

ÖZET

BİR UZATILMIŞ KOMPOZİT YAPININ İMAL EDİLMESİ İÇİN BİR USUL

İki ayrı kompozit yapı bölümüne sahip bir uzatılmış kompozit yapının imal edilmesi için bir usul olup, şu aşamaları içerir: yapının bir dış yüzeyini tanımlayan bir konturu olan bir birinci şekillendirici yüzeye sahip bir birinci rijit kalıp parçasının sağlanması, birinci kalıp parçasının bir birinci boylamasına bölümüne. bir birinci elyaf yatırma tabakasının yerleştirilmesi, birinci elyaf tabakasının bir birinci çapraz kenar alanının üzerine bir birinci esnek folyonun yerleştirilmesi, kalıp parçasının bir ikinci boylamasına bölümüne, birinci elyaf tabakasının çapraz kenar alanının ve böylece birinci esnek folyonun üstüne binecek şekilde bir ikinci elyaf yatırma tabakasının yerleştirilmesi, ikinci elyaf yatırma tabakasının üzerine bir ikinci esnek folyonun yerleştirilmesi, elyaf yatırma tabakalarına polimer sağlanması ve polimerin sertleşmesinin sağlanması.

İSTEMLER

1. Bir uzatılmış kompozit yapının (10) imal edilmesi için bir usul olup, bu yapı, bir boylamasına eksene (L) sahiptir ve en az bir birinci ve bir ikinci ayrı boylamasına kompozit yapı bölümünü (16, 21) içerir ve bir polimer matrisini ve polimer matrisinin içine gömülmüş elyaf malzemeyi içeren takviyeli polimer malzemeden oluşturulmuştur; burada usul, aşağıdaki aşamaları içerir:
- a) uzatılmış kompozit yapının bir dış yüzeyini tanımlayan bir konturu olan bir birinci şekillendirici yüzeye sahip bir birinci rijit kalıp parçasının sağlanması,
- b) bir birinci elyaf yatırma tabakasının (15) birinci kalıp parçasının (13) bir birinci boylamasına bölümünde yerleştirilmesi, birinci elyaf yatırma tabakası, bir birinci çapraz kenar alanını (17) tanımlar,
- c) birinci elyaf yatırma tabakasının en azından birinci çapraz kenar alanının üzerine en az bir birinci esnek ve tercihen elastiki folyonun (18), tercihen bir polimer folyosunun yerleştirilmesi,
- d) birinci kalıp parçasının bir ikinci boylamasına bölümüne (21) bir ikinci elyaf yatırma tabakasının (20) yerleştirilmesi, böylece ikinci elyaf yatırma tabakası, birinci elyaf yatırma tabakası ve ikinci elyaf yatırma tabakası arasında bir ara yüz oluşturan bir üst üste bindirme alanında, birinci elyaf yatırma tabakasının birinci çapraz kenar alanının ve böylece birinci esnek folyonun üstüne biner,
- e) sırasıyla aşama b) ve d) ile eş zamanlı olarak ve/veya aşama d)'den sonra birinci ve ikinci boylamasına bölümlere polimer sağlanması ve
- f) polimerin sertleştirilmesi veya sertleşmesinin sağlanması, böylece birinci ayrı boylamasına kompozit yapı bölümünün ve ikinci ayrı boylamasına kompozit yapı bölümünün oluşturulması; usulün özelliği
- g) bir ara yüz (22) oluşturan üst üste bindirme alanında, birinci ayrı boylamasına kompozit yapı bölümünün ve ikinci ayrı boylamasına kompozit yapı bölümünün birbirinden ayrılması ve
- h) daha sonra, uzatılmış kompozit yapıyı oluşturacak şekilde birinci ve ikinci boylamasına kompozit yapı bölümlerinin (16, 21) ara yüzde (22) birleştirilmesi.
2. İstem 1'e göre usul olup, burada aşama c)'de, en az bir birinci esnek folyo, tüm birinci elyaf yatırma tabakasını kaplayacak şekilde yerleştirilir ve bir birinci kalıp kavitesini oluşturmak üzere birinci kalıp parçasına sızdırmaz şekilde tutturulur ve burada aşama d)'den sonra ve aşama f)'den önce, bir ikinci esnek ve tercihen elastiki folyo, tercihen

bir polimer folyosu, ikinci elyaf yatırma tabakasının üzerine yerleştirilir ve bir ikinci kalıp kavitesi oluşturmak üzere birinci kalıp parçasına sızdırmaz şekilde tutturulur.

3. İstem 1'e göre usul olup, ayrıca en az bir ikinci esnek folyonun (23), tercihen bir polimer folyosunun, birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakalarının üzerine yerleştirilmesini ve en az bir ikinci esnek folyonun, bir birinci kalıp kavitesini (24) ve bir ikinci kalıp kavitesini (25) oluşturmak üzere birinci kalıp parçasına sızdırmaz şekilde tutturulmasını içerir; birinci ve ikinci kalıp kavitesi, birinci esnek folyo ile ayrılır.
4. İstem 1'e göre usul olup, burada kompozit yapı, bir kapalı kalıpta oluşturulmuş içi boş bir yapıdır; kapalı kalıp, bir esnek, tercihen elastiki ve açılır kapanır kalıp maçasıdır; birinci rijit kalıp parçası (13) ve bir ikinci rijit kalıp parçası (65), kompozit yapının bir dış yüzeyini tanımlayan bir konturu olan bir ikinci şekillendirici yüzeye sahiptir; birinci ve ikinci kalıp parçası, kalıp maçasının etrafında kapanacak şekilde yerleştirilmiştir ve burada aşama d)'nin ardından:
- kalıp maçası (64), birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakasının ve birinci esnek folyonun üstüne yerleştirilir,
 - bir üçüncü elyaf yatırma tabakası (75), maçanın ve/veya ikinci kalıp parçasının bir birinci boylamasına bölümünün üzerine yerleştirilir; üçüncü elyaf yatırma tabakası, bir ikinci çapraz kenar alanını tanımlar,
 - bir üçüncü esnek folyo, tercihen bir polimer folyosu, en azından ikinci çapraz kenar alanının üzerine yerleştirilir,
 - bir dördüncü elyaf yatırma tabakası (79), maçanın ve/veya ikinci kalıp parçasının bir ikinci boylamasına bölümünün üzerine yerleştirilir, böylece dördüncü elyaf yatırma tabakası, üçüncü ve dördüncü tabakaların arasında bir ikinci ara yüzü oluşturan bir ikinci üst üste bindirme alanında, üçüncü elyaf yatırma tabakasının ikinci çapraz kenar alanının ve böylece üçüncü esnek folyonun (78) üstüne biner ve
 - kalıp, bir birinci çevresel kalıp kavitesini ve bir ikinci çevresel kalıp kavitesini oluşturmak üzere ikinci kalıp parçasının, birinci kalıp parçasının ve kalıp maçasının üstüne yerleştirilmesi vasıtasıyla kapatılır; birinci ve ikinci çevresel kalıp kaviteleri, birinci ve üçüncü esnek folyo ile ayrılmıştır.
5. İstem 2-4'ten herhangi birine göre usul olup, burada birinci ve ikinci kalıp kaviteleri, aşama e)'den önce boşaltılır.

6. İstem 2-5'ten herhangi birine göre usul olup, burada aşama e) sırasında, kalıp kavitelerini polimer ile doldurmak için birinci ve ikinci kalıp kavitesine akışkan polimer beslenir.
7. Önceki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada aşama b) ve/veya aşama d) sırasında, birinci kalıp parçasının birinci ve/veya ikinci boylamasına bölümüne önceden emprenye edilmiş elyaf malzemesi yerleştirilir.
8. Önceki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada sırasıyla birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakaları ve/veya üçüncü ve dördüncü elyaf yatırma tabakaları arasındaki ara yüz, imal edilecek kompozit yapının boylamasına eksenine büyük ölçüde paraleldir.
9. İstem 1-7'den herhangi birine göre usul olup, burada birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakaları arasındaki ara yüz, birinci elyaf yatırma tabakasının bir üst yüzeyinden birinci kalıp parçasının birinci şekillendirici yüzeyine doğru incelik.
10. İstem 9'a göre usul olup, burada ara yüz tedricen incelik.
11. Önceki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada sırasıyla birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakaları ve/veya üçüncü ve dördüncü elyaf yatırma tabakaları arasındaki ara yüz, ilgili tabakalarda bir dil ve bir oluk olarak oluşturulur.
12. İstem 1-3 ve 5-11'den herhangi birine göre usul olup, burada kompozit yapı, bir rüzgar türbini kanadının kabuğunun bir yarısının en az bir parçasıdır; birinci ve ikinci kompozit yapı bölümleri, rüzgar türbini kanadının kabuğunun yarısının ilgili boylamasına bölümlerini oluşturur.
13. İstem 4'e göre usul olup, burada içi boş kompozit yapı, bir rüzgar türbini kanadının en az bir parçasıdır; birinci ve ikinci içi boş kompozit yapı bölümleri, rüzgar türbini kanadının ilgili boylamasına bölümlerini oluşturur.
14. Önceki istemlerden herhangi birine göre usul olup, burada polimerin sertleştirilmesinden sonra, oluşturulmuş kompozit yapı, kalıptan çıkarılır ve birinci kompozit yapı bölümü, ikinci kompozit yapı bölümünden ayrılır.
15. İstem 14'e göre usul olup, ayrıca birinci ve ikinci kompozit yapı bölümlerinin, kullanım yerine taşınmasını ve birinci ve ikinci kompozit yapı bölümlerinin bu kullanım yerinde birbirlerine bağlanmasını içerir.

TARİFNAME

BİR UZATILMIŞ KOMPOZİT YAPININ İMAL EDİLMESİ İÇİN BİR USUL

Buluşun Açıklaması

Bu buluş, bir rüzgar türbini kanadının kabuğunun bir yarısı veya bir rüzgar türbini kanadı gibi
 5 bir uzatılmış kompozit yapının imalatı için bir usule ilişkindir; söz konusu kompozit, bir boylamasına eksene sahiptir ve ayrı boylamasına kompozit yapı bölümlerini içerir ve bir polimer matrisini ve polimer matrisinin içine gömülmüş elyaf malzemeyi içeren takviyeli polimer malzemedan oluşturulur.

Genellikle elyaf takviyeli polimerden yapılan büyük uzatılmış kompozit yapılar, kalıplar
 10 içinde kabuk parçaları olarak üretilir; burada yapının bir birinci tarafı ve bir ikinci tarafı, ayrı olarak imal edilir ve daha sonra birleştirilir. Dolayısıyla rüzgar türbini kanatları, genellikle kalıplar içinde kabuk parçaları olarak imal edilir; burada sırasıyla basınç tarafı ve emiş tarafı ayrı ayrı imal edilir. Ardından iki kanat yarısı, genellikle iç flanş kısımlarından birbirlerine yapıştırılır.

