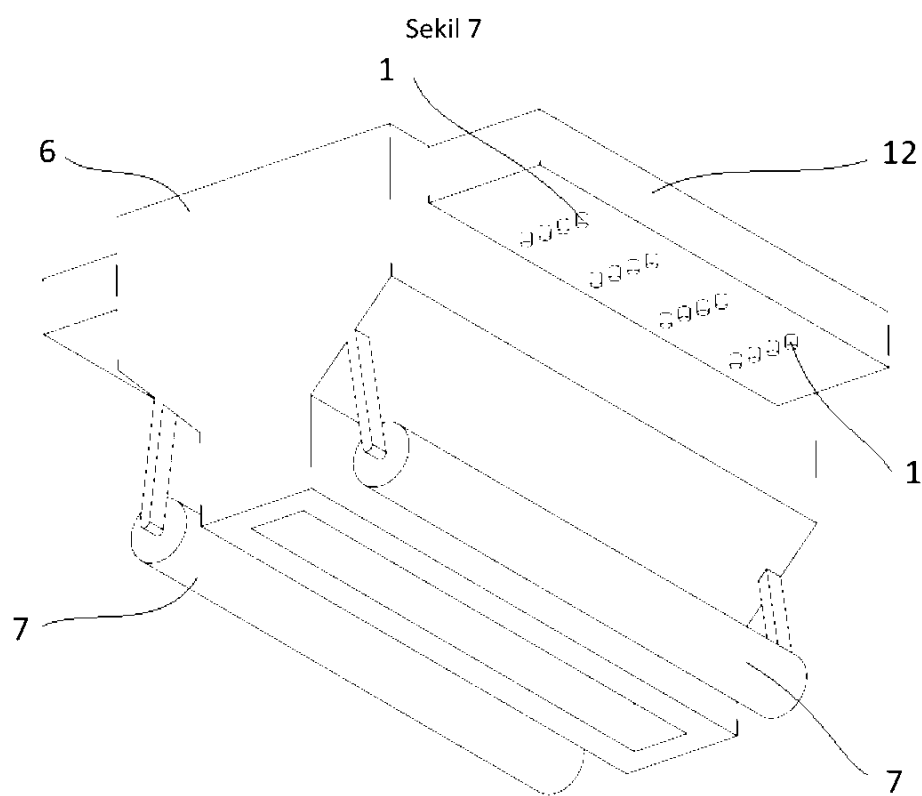
Sekil 5



Sekil 6



13



Sekil 8