Büyük kompozit yapılar çeşitli şekillerde imal edilebilir. Vakumlu infüzyon veya VARTM
 15 (Vakum Destekli Reçine Transferiyle Kalıplama) bir usuldür; bu usul, tipik olarak elyaf takviyeli matris malzemesi içeren rüzgar türbini kanatları gibi kompozit yapıların imal edilmesinde kullanılır. İmalat işlemi sırasında reçine olarak da adlandırılan sıvı polimer, daha önce içine elyaf yatırma tabakası olarak da adlandırılan elyaf malzemesi ilave edilmiş bir
 20 kalıp kavitesinin içine doldurulur ve burada kalıp kavitesinde, polimeri içeri çeken bir vakum üretilir. Polimer, ısıyla sertleşen plastik veya termoplastik olabilir. Tipik olarak, eşit dağıtılmış elyaf, bir birinci rijit kalıp parçası içinde tabaka halinde yayılır; elyaf, fitiller halinde, yani elyaf bant demetleri, fitil bantları veya matlar halindedir; matlar, ya tek tek elyaftan yapılma keçe matlardır ya da elyaf fitillerinden yapılma dokuma matlardır. Ardından, genellikle bir
 25 vakum torbası olarak da adlandırılan bir elastiki ve esnek polimer folyosundan yapılma bir ikinci kalıp parçası, elyaf malzemesinin üstüne yerleştirilir ve bir kalıp kavitesi üretmek üzere birinci kalıp parçasına sızdırmaz şekilde birleştirilir. Birinci kalıp parçası ve vakum torbası arasındaki kalıp kavitesinin içinde toplam vakumun tipik olarak % 80-95'i kadar bir vakum üretilerek, sıvı polimer içeri çekilebilir ve içinde elyaf malzemesi bulunan kalıp kavitesini
 30 doldurabilir. Mümkün olduğunca kusursuz ve verimli bir polimer dağılımı elde etmek için vakum torbası ve elyaf malzemesi arasında, giriş kanalları olarak da adlandırılan dağıtım katmanları veya dağıtım boruları kullanılır. Çoğu durumda uygulanan polimer, polyester veya

epoksidir ve elyaf takviye, genellikle cam elyafı veya karbon elyaf bazlıdır. Ancak doğal elyaf ve çelik elyaf gibi başka tipte elyaf da kullanılabilir.

Kalıbın doldurulması işlemi sırasında, bu bağlamda bir düşük basınç veya negatif basınç olarak anlaşılan bir vakum, kalıp kavitesinin içindeki vakum kanalları vasıtasıyla üretilir; bunun sayesinde sıvı polimer, söz konusu kalıp kavitesini doldurmak için giriş kanalları vasıtasıyla kalıp kavitesinin içine çekilir. Polimer, akış cephesi vakum kanallarına doğru hareket ettikçe, negatif basınçtan dolayı giriş kanallarından kalıp kavitesinin içine tüm yönlerde dağılır.

Genellikle kompozit yapılar, bir veya birden fazla elyaf takviyeli polimer katmanı gibi bir elyaf takviyeli malzeme ile kaplanmış bir çekirdek malzemesini içerir. Çekirdek malzemesi, bir sandviç tipi yapı oluşturmak üzere bu katmanlar arasında bir ara parça olarak kullanılabilir ve tipik olarak kompozit yapının ağırlığını azaltmak için rijit, hafif bir malzemedir yapılır. Emprenye etme işlemi sırasında sıvı reçinenin verimli bir dağılımını sağlamak için, çekirdek malzemesi, örneğin çekirdek malzemesinin yüzeyinde kanallar veya oluklar sağlanması vasıtasıyla bir reçine dağıtım ağı ile donatılabilir.

Kompozit yapıların imal edilmesi için başka bir usul, VARTM'nin benzeri olan reçine transferiyle kalıplamadır (RTM) . RTM'de sıvı polimer, kalıp kavitesinin içinde üretilen vakumdan dolayı kalıp kavitesinin içine çekilmez. Bunun yerine sıvı reçine, giriş tarafında bir aşırı basınç vasıtasıyla kalıp kavitesinin içine itilir.

Kompozit yapıların imal edilmesi için bir üçüncü usul, pre-preg (önceden emprenye edilmiş) kalıplamadır. Pre-preg kalıplama, takviye elyafının önceden katalize edilmiş bir reçine ile önceden emprenye edildiği bir usuldür. Tipik olarak reçine, oda sıcaklığında katı veya yaklaşık katıdır. Pre-preg'ler, elle veya makine ile bir kalıp yüzeyine, bir vakum torbasına yerleştirilir ve reçinenin yeniden akmasına ve en sonunda sertleşmesine olanak veren bir sıcaklığa ısıtılır. Bu usulün ana avantajı, elyaf malzemesinin içindeki reçine içeriğinin baştan hassas biçimde ayarlanmasıdır. Pre-preg'ler ile çalışma kolay ve temizdir ve otomasyon ve iş gücü tasarrufunu görünür kılar. Pre-preg'lerin dezavantajı, malzeme maliyetinin emprenye edilmemiş elyafa nazaran yüksek olmasıdır. Ayrıca çekirdek malzemesinin, reçinenin yeniden akma durumuna getirilmesi için gerekli işlem sıcaklıklarına dayanabilen bir malzemedir yapılması gereklidir. Pre-preg kalıplama, hem bir RTM hem bir VRTM işlemi ile bağlantılı olarak kullanılabilir.

Ayrıca dış kalıp parçalarının ve bir kalıp maçasının kullanılması vasıtasıyla içi boş kompozit

yapıların tek parça halinde imal edilmesi mümkündür. Böyle bir usul, örneğin EP 1 310 351 sayılı belgede açıklanmıştır ve RTM, VRTM ve pre-preg kalıplama ile kolayca kombine edilebilir.

Rüzgar türbini kanatları gibi belirli kompozit yapılar, yıllar içinde giderek daha uzun hale gelmiştir ve günümüzde 60 m'den uzun kanatlar imal edilmektedir. Rüzgar türbini kanatları gibi büyük kompozit yapıların üretim tesisleri, genellikle yapıların kullanım yerinin yanında bulunmadığından, yapıların üretim yerinden kullanım yerine taşınması gereklidir. Bu gibi büyük yapıların taşınması, genellikle üretim tesisinden kullanım yerine kadar olan yolun en azından bir kısmı boyunca karayoluyla taşındıklarından genellikle sorunludur. Dolayısıyla daha kolay taşınabilen kanatlara ihtiyaç vardır.

Bu nedenle, rüzgar türbini kanatlarının iki veya ikiden fazla ayrı kanat bölümüne ayrılması ve daha sonra rüzgar türbini tesisinin bulunduğu yerde kanatların birleştirilmesi önerilmiştir. Böylece ayrı kanat bölümlerinin daha küçük kalıplar içinde imal edilmesi mümkündür ve bir kanada nazaran kanat bölümlerinin taşınması daha az sorunludur. Böyle bir kanadın bir örneği, EP 1 584 817 A1 sayılı belgede açıklanmıştır. Ancak ayrı kanat bölümlerinin ayrı kalıplar içinde üretilmesi kanat bölümleri arasında tam bir uyum elde edilmesinde ve dolayısıyla kanat bölümlerinin bir rüzgar türbini kanadı halinde birleştirilmesinde sorun yaratabilir.

A.B.D. Patenti No. 3,967,996, bir helikopter kanadı için içi boş parçaların imal edilmesine yönelik bir usulü açıklamaktadır. Usul, her biri üzerine uygulanmış yapıştırıcı maddeye sahip tekil levhaların bir taslağının oluşturulması aşamalarını içerir. Taslaklar, bir mandrele yerleştirilir ve istenen formda şekillendirilir ve ardından bir elastiki torba vasıtasıyla sızdırmaz biçimde kapatılmış bir ek yerinde diğer taslaklar ile bir araya getirilir. Oluşturulmuş taslak, daha sonra bir kalıbın içine yerleştirilir ve bir nihai presleme işlemi gerçekleştirmek için torbaya basınç uygulanır. Helikopter kanadı tek parça halinde imal edilir ve bölünebilir değildir.

A.B.D. Patenti No. 2008/0115887, İstem 1'in giriş bölümüne uygun bir usulü açıklamaktadır. Bu buluşun bir amacı, birleştirilmiş kompozit yapıların imalatı için bilinen tekniğin dezavantajlarından bazılarının üstesinden gelen veya geliştiren veya yararlı bir alternatif sağlayan yeni bir usul sağlamaktır.

Buluşun bir birinci yönüne göre buna, İstem 1'e göre bir usul vasıtasıyla ulaşılır. Böylece bir birinci boylamasına kompozit yapı bölümü ve bir ikinci boylamasına kompozit yapı bölümü

oluşturulur. Birinci boylamasına kompozit yapı ve ikinci boylamasına kompozit yapı, aşama f)'den sonra üst üste binme alanında veya ara yüzde birbirlerinden ayrılır. Boylamasına kompozit yapı bölümlerinin, bir ve aynı kalıp parçasında imal edilmesi vasıtasıyla ve üst üste bindirme alanında birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakalarının nispeten ince birinci esnek folyo vasıtasıyla ayrılması vasıtasıyla kompozit yapı bölümleri arasında mükemmel bir uyum elde edilir; üst üste bindirme alanında veya ara yüzde olduğu gibi iki kompozit yapı bölümü, tamamen birbirini tamamlayıcı şekilde oluşacaktır. Kalıp parçasından çıkarıldıktan ve birbirlerinden ayrıldıktan sonra oluşan kompozit yapı bölümleri, sonuç olarak kullanım yerine ayrı ayrı taşınabilir ve burada birleştirilebilir. İki kompozit yapı bölümü arasındaki mükemmel uyum, uzatılmış kompozit yapıyı oluşturmak üzere birbirlerine bağlanacakları zaman, iki bölüm arasında mükemmel bir yapıştırılmalı ek yerinin sağlanmasına olanak verir.

Avantajlı şekilde, imalat usulü sırasında birinci yatırma tabakasını içeren bir birinci kalıp kavitesi ve ikinci yatırma tabakasını içeren bir ikinci kalıp kavitesi oluşur. Avantajlı şekilde iki kalıp kavitesi, birinci esnek folyo vasıtasıyla ayrılır. Birinci esnek folyo, birinci kalıp kavitesini ve ikinci kalıp kavitesini ayırdığından, daha sonra üst üste bindirme veya ara yüz alanında birbirinden ayrılabilen iki ayrı boylamasına kompozit yapı bölümünün oluşması sağlanmıştır. Avantajlı şekilde, birinci esnek folyo, erimez veya başka herhangi bir şekilde kompozit yapı bölümlerinin bir parçası haline gelmez. Esnek folyo, avantajlı şekilde vakum folyosu veya vakum torbası olarak adlandırılabilir. Vakum folyosu, kompozit yapı bölümlerinin kolayca ayrılabilmesi için bir ayırıcı madde ile donatılabilir.

Buluşun bir düzenlemesine göre aşama c)'de en az bir esnek folyo, tüm birinci elyaf yatırma tabakasını kaplayacak şekilde yerleştirilir ve birinci kalıp kavitesini oluşturmak üzere birinci kalıp parçasına sızdırmaz şekilde tutturulur ve burada aşama d)'nin ardından ve aşama f)'den önce bir ikinci esnek ve tercihen elastiki folyo, tercihen bir polimer folyosu, ikinci elyaf yatırma tabakasının üstüne yerleştirilir ve bir ikinci kalıp kavitesi oluşturmak üzere birinci kalıp parçasına sızdırmaz şekilde tutturulur.

Ek bir düzenleme, en az bir ikinci esnek ve tercihen elastiki folyonun, tercihen bir polimer folyosunun, birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakalarının üstüne yerleştirilmesini ve en az bir ikinci esnek folyonun, bir birinci kalıp kavitesini ve bir ikinci kalıp kavitesini oluşturmak üzere birinci kalıp parçasına sızdırmaz şekilde tutturulmasını içerir; birinci ve ikinci kalıp kavitesi, birinci esnek folyo ile ayrılır. Buna bağlı olarak birinci kalıp parçası ve birinci esnek folyo arasında bir birinci kalıp kavitesi oluşabilir ve birinci kalıp parçası, birinci esnek folyo ve ikinci esnek folyo arasında bir ikinci kalıp kavitesi oluşabilir. İkinci esnek folyonun bir

ucu, birinci esnek folyoya sızdırmaz şekilde tutturulabilir.

Prensipte, iki kalıp kavitesinin tek bir esnek folyo vasıtasıyla, örneğin esnek folyonun üst üste bindirme alanında araya yerleştirilen bir kanat ile donatılması vasıtasıyla oluşturulması da mümkündür; kanat, esnek folyonun üst üste bindirme alanında katlanmasıyla sağlanır.

- 5 Başka bir düzenlemeye göre kompozit yapı, bir kapalı kalıpta oluşturulmuş içi boş bir yapıdır; kapalı kalıp, bir esnek, tercihen elastiki ve açılır kapanır kalıp maçasıdır; birinci rijit kalıp parçası ve bir ikinci rijit kalıp parçası, kompozit yapının bir dış yüzeyini tanımlayan bir konturu olan bir ikinci şekillendirici yüzeye sahiptir; birinci ve ikinci kalıp parçası, kalıp maçasının etrafında kapanacak şekilde yerleştirilmiştir ve burada aşama d)'nin ardından:
- 10 – kalıp maçası, birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakasının ve birinci esnek folyonun üstüne yerleştirilir,
- bir üçüncü elyaf yatırma tabakası, maçanın ve/veya ikinci kalıp parçasının üzerine yerleştirilir; üçüncü elyaf yatırma tabakası, bir ikinci çapraz kenar alanını tanımlar,
- 15 – bir üçüncü esnek folyo, tercihen bir polimer folyosu, en azından ikinci çapraz kenar alanının üstüne yerleştirilir,
- bir dördüncü elyaf yatırma tabakası, maçanın ve/veya ikinci kalıp parçasının bir ikinci boylamasını bölümünün üzerine yerleştirilir, böylece dördüncü elyaf yatırma tabakası, üçüncü ve dördüncü tabakaların arasında bir ikinci ara yüz
- 20 oluşturan bir ikinci üst üste bindirme alanında üçüncü elyaf yatırma tabakasının ve böylece üçüncü esnek folyonun üstüne biner ve
- kalıp, bir birinci çevresel kalıp kavitesini ve bir ikinci çevresel kalıp kavitesini oluşturmak üzere ikinci kalıp parçasının, birinci kalıp parçasının ve kalıp maçasının üstüne yerleştirilmesi vasıtasıyla kapatılır; birinci ve ikinci çevresel
- 25 kalıp kaviteleri, birinci ve üçüncü esnek folyo ile ayrılmıştır.

Çevresel olarak görüldüğü gibi, ikinci üst üste bindirme alanı, yani ikinci ara yüz, avantajlı şekilde yatma tabakaları arasında bir çevresel sürekli üst üste bindirme alanı oluşturmak üzere birinci üst üste bindirme alanı, yani birinci ara yüz ile birleşir.

- 30 Kompozit yapı VARTM vasıtasıyla imal edilirken, kalıp kavitesi, daha önce açıklandığı gibi, kaviteye sıvı polimer beslenmeden önce boşaltılır.

Bir düzenlemeye göre kompozit yapı VARTM vasıtasıyla imal edildiğinde, birinci ve ikinci

kalıp kaviteleri, aşama e)'den önce boşaltılır.

Buluşun başka bir düzenlemesine göre aşama e) sırasında kalıp kavitelerini polimer ile doldurmak için birinci ve ikinci kalıp kavitesine sıvı polimer beslenir.

Birinci kalıp kavitesi, aşama d)'den önce boşaltılabilir, böylece ikinci elyaf yatırma tabakası, birinci kalıp parçasının ikinci boylamasına bölümüne yerleştirilmeden önce birinci elyaf yatırma tabakası sıkıştırılır. Ancak kompozit yapı, bir kapalı kalıbın içinde içi boş bir yapının imal edilmesi için yukarıda açıklanan usul vasıtasıyla oluşturulmuş içi boş bir yapı olduğunda, bu prosedürün kolayca mümkün olmadığı dikkate alınmalıdır.

Başka bir düzenlemeye göre aşama b) ve/veya aşama d) sırasında birinci kalıp parçasının birinci ve/veya ikinci boylamasına bölümüne önceden emprenye edilmiş elyaf malzemesi yerleştirilir.

Kompozit yapı, yalnızca önceden emprenye edilmiş elyaf malzemesi kullanılarak imal edilirken, polimer, yukarıda açıklandığı gibi elyaf malzemesi ile birlikte kalıp parçasının birinci boylamasına bölümüne ve ikinci boylamasına bölümüne yerleştirilir, yani polimer, elyaf yatırma tabakasına katılır. Pre-preg'ler kullanılırken, havayı çıkarmak ve böylece kompozit yapıya hava girmesini önlemek için birinci ve ikinci kalıp kavitesinin boşaltılması da avantajlıdır.

Ayrıca, üst üste bindirme alanının, yani sırasıyla birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakalarının ve/veya üçüncü ve dördüncü elyaf yatırma tabakalarının, esasen kompozit yapının boylamasına eksenine dik olarak uzanabileceği dikkate alınmalıdır.

Alternatif olarak sırasıyla birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakaları ve/veya üçüncü ve dördüncü elyaf yatırma tabakaları arasındaki üst üste bindirme alanı, yani ara yüz, kompozit yapının boylamasına eksenine verev olarak, tercihen kompozit yapının boylamasına eksenine ile 30-80° arasında, alternatif olarak 45-80° arasında ve alternatif olarak 45-70° arasında bir açı oluşturarak uzanabilir.

Verev olarak uzanan bir üst üste bindirme alanı sağlanarak, imal edilmiş kompozit yapının kompozit yapı bölümleri arasındaki ek yeri alanı, boylamasına eksene verev olarak da uzanır. Kullanım sırasında, birleştirilmiş kompozit yapı, bir bükülme momentine maruz kaldığında bu avantajlıdır, çünkü bükülme momenti, kısmen kompozit yapı, kısmen ek yeri alanı tarafından absorbe edilir.

Uzatılmış kompozit yapı, en az 30 m veya en az 40 m veya en az 50 m veya en az 60 m

uzunluğa sahip olabilir.

Kompozit yapının bölümlerinin her biri, en az 10 m veya en az 20 m veya en az 25 m veya en az 30 m uzunluğa sahip olabilir.

5 Başka bir düzenlemeye göre sırasıyla birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakaları ve/veya üçüncü ve dördüncü elyaf yatırma tabakaları arasındaki ara yüz, imal edilecek kompozit yapının boylamasına eksenine büyük ölçüde paraleldir.

10 Başka bir düzenlemeye göre sırasıyla birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakaları arasındaki ara yüz, birinci elyaf yatırma tabakasının bir üst yüzeyinden birinci kalıp parçasının birinci şekillendirici yüzeyine doğru incelik. Eğer kompozit yapı, bir rüzgar türbininin bir kabuk parçası ise bu, nihai kompozit bölümlerin, bir birleştirilmiş kanat kabuğunun bir iç yüzeyinden birleştirilmiş kanat kabuğunun bir dış yüzeyine incelendiği anlamına gelir.

Buna bağlı olarak, üçüncü ve dördüncü elyaf yatırma tabakaları arasındaki ara yüz, kompozit yapı içi boş bir yapı olduğunda, ikinci kalıp parçasının şekillendirici yüzeyinden, maçanın bir dış yüzeyine doğru ince olabilir.

15 Başka bir düzenlemeye göre ara yüz, tedricen veya düzgün biçimde incelik.

Sırasıyla birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakaları ve/veya üçüncü ve dördüncü elyaf yatırma tabakaları arasındaki incelen ara yüz, aşamalı olarak da ince olabilir.

20 Buluşun başka bir düzenlemesine göre, sırasıyla birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakaları ve/veya üçüncü ve dördüncü elyaf yatırma tabakaları arasındaki ara yüz, ilgili tabakalarda bir dil ve bir oluk olarak oluşturulur.

Kompozit yapı, iki boylamasına daha sonra birleştirildiğinde mekanik mukavemeti geliştirmek için üst üste bindirme alanında bir yerel kalınlaşmayı da içerebilir. Bu, üst üste bindirme bölgesinde birinci elyaf yatırma tabakasında ve/veya ikinci elyaf yatırma tabakasında ek elyaf malzemesi sağlanabileceği anlamına gelir.

25 Buluşa uygun usul vasıtasıyla imal edilmiş iki birleştirilmiş kompozit yapı bölümünü içeren bir kompozit yapıda bükülme momentlerinin emilmesi için bir dil ve oluklu ek yerinin çok uygun olduğuna inanılmaktadır.

30 Bir düzenlemeye göre kompozit yapı, bir rüzgar türbini kanadının kabuğunun bir yarısının en az bir parçasıdır; birinci ve ikinci kompozit yapı bölümleri, rüzgar türbini kanadının kabuğunun yarısının ilgili boylamasına bölümlerini oluşturur.

Birinci ve ikinci kompozit yapı bölümleri, birbirlerine bağlandığında birlikte kanadın kabuğunun yarısının tamamını oluşturabilir. Ancak rüzgar türbini kanadının kabuğunun yarısının, ikiden fazla kompozit yapı bölümünü içerebileceği dikkate alınmalıdır.

5 Ek bir düzenlemeye göre içi boş kompozit yapı, bir rüzgar türbini kanadının en az bir parçasıdır; birinci ve ikinci içi boş kompozit yapı bölümleri, rüzgar türbini kanadının ilgili boylamasına bölümlerini oluşturur.

Boylamasına bölümler, birbirlerine bağlandığında birlikte tüm kanadı oluşturabilir. Ancak içi boş kompozit yapının, ikiden fazla, örneğin üç kompozit yapı bölümünü içerebileceği fark edilmelidir.

10 İmal edilmiş kompozit yapı bölümleri, kompozit yapıları oluşturmak için birleştirildiğinde, bu bölümler arasındaki uyumu daha fazla geliştirmek için, sırasıyla birinci ve ikinci yatırma tabakalarının ve/veya üçüncü ve dördüncü yatırma tabakalarının içine ve/veya üzerine, ilgili tabakalar arasında uzanacak ve aralarındaki üst üste bindirme alanını kesecek şekilde boylamasına uzanan kılavuz araçlar yerleştirilebilir.

15 Boylamasına uzanan kılavuz araçlar, birinci esnek folyo boyunca boylamasına ve sızdırmaz biçimde uzanacak ve kılavuz çubuğun bir birinci kısmı birinci tabakaya ve kılavuz çubuğun bir ikinci kısmı ikinci tabakaya uzanacak şekilde birinci ve ikinci tabakalara yerleştirilmiş en az bir kılavuz çubuğu içerir. Karşılık gelen şekilde, en az bir kılavuz çubuğu, üçüncü esnek folyo boyunca boylamasına ve sızdırmaz biçimde uzanmak ve kılavuz çubuğun bir birinci 20 kısmı üçüncü tabakaya ve kılavuz çubuğun ikinci kısmı dördüncü tabakaya uzanmak üzere birinci ve ikinci tabakalara yerleştirilebilir.

Kılavuz çubuğun birinci ve/veya ikinci kısmı, polimerin sertleştirilmesinden sonra kılavuz çubuğun ilgili tabakadan çıkarılmasına olanak veren bir ayırıcı madde ile donatılabilir.

Böylece kılavuz çubuğun bir kılavuz araç olarak kullanılmasına ek olarak, kılavuz çubuğun, 25 imal edilmiş iki kompozit yapı bölümü arasında bir bağlantı aracı olarak kullanılması mümkündür.

Ayrıca, polimerin sertleştirilmesinden sonra kılavuz araç, kompozit yapının birinci ve ikinci boylamasına bölümlerine bağlanabilir; söz konusu kılavuz araç, aralarındaki üst üste bindirme alanını keser.

30 Avantajlı şekilde kılavuz araç, kompozit yapı bölümlerinin iç yüzeylerine bağlanabilir.

Polimerin sertleştirilmesinden sonra, oluşturulmuş kompozit yapı, kalıptan çıkarılır ve birinci kompozit yapı bölümü, ikinci kompozit yapı bölümünden ayrılır.

Buluşun bir düzenlemesi, ayrıca birinci ve ikinci kompozit yapı bölümlerinin, kullanım yerine taşınmasını içerir. İstem 1'deki usul, birinci ve ikinci kompozit yapı bölümlerinin kullanım yerinde birbirlerine bağlanmasını açıklamaktadır.

5 Ara bağlantı, birinci ve ikinci kompozit yapı bölümlerinin arasındaki ara yüzde yapıştırılmalı bir ek yerini içerebilir.

Birinci ve ikinci kompozit yapı bölümlerinin birbirlerine bağlanmasında kullanılabilen bağlantı araçları, birinci ve ikinci yatırma tabakalarının ve/veya üçüncü ve dördüncü yatırma tabakalarının içine ve/veya üzerine yerleştirilebilir.

10 Polimerin sertleştirilmesinden sonra, birinci ve ikinci kompozit yapı bölümlerinin birbirlerine bağlanmasında kullanılabilen bağlantı araçları, söz konusu bölümlere bağlanabilir. Bağlantı araçları, iki bölüm arasındaki ek yeri alanı boyunca uzanan ve/veya cıvatalar ve/veya vidalar ve somunlar gibi bağlama araçları vasıtasıyla buraya bağlanan metal elemanları içerebilir.

Ek bir yöne göre bu buluş, buluşa uygun usul ile imal edilmiş boylamasına kabuk bölümlerinin birbirlerine bağlanması vasıtasıyla oluşturulmuş bir kabuk yarısını içeren bir rüzgar türbini kanadına ilişkindir.

15 Ek bir yöne göre bu buluş, buluşa uygun usul ile imal edilmiş boylamasına iki içi boş kabuk bölümünün birbirlerine bağlanması vasıtasıyla oluşturulmuş bir rüzgar türbini kanadına ilişkindir.

20 Buna bağlı olarak ara ürünler, en az bir birinci boylamasına kompozit bölümü ve bir ikinci boylamasına kompozit bölümü içerebilir. Tercih edilen bir düzenlemeye göre, birinci boylamasına kompozit bölüm, rüzgar türbini kanadının bir birinci kabuk parçasıdır ve ikinci boylamasına kompozit bölüm, rüzgar türbini kanadının bir ikinci kabuk parçasıdır.

25 Dolayısıyla bir parça kiti, bir rüzgar türbini kanadı kabuk parçasını ve bir ikinci rüzgar türbini kanadı kabuk parçasını içerir. Bu parçalar, bir rüzgar türbini kurulum bölgesine taşınabilir ve burada birleştirilebilir.

Buluş, çizimlere referansla aşağıda daha detaylı açıklanmıştır; bu çizimlerde

Şekil 1, kanadın sırasıyla basınç tarafını ve emiş tarafını oluşturan ve kanadın kiriş düzlemi boyunca birbirlerine yapıştırılmış kanadın iki kabuk yarısını içeren bir rüzgar türbini kanadının bir şematik görünüşünü göstermektedir,

30 Şekil 2, kanadın basınç tarafı kabuk yarısının buluşa uygun usul vasıtasıyla oluşturulmasında kullanılacak bir birinci rijit kabuk parçasının bir şematik düzlemsel görünüşünü göstermektedir,

Şekil 3, Şekil 2'deki **III-III** çizgisi boyunca alınmış bir büyütülmüş kesit görünüşüdür ve elyaf yatırma tabakaları arasındaki bir üst üste bindirme alanının bir birinci düzenlemesini göstermektedir,

5 Şekil 4, iki elyaf yatırma tabakası arasındaki bir üst üste bindirme alanının bir ikinci düzenlemesinin Şekil 3'e karşılık gelen bir büyütülmüş kesit görünüşüdür,

Şekil 5, Şekil 3'e karşılık gelen bir büyütülmüş kesit görünüşüdür ve iki yatırma tabakası arasındaki bir üst üste bindirme alanının bir üçüncü düzenlemesini göstermektedir,

10 Şekil 6, Şekil 2'ye karşılık gelen bir büyütülmüş kesit görünüşüdür ve iki yatırma tabakası arasındaki bir üst üste bindirme alanının bir dördüncü düzenlemesini göstermektedir,

Şekil 7, Şekil 4'e karşılık gelen bir büyütülmüş kesit görünüşüdür ve ek olarak iki yatırma tabakası arasındaki üst üste bindirme alanına yerleştirilmiş bir kılavuz çubuğunu göstermektedir,

15 Şekil 8, bir rüzgar türbini kanadının içi boş şekilde kalıplama vasıtasıyla ve buluşa uygun usul vasıtasıyla imal edilmesinde kullanılacak kalıp parçaları boyunca alınmış bir enlemesine kesit görünüşünü şematik olarak göstermektedir,

Şekil 9, Şekil 8'deki IX-IX çizgileri boyunca alınmış bir kesitin görünüşünü şematik olarak göstermektedir,

20 Şekil 10, buluşa uygun usul vasıtasıyla imal edilmiş kabuk bölümleri arasındaki bir ek yeri alanının bir şematik, boylamasına kesit görünüşüdür ve kabul bölümlerinin birleştirilmiş pozisyonlarına doğru yönlendirilmesine yardımcı olan bir kılavuz aracın bir birinci örneğini göstermektedir,

25 Şekil 11, Şekil 10'a karşılık gelen bir görünüş olup, ancak bir kılavuz aracın bir ikinci örneğini göstermektedir,

Şekil 12, Şekil 10'a karşılık gelen bir kesit görünüşü olup, ancak buluşa uygun usul vasıtasıyla imal edilmiş iki kabuk bölümünün mekanik olarak bağlanması için bağlantı araçlarının bir birinci örneğini göstermektedir ve

30 Şekil 13, Şekil 12'ye karşılık gelen bir kesit görünüşü olup, ancak bir mekanik bağlantı aracının bir ikinci örneğini göstermektedir.

Şekil 1,"Danimarka konseptine" uygun rüzgara karşı yerleştirilen bir rüzgar türbininin bir geleneksel kanadının şekline sahip bir rüzgar türbini kanadının (1) bir şematik görünüşüdür. Kanat (1), bir boylamasına eksene (L) sahiptir ve bir kök bölgesini (2), bir profil veya bir aerodinamik profil bölgesini (3) ve kök bölgesi (2) ve aerodinamik profil bölgesi (3) arasında bir geçiş bölgesini (4) içerir. Kanat (1), bir ön kenarı (5) ve bir arka kenarı (6) içerir. Bir giriş düzlemi (7), ön kenar (5) ve arka kenar (6) arasında uzanır ve kanadın (1) bir emiş tarafı (8) ve bir basınç tarafı (9) arasındaki geçişi tanımlar. Giriş düzlemi, bir noktalı çizgi ile gösterilmiştir. Daha önce belirtildiği gibi kanat (1), ayrı ayrı imal edilmiş iki kabuk yarısı, yani bir basınç tarafı kabuk yarısı ve bir emiş tarafı kabuk yarısı kullanılarak ve ardından iki kabuk yarısının birbirlerine yapıştırılması vasıtasıyla imal edilir. Alternatif olarak kanat, daha sonra açıklanan içi boş şekilde kalıplama vasıtasıyla imal edilebilir.

Buluşa uygun usul, şimdi Şekil 2 ve 4'e referansla basınç tarafı kabuk yarısının üretilmesine yönelik bir düzenleme vasıtasıyla açıklanacaktır.

Şekil 1'de belirtildiği gibi kabuk yarısı (10), iki ayrı kabuk yarısı bölümünü, yani imal edildikten sonra birbirlerine bağlanacak bir birinci ve bir ikinci kabuk yarısı bölümünü (11, 12) içerir; kabuk yarısı bölümleri, VARTM vasıtasıyla imal edilmiştir. Şekil 12 ve 13, kabuk yarısını (10) oluşturmak üzere birleştirilen imal edilmiş kabuk yarılarının (11, 12) bir kısmını göstermektedir.

Bir birinci rijit kalıp parçası (13), kabuk yarısının (10) imal edilmesinde kullanılır. Birinci rijit kalıp parçası (13), kabuk yarısının (10), yani basınç tarafının (9) dış yüzeyini tanımlayan bir konturu olan bir birinci şekillendirici yüzeye (14) sahiptir.

Birinci kalıp parçasının (13) bir birinci boylamasına bölümüne (16) bir birinci elyaf yatırma tabakası (15) yerleştirilmiştir. Birinci elyaf yatırma tabakası (15), bir birinci çapraz kenar alanına (17) sahiptir. Ardından bir birinci esnek polimer folyosu (18), tabakayı komple kaplayacak şekilde birinci elyaf yatırma tabakasının (15) üstüne yerleştirilir ve bir birinci kalıp kavitesini (24) oluşturacak şekilde birinci kalıp parçasının (13) kenarına (19) sızdırmaz şekilde bağlanır.

Ardından bir ikinci elyaf yatırma tabakası (20) bir ikinci boylamasına bölüme (21) yerleştirilir, böylece ikinci elyaf yatırma tabakası (20), bir üst üste bindirme alanında (22) birinci elyaf yatırma tabakasının (15) birinci çapraz kenar alanının (17) ve böylece birinci esnek folyonun üstüne biner. Üst üste bindirme alanı (22), elyaf yatırma tabakaları arasında bir ara yüz oluşturur.

Ardından bir birinci esnek polimer folyosu (23), ikinci tabakayı komple kaplayacak şekilde ikinci tabakanın (20) üstüne yerleştirilir ve bir ikinci kalıp kavitesini (25) oluşturacak şekilde birinci kalıp parçasının kenarına (19) sızdırmaz şekilde bağlanır.

5 Kalıp kaviteleri (24, 25), şimdi şekilde gösterilmeyen bir vakum kaynağına bağlanarak boşaltılır; bunun üzerine polyester veya epoksi gibi sıvı polimer, bir polimer kaynağına bağlanmış şekilde gösterilmeyen polimer girişleri vasıtasıyla kalıp kavitelere (24, 25) beslenir. Kalıp kaviteleri sıvı polimer ile doldurulduğunda besleme işlemi durdurulur ve polimerin sertleşmesi sağlanır.

10 Sertleştirildikten sonra, oluşturulmuş birinci ve ikinci kabuk yarısı bölümleri (11, 12), birinci rijit kalıp parçasından (13) çıkarılabilir ve iki kanat bölümünü oluşturacak şekilde tercihen yapıştırma vasıtasıyla karşılık gelen kabuk yarısı bölümlerine bağlanabilir, böylece rüzgar türbini kanadının emiş tarafı (8) oluşturulur. Alternatif olarak, kanadın emiş tarafını (8) oluşturan karşılık gelen kabuk yarısı bölümlerine bağlandığında, oluşturulmuş kabuk yarısı bölümleri (11, 12) birinci kalıp parçasının (13) içinde tutulabilir. Ardından oluşturulmuş kanat 15 bölümleri, kalıp parçasından çıkartılır ve birbirlerinden ayrılır. Ardından oluşturulmuş rüzgar türbini bölümleri, bir rüzgar enerjisi santralının kurulacağı kullanım yerine taşınabilir ve ardından birleştirilebilir.

Yukarıda buluşa uygun usul, bir rüzgar türbini kanadı kabuk yarısı biçiminde bir kompozit yapının imal edilmesi için VARTM kullanılarak gösterilmiştir. Ancak elyaf takviyeli 20 kompozit yapıların üretilmesi için herhangi bir usul kullanılabilir. Bir örnek olarak pre-preg'lerin kullanılması durumunda, yatırma tabakalarında önceden emprenye edilmiş elyaf malzemesi kullanıldığından, boşaltılmalarından sonra kalıp kavitelerinin içine polimer beslenmemesi hariç, usulün yukarıda gösterildiği gibi yürütüldüğü belirtilmelidir. Bunun yerine, kalıp kavitelerinin boşaltılmasından sonra, daha sonra sertleştirilen polimeri 25 sıvılaştırmak için kalıp parçası ısıtılır.

Yukarıdaki düzenlemede, elyaf yatırma tabakaları (15, 20) arasındaki üst üste bindirme alanı, yani ara yüz (22), birinci tabakanın (15) üst yüzeyinden (26), birinci kalıp parçasının (13) birinci şekillendirici yüzeyine (14) doğru tedricen ve sürekli olarak inceler. Ancak Şekil 5'te gösterildiği gibi tabakalar (15, 20) arasındaki ara yüz (22), Şekil 6'da gösterildiği gibi bir dil 30 (27) ve yapıştırıcıdan (28) oluşturularak aşamalı olarak da incelenebilir veya Şekil 3'te gösterildiği gibi bütünüyle kabuk yarısının, yani birinci kalıp parçasının (13) boylamasına eksenine esasen paralel olarak uzanır. Aslında tabakalar (15, 20) arasındaki ara yüz (22) istenen herhangi bir şekle sahip olabilir.

Ayrıca yukarıda açıklanan düzenlemede birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakaları (15, 20) arasındaki üst üste bindirme alanı, yani ara yüz (22), kabuk yarısının, yani birinci kalıp parçasının (13) boylamasına eksenine esasen dik olarak uzanır. Ancak Şekil 2'de noktalı çizgiler ile gösterildiği gibi üst üste bindirme alanı, boylamasına eksene (L) verev olarak da

5 uzanabilir.

Şekli 7'de gösterildiği gibi boylamasına uzanan kılavuz araçlar, elyaf yatırma tabakaları arasında uzanmak ve aralarındaki üst üste bindirme alanını (22) kesmek üzere birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakalarına (15, 20) yerleştirilebilir. Bu kılavuz araçların amacı, kabuk yarısını oluşturmak üzere birleştirilecekleri zaman oluşturulmuş kabuk yarısı bölümlerinin birbirine

10 uydurulmasına yardımcı olmaktır. Şekil 7'de kılavuz araçlar, birinci esnek folyo (18) boyunca boylamasına ve sızdırmaz biçimde uzanacak ve kılavuz çubuğun (29) bir birinci kısmı (30), birinci elyaf yatırma tabakasına (15) ve kılavuz çubuğun (29) bir ikinci kısmı (31), ikinci elyaf yatırma tabakasına (20) uzanacak şekilde birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakalarına (15, 20) yerleştirilmiş en az bir kılavuz çubuğu (29) içerir. Kılavuz çubuğun (29) birinci ucu

15 (30), birinci elyaf yatırma tabakasına beslenmiş polimerin sertleştirilmesinden sonra, kılavuz çubuğun birinci elyaf yatırma tabakasının (15) oluşturduğu birinci kabuk yarısı bölümünden çıkarılmasına olanak veren bir ayırıcı madde ile donatılabilir.

Kılavuz aracın elyaf yatırma tabakalarına yerleştirilmesine bir alternatif olarak, kılavuz araç, oluşturulmuş kabuk yarısı bölümlerinin (11, 12) üst yüzeylerine (32, 33) yerleştirilebilir.

20 Kılavuz araç, aralarındaki üst üste bindirme alanını (22) kesecek şekilde yerleştirilir ve tercihen, kabuk yarısı bölümleri (11, 12) hala birinci kalıp parçasının (13) içindeyken yerleştirilir. Bu kılavuz araçların örnekleri, Şekil 10 ve 11'de gösterilmiştir.

Şekil 10'da kılavuz araç (34), birinci kabuk yarısı bölümünün (11) üst yüzeyine (32) tutturulmuş ve üst üste bindirme alanının (22) ötesine uzanan bir levha elemanı (35) içerir.

25 Kılavuz araç (34), ayrıca ikinci kabuk yarısı bölümünün (12) üst yüzeyine (33) tutturulmuş bir ikinci elemanı (36) içerir. İkinci eleman (36), levha elemanın (35) bir uç kısmını (38) uygun bir şekilde almak için ikinci kabuk bölümünün üst yüzeyi (33) ile birlikte bir alıcı alan (37) oluşturacak şekilde biçimlendirilmiştir.

Şekil 11'de, kılavuz araç (39), birinci kabuk yarısı bölümünün (11) üst yüzeyine (32)

30 tutturulmuş ve bir birinci geçiş deliği (42) ile donatılmış bir birinci bloku (40), ikinci kabuk yarısı bölümünün (12) üst yüzeyine (33) tutturulmuş ve bir ikinci geçiş deliği (43) ile donatılmış bir ikinci bloku (41) ve birinci ve ikinci geçiş deliklerine (42, 43) giren bir boylamasına uzanan kılavuz pimi (44) içerir.

Kabuk yarısı bölümleri gibi, oluşturulmuş birinci ve ikinci kompozit yapı bölümleri (11, 12) birleştirilirken, bölümler arasındaki ara yüzde (22) normalde bir yapıştırılmalı ek yeri kullanılır. Yapıştırılmalı ek yerine ilaveten, kompozit yapı bölümleri (11, 12), Şekil 12 ve 13'te gösterildiği gibi mekanik bağlantı araçları vasıtasıyla da birbirlerine bağlanabilir.

- 5 Şekil 12'de ara bağlantı araçları (45), her ucunda bir delik (47, 48) ile donatılmış bir birinci levhayı ve her ucunda bir iç dişli (50, 51) delik ile donatılmış bir ikinci levhayı (49) içerir. İki levha (46, 49), sırasıyla birinci kabuk yarısı bölümündeki (11) ve ikinci kabuk yarısı bölümündeki (12) ilgili delikler (54, 55) boyunca uzanan ve sırasıyla dişlere (50, 51) vidalanmış vidalar (52, 53) ile bağlanmıştır.
- 10 Şekil 13'te gösterilen ara bağlantı araçları (56), burada her ucunda iç dişler (57, 58) ile donatılmış olan, Şekil 7'de gösterilen kılavuz araçlara dayanmaktadır. Bir birinci civata (59), birinci kabuk yarısı bölümündeki (11) bir delikten (60) iç dişlere (57) vidalanır. Bir ikinci civata (61), bir delikten (62), iç dişlere (58) vidalanır.

Kılavuz araç ve bağlantı araçları, yukarıda kabuk yarısı bölümlerine (11, 12) referansla
15 açıklanmasına rağmen, herhangi bir kompozit yapı bölümünün birleştirilmiş pozisyonuna yönlendirilmesinde ve bu buluşa uygun olarak imal edilmiş herhangi bir kompozit yapı bölümünün bağlanmasında kullanılabilirler.

İki ayrı içi boş kompozit yapı bölümünü içeren bir içi boş kompozit yapının, bir kapalı kalıp içinde buluş vasıtasıyla nasıl imal edilebileceğini göstermek için Şekil 8 ve 9'a referans
20 verilmiştir. İçi boş kompozit yapı, içi boş iki kanat bölümünü içeren bir rüzgar türbini kanadıdır.

Bir VARTM işleminde kullanılacak kalıp (63), bir esnek ve açılım kapanır kalıp maçasını (64), Şekil 2 ve 4'e referansla açıklanmış birinci rijit kalıp parçasını (13) ve kompozit yapının bir dış yüzeyini, mevcut durumda kanadın emiş tarafının bir dış yüzeyini
25 tanımlayan bir konturu olan bir ikinci şekillendirici yüzeye (66) sahip bir ikinci rijit kalıp parçasını (65) içerir. Birinci ve ikinci kalıp parçaları (13, 65), kalıp maçasının (64) etrafında kapanacak ve kenarları boyunca birbirlerine sızdırmaz biçimde bağlanacak şekilde konfigüre edilmiştir. Kalıp maçasının dış yüzeyinin kendisi, vakum folyosu veya vakum torbası görevi görebilen bir esnek ve/veya elastiki polimer folyosundan oluşturulabilir veya böyle bir folyo,
30 kalıp maçasının tüm dış yüzeyinin üzerine yerleştirilebilir.

İlk olarak, birinci kalıp parçasının (13) birinci boylamasına bölümüne (16), birinci çapraz kenar alanı (17) tanımlanacak şekilde birinci elyaf yatırma tabakası (15) yerleştirilir.

Ardından, Şekil 9'da gösterildiği gibi birinci çapraz kenar alanının üzerine bir birinci esnek polimer folyosu (67) yerleştirilir.

Ardından ikinci elyaf yatırma tabakası (20), birinci elyaf yatırma tabakasının birinci çapraz kenar alanının ve böylece elyaf yatırma tabakaları (15, 20) arasında ara yüz (22) oluşturan üst 5 üste bindirme alanında birinci esnek folyonun (67) üstüne binecek şekilde birinci kalıp parçasının (13) ikinci boylamasına bölümüne (21) yerleştirilir.

Şekil 8'de daha açık gösterildiği gibi, elyaf yatırma tabakaları (15, 20), birinci şekillendirici yüzeyin (14) üzerine yerleştirilen bir veya birden fazla alt elyaf katmanlarını (68) içerir; bir veya birden fazla üst elyaf katmanı (69), alt elyaf katmanlarından (68) ayrıdır. Katmanlar (68, 10 69), çok sayıda elyaf katmanını içeren bir birinci elyaf eki (70), bir birinci çekirdek parçası (71) ve bir ikinci çekirdek parçası (72), bunların yanı sıra çok sayıda elyaf katmanını içeren bir birinci elyaf takviye (73) ve çok sayıda elyaf katmanını içeren bir ikinci elyaf takviye (74) ile ayrılmıştır.

Ardından kalıp maçası (64), birinci ve ikinci elyaf yatırma tabakalarının (15, 20) ve birinci 15 esnek folyonun (67) üstüne yerleştirilir. Bundan sonra kalıp maçasının (64) bir birinci boylamasına bölümüne (76) bir üçüncü elyaf yatırma tabakası (75) yerleştirilir. Üçüncü elyaf yatırma tabakası (75), bir ikinci çapraz kenar alanına (77) sahiptir. Ardından bir üçüncü esnek folyo (78), ikinci çapraz kenar alanının (77) üzerine yerleştirilir. Bundan sonra kalıp maçasının (64) bir ikinci boylamasına bölümüne (80) bir dördüncü elyaf yatırma tabakası (79) 20 yerleştirilir. Dördüncü elyaf yatırma tabakası (79), üçüncü ve dördüncü elyaf yatırma tabakaları arasında bir ara yüz oluşturan bir üst üste bindirme alanında (81), üçüncü elyaf yatırma tabakasının (75) ikinci çapraz kenar alanının (77) ve böylece üçüncü esnek folyonun (78) üstüne binecek şekilde yerleştirilir. Şekil 8'den açıkça anlaşılacağı üzere, elyaf yatırma tabakaları (75, 79), esasen elyaf yatırma tabakalarına (15, 20) karşılık gelir ve dolayısıyla 25 detaylı bir açıklaması atlanmıştır. Tabakalar (15, 79), birlikte bir birinci içi boş kanat bölümüne dahil edilecek bir birinci içi boş tabakayı oluştururken, tabakalar (20, 75), bir ikinci içi boş kanat bölümüne dahil edilecek olan bir ikinci içi boş tabakayı oluşturur. Şekil 8'den görülebileceği gibi üst üste bindirme alanları, yani ara yüzler (22, 81), çevresel olarak görüldüğü gibi birbirleriyle birleşir, böylece tabakalar, yani birinci ve ikinci içi boş tabakalar 30 arasında çevresel olarak sürekli bir üst üste bindirme alanı oluşur.

Şimdi ikinci kalıp parçasının (65), birinci kalıp parçasının (13) ve kalıp maçasının (64) üstüne yerleştirilmesiyle kalıp kapatılır. Böylece bir birinci çevresel kalıp kavitesi (82) ve bir ikinci çevresel kalıp kavitesi (83) oluşturulur; söz konusu kaviteler, birinci ve üçüncü esnek folyo

(67, 78) ile ayrılmıştır.

Son olarak çevresel kalıp kavimleri (82, 83) boşaltılır ve kavimelere sıvı polimer beslenir; burada polimerin sertleşmesi sağlanır.

Polimer sertleştiğinde, oluşmuş içi boş kanat bölümleri kalıptan çıkarılır ve kullanım yerine, yani bir rüzgar enerjisi santralının kurulacağı yere taşınabilir ve bu bölgede birleştirilebilir.

Son olarak, üçüncü ve dördüncü elyaf yatırma tabakalarının (75, 79) ve üçüncü folyonun (78) kalıp maçasının (64) üzerine yerleştirilmesi yerine, ikinci kalıp parçasının (65) ikinci şekillendirici yüzeyinin (66) üzerine yerleştirilebilecekleri ve kalıbı kapatmak için kalıp maçasının ve birinci kalıp parçasının üzerine yerleştirildiğinde ikinci kalıp parçasında (65) tutulabileceği dikkate alınmalıdır..

Buluş avantajlı düzenlemelere referansla açıklanmıştır. Ancak buluşun kapsamı, gösterilen ve açıklanan düzenlemeler ile sınırlı değildir ve buluşun kapsamından sapmadan değişiklikler ve modifikasyonlar gerçekleştirilebilir.

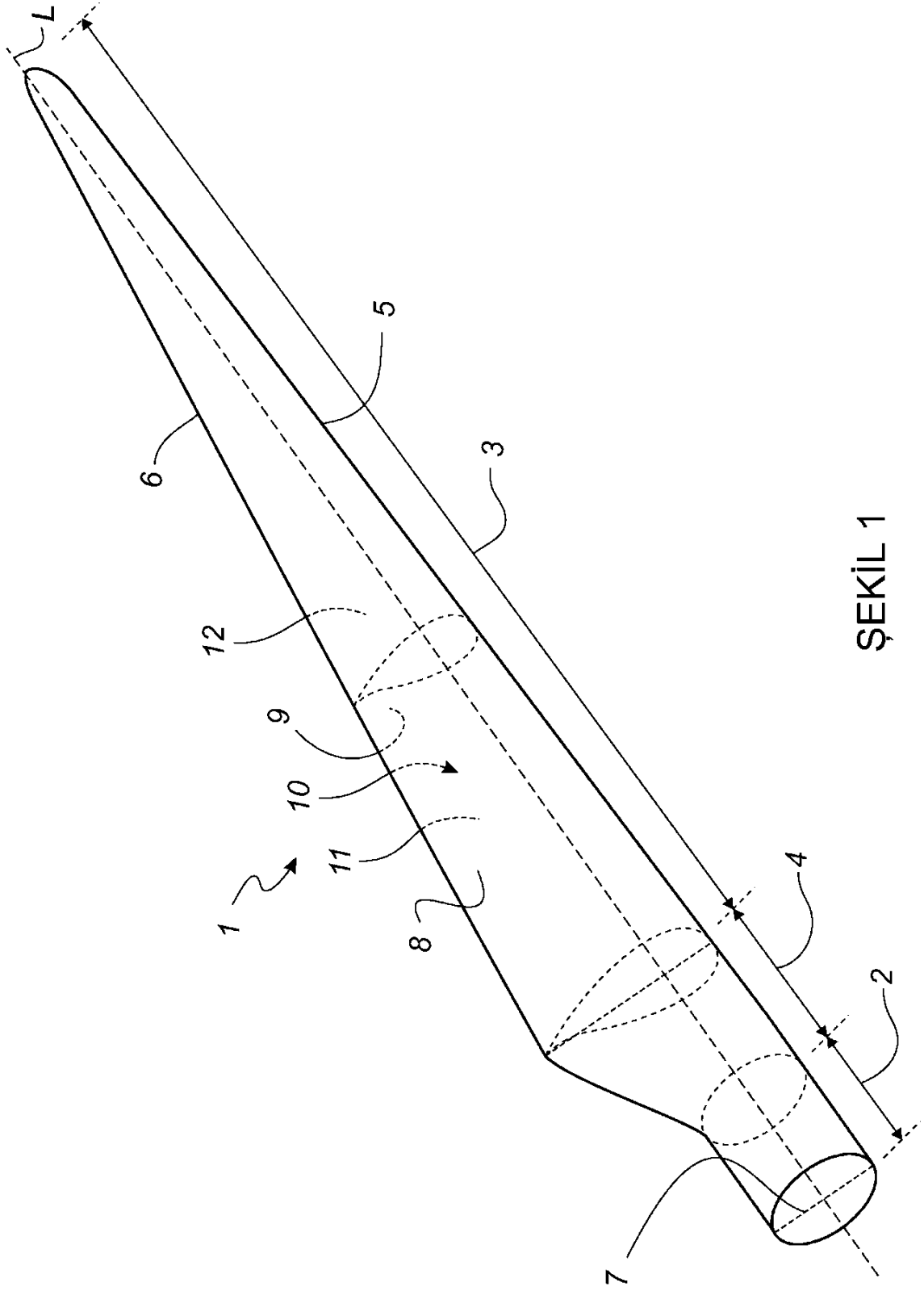
Referans sayıları listesi

- 15 1. Rüzgar türbini kanadı
2. Kök bölgesi
3. Aerodinamik profil bölgesi
4. Geçiş bölgesi
5. Ön kenar
- 20 6. Arka kenar
7. Kiriş düzlemi
8. Emiş tarafı
9. Basınç tarafı
- L boylamasına eksen
- 25 10. Kompozit yapı; kabuk yarısı
11. Birinci kompozit yapı bölümü; birinci kabuk yarısı bölümü
12. İkinci kompozit yapı bölümü; ikinci kabuk yarısı bölümü
13. Birinci rijit kalıp parçası

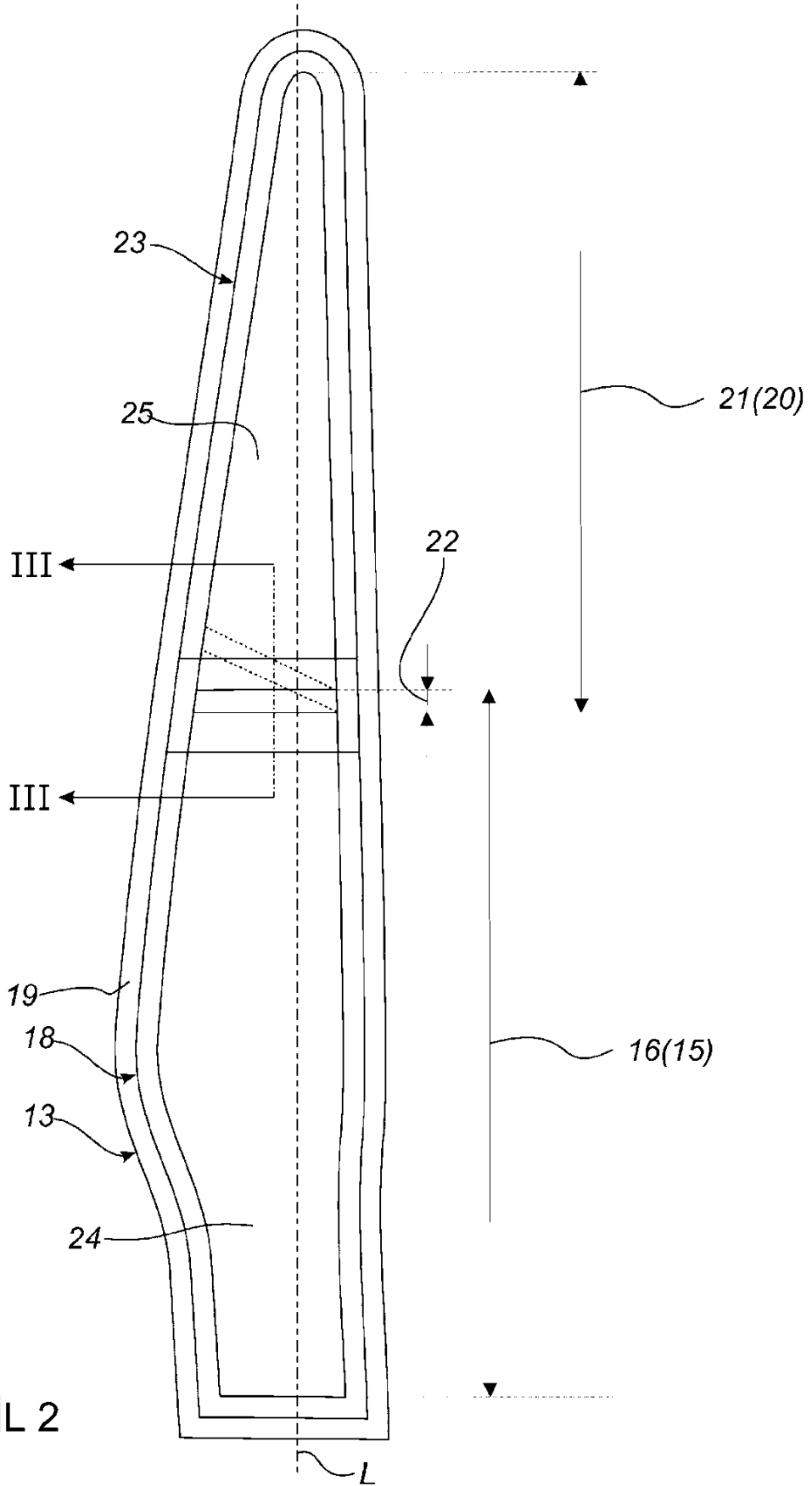
14. Birinci şekillendirici yüzey
15. Birinci elyaf yatırma tabakası
16. Birinci boylamasına bölüm
17. Birinci çapraz kenar alanı
- 5 18. Birinci esnek polimer folyosu
19. Kenar
20. İkinci elyaf yatırma tabakası
21. İkinci boylamasına bölüm
22. Üst üste bindirme alanı; ara yüz
- 10 23. İkinci esnek polimer folyosu
24. Birinci kalıp kavitesi
25. İkinci kalıp kavitesi
26. Üst yüzey
27. Dil
- 15 28. Oluk
29. Kılavuz çubuk
30. Birinci kısım
31. İkinci kısım
32. Birinci üst yüzey
- 20 33. İkinci üst yüzey
34. Kılavuz araç
35. Kanat elemanı
36. İkinci eleman
37. Alıcı alan
- 25 38. Uç kısım
39. Kılavuz araç

40. Birinci blok
41. İkinci blok
42. Birinci geçiş deliği
43. İkinci geçiş deliği
- 5 44. Kılavuz pim
45. Ara bağlantı araçları
46. Birinci levha
47. Delik
48. Delik
- 10 49. İkinci levha
50. İç dişli delik
51. İç dişli delik
52. Vida
53. Vida
- 15 54. Delik
55. Delik
56. Ara bağlantı araçları
57. İç dişler
58. İç dişler
- 20 59. Birinci cıvata
60. Delik
61. İkinci cıvata
62. Delik
63. Kalıp
- 25 64. Kalıp maçası
65. İkinci rijit kalıp parçası

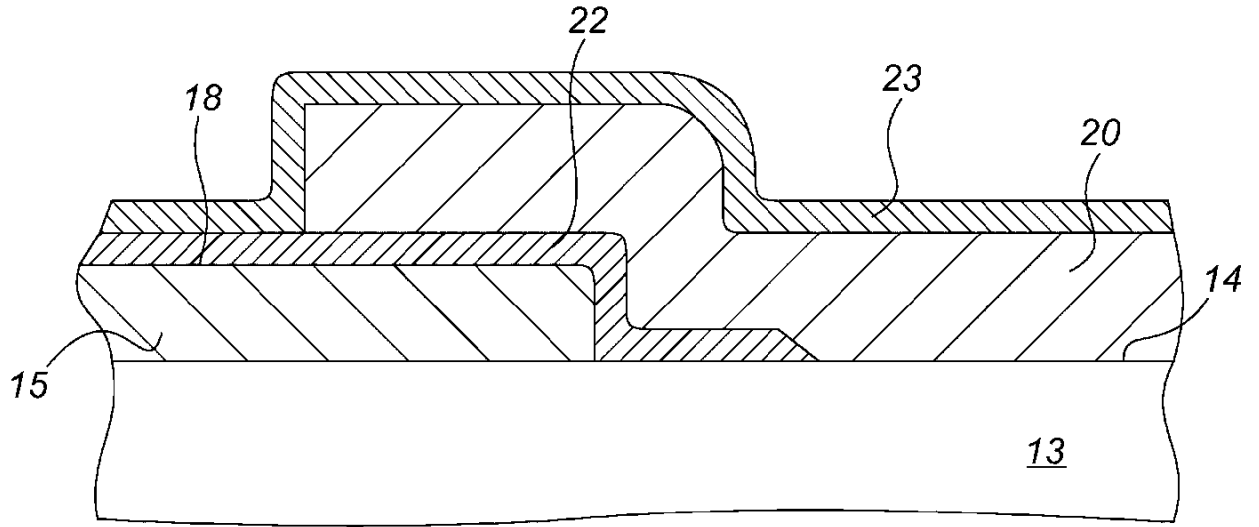
66. İkinci şekillendirici yüzey
67. Birinci polimer folyosu
68. Alt elyaf katmanı
69. Üst elyaf katmanı
- 5 70. Birinci elyaf ek
71. Birinci maça parçası
72. İkinci maça parçası
73. Birinci elyaf takviyesi
74. İkinci elyaf takviyesi
- 10 75. Üçüncü elyaf yatırma tabakası
76. Kalıp maçasının birinci boylamasına bölümü
77. İkinci çapraz kenar alanı
78. Üçüncü esnek polimer folyosu
79. Dördüncü elyaf yatırma tabakası
- 15 80. Kalıp maçasının ikinci boylamasına bölümü
81. Üst üste bindirme alanı; ara yüz
82. Birinci çevresel kalıp kavitesi
83. İkinci çevresel kalıp kavitesi.



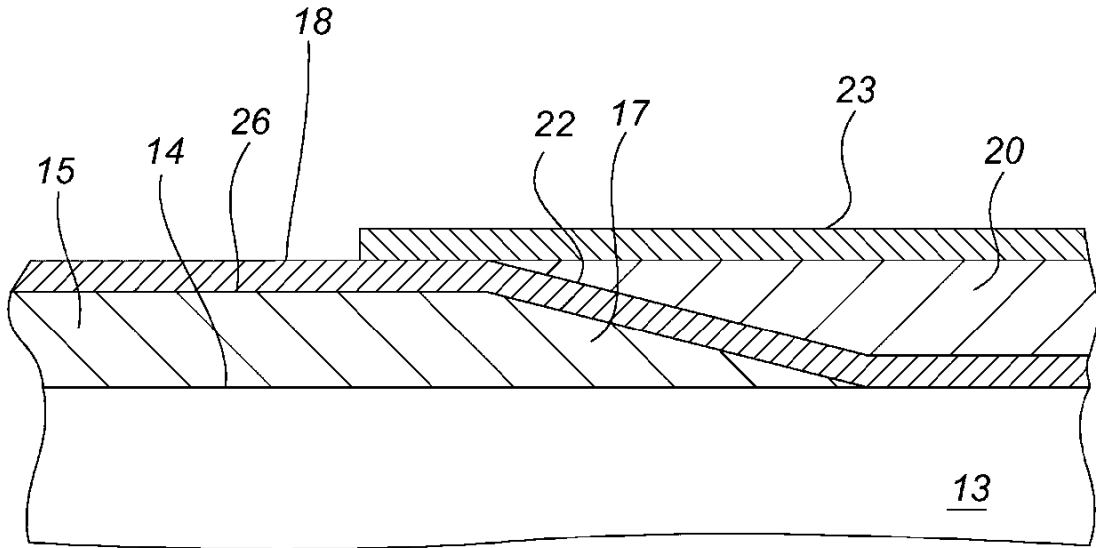
ŞEKİL 1



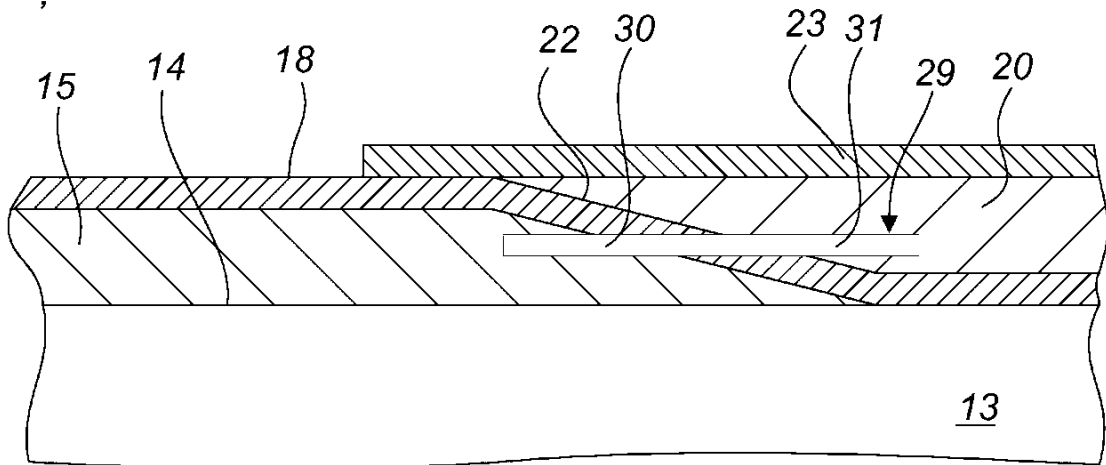
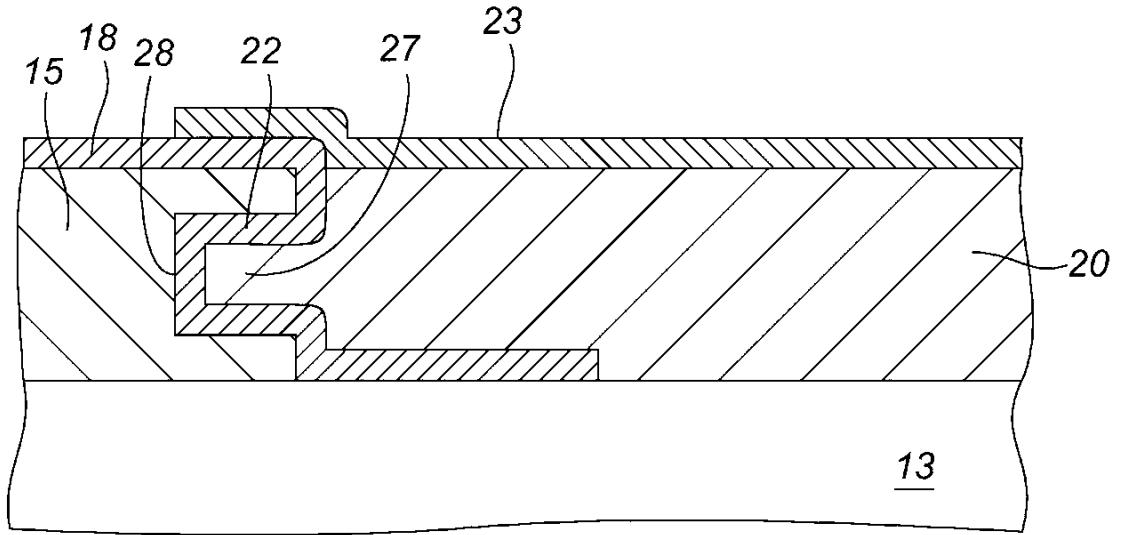
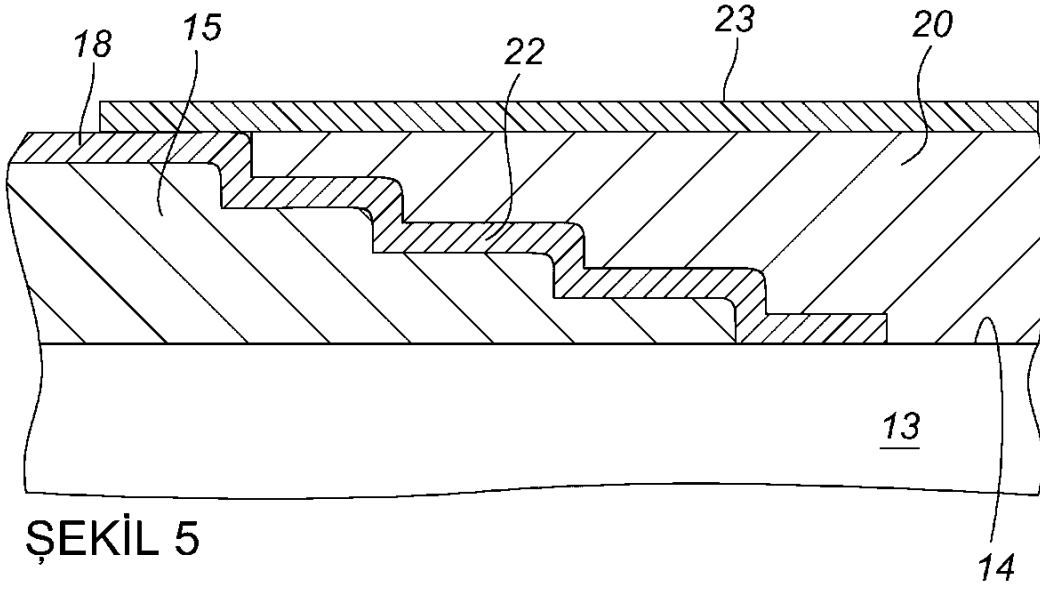
ŞEKİL 2

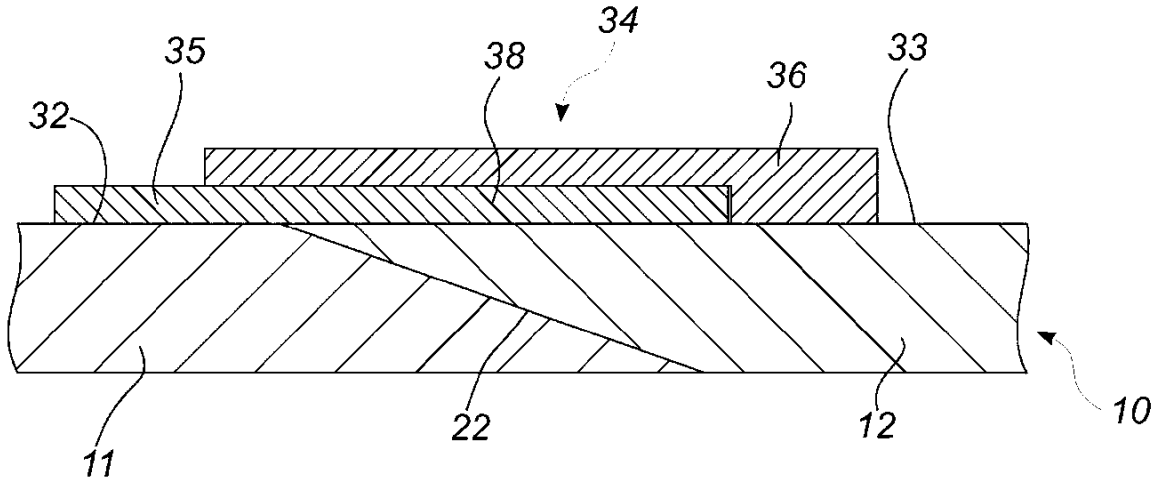


ŞEKİL 3

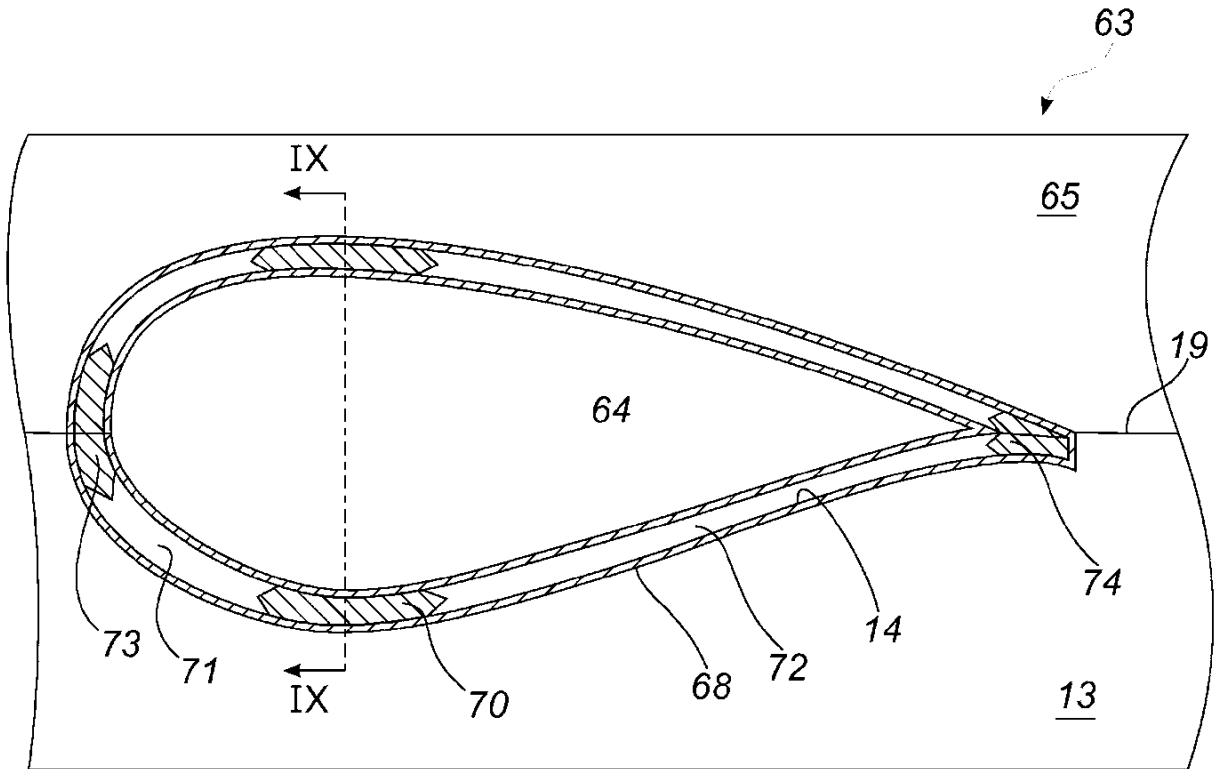


ŞEKİL 4

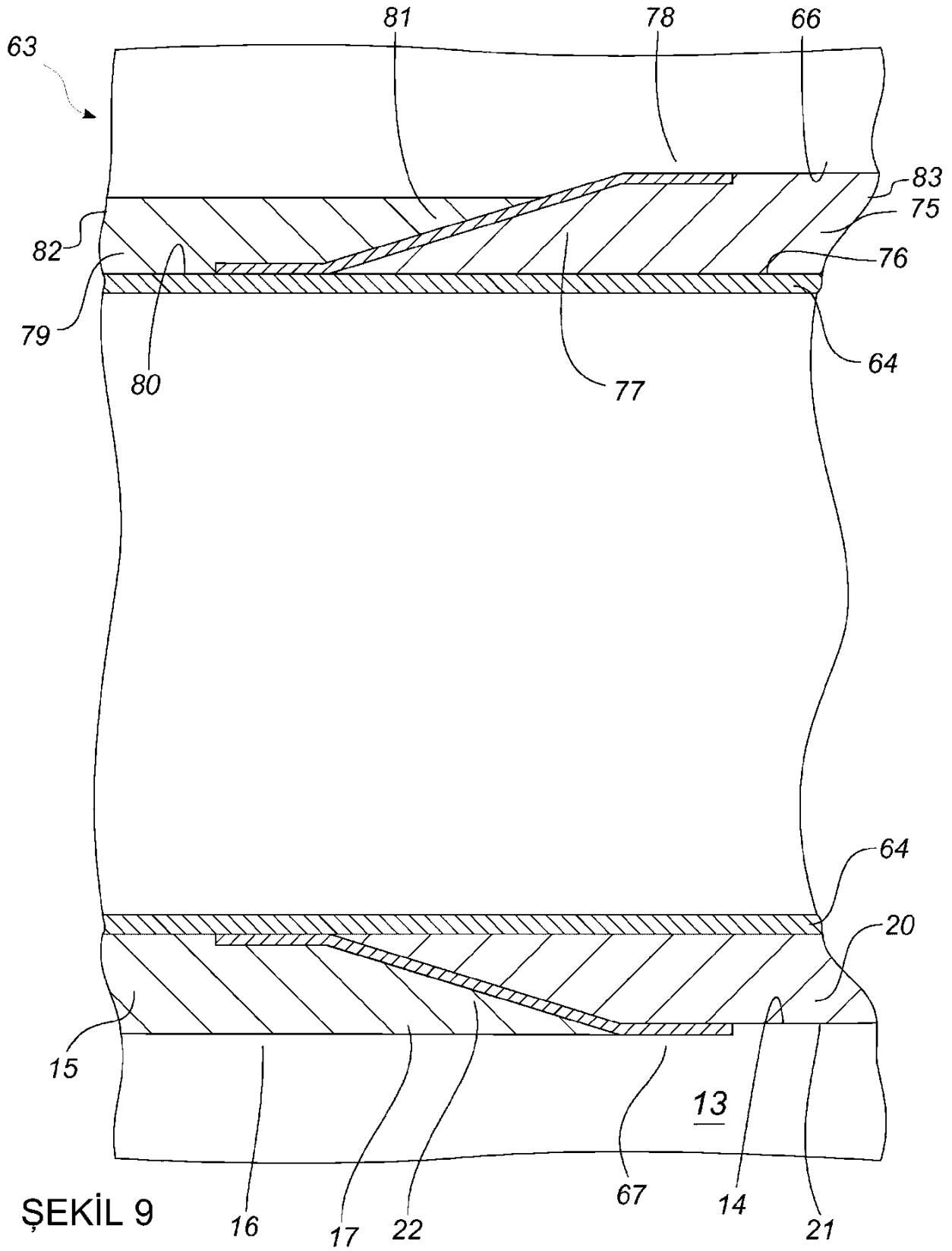




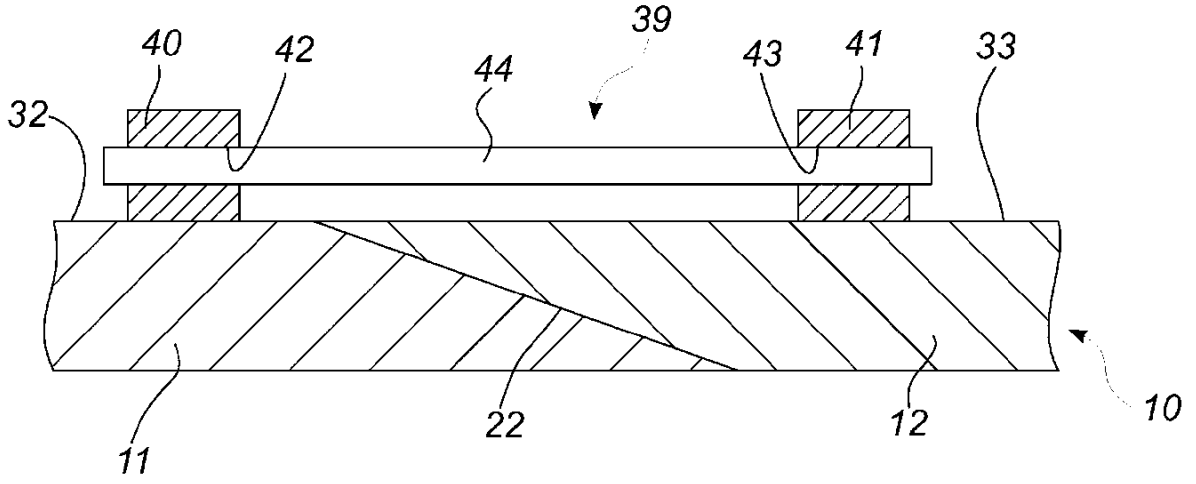
ŞEKİL 10



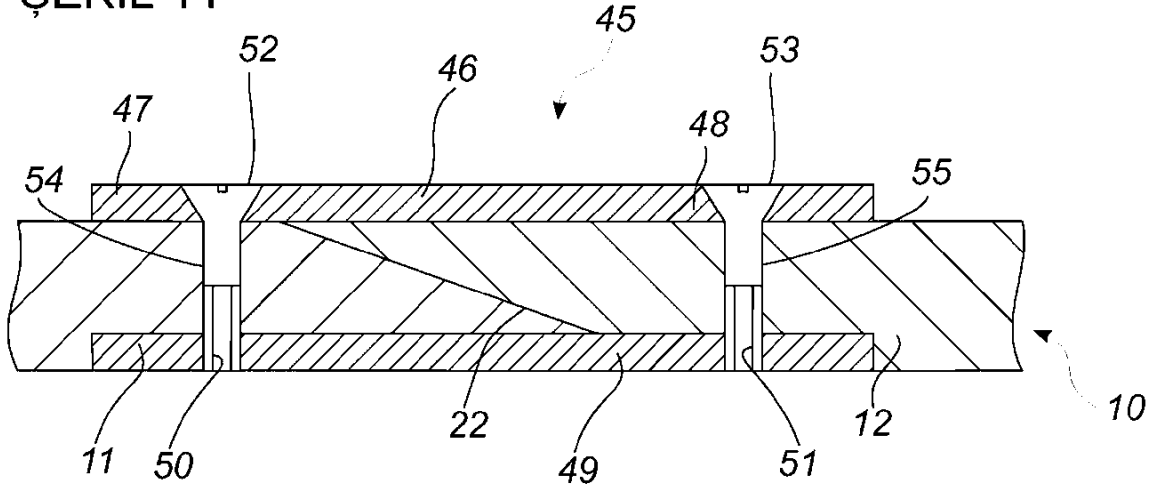
ŞEKİL 8



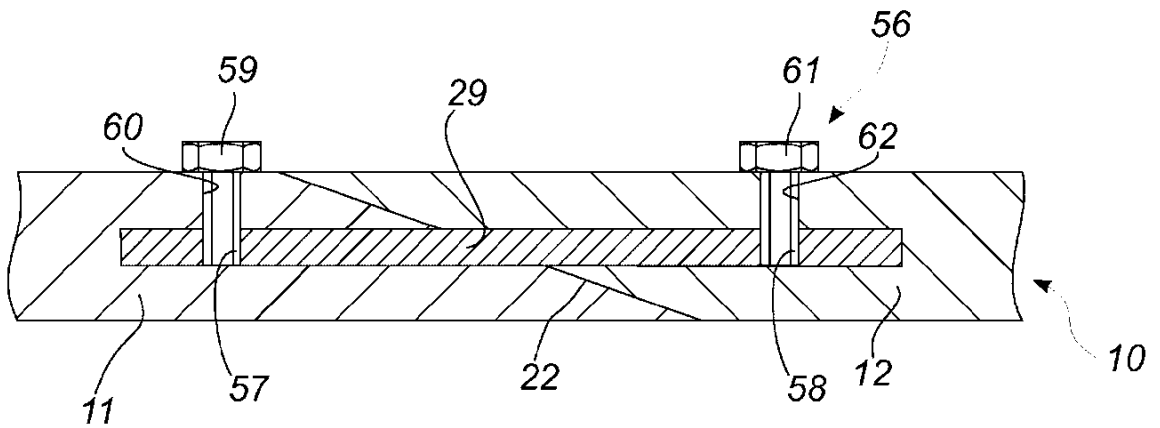
ŞEKİL 9



ŞEKİL 11



ŞEKİL 12



ŞEKİL 13