

(19)



(11)

EP 2 716 828 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.04.2014 Patentblatt 2014/15

(51) Int Cl.:
E04B 1/19 (2006.01) **E04C 1/00** (2006.01)
E04C 2/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12006857.2**

(22) Anmeldetag: **02.10.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **FESTO AG & Co. KG**
73734 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Thallemer, Axel**
80796 München (DE)
• **Danzer, Martin**
81929 München (DE)
• **Dick, Bernhard**
4753 Taiskirchen im Innkreis (AT)

- **Duswald, Susanne**
4720 Neumarkt im Hausruckkreis (AT)
- **Gabauer, Julia**
4790 Bad Leonfelden (AT)
- **Hofpointner**
4166 Buchkirchen (AT)
- **Kaindlstorfer**
4020 Linz (AT)
- **Lettner, Christian**
4694 Ohlsdorf (AT)

(74) Vertreter: **Vogler, Bernd et al**
Patentanwälte
Magenbauer & Kollegen
Plochinger Strasse 109
73730 Esslingen (DE)

(54) **Leichtbaustruktur**

(57) Die Erfindung betrifft eine Leichtbaustruktur (11), mit wenigstens einer Struktureinheit (12), die aus mehreren miteinander zu einem Fachwerk verbundenen

Stützstäben (13) aufgebaut ist, wobei die Stützstäbe (13) stetig miteinander verbunden sind.

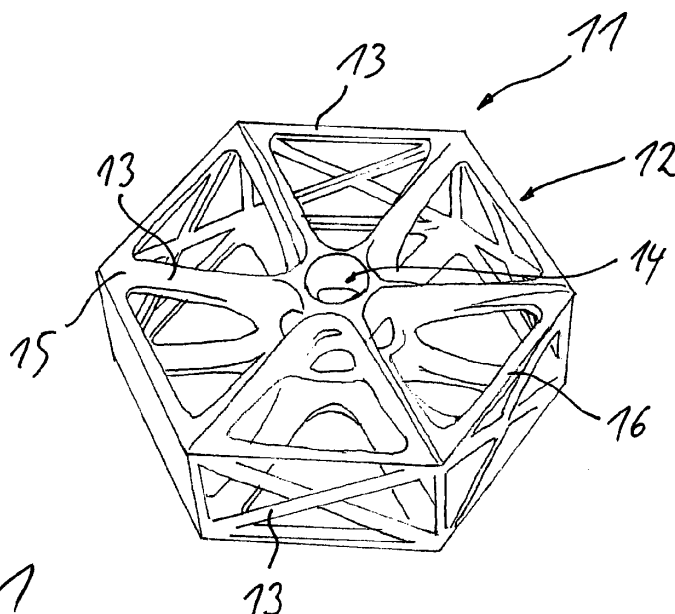


Fig. 1

EP 2 716 828 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leichtbaustruktur mit wenigstens einer Struktureinheit, die aus mehreren miteinander zu einem Fachwerk verbundenen Stützstäben aufgebaut ist.

[0002] Leichtbaustrukturen sind bereits seit langem bekannt. Der Hauptgrund für den Einsatz von Leichtbaustrukturen ist die Gewichtsreduktion. Daher finden Leichtbaustrukturen beispielsweise Anwendung im Flugzeugbau, in der Automobilindustrie und in der Bauindustrie, insbesondere beim Bau von Gebäuden.

[0003] Leichtbaustrukturen können auf unterschiedliche Arten gebildet werden. Es ist möglich, dass Leichtbaumaterial eingesetzt wird, d.h. die Leichtbaustruktur und die Gewichtsersparnis resultieren aus den Materialeigenschaften.

[0004] Ein anderer Ansatz ist, die Leichtbaustruktur dadurch zu bilden, dass herkömmlich verwendetes Material mit Material-Ausmagerungen versehen wird, so dass das durch die Material-Ausmagerungen eingesparte Material eine Gewichtsreduktion ergibt.

[0005] Schließlich ist noch ein weiterer Ansatz denkbar, nämlich dass die Leichtbaustruktur aus miteinander zu einem Fachwerk verbundenen Stützstäben ausgebildet ist.

[0006] Allen Leichtbaustrukturen ist jedoch gemeinsam, dass die Gewichtsreduktion nicht zu Lasten der Stabilität des gesamten Systems gehen darf.

[0007] Bei der Ausgestaltung der Leichtbaustruktur als Fachwerk besteht der Bedarf, eine Fachwerkstruktur bereitzustellen, die in Abhängigkeit vom Anwendungsfall hinreichende Stabilität und Steifigkeit aufweist.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Leichtbaustruktur zu schaffen, die gegenüber den aus dem Stand der Technik genannten Leichtbaustrukturen, die als Fachwerk aufgebaut sind, eine erhöhte Stabilität aufweist und daher ein breiteres Anwendungsspektrum bietet.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Leichtbaustruktur mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

[0010] Die erfindungsgemäße Leichtbaustruktur zeichnet sich dadurch aus, dass die Stützstäbe stetig miteinander verbunden sind.

[0011] Ein wichtiger Aspekt der Erfindung ist also, dass die Stützstäbe stetig ineinander übergehen. Dadurch werden im Lastfall auftretende Spannungsspitzen vermieden, die im schlimmsten Fall zu Bauteilversagen führen können. Das Fachwerk aus Stützstäben ist kraftfluss-optimiert, so dass es in der Lage ist, unterschiedliche Arten von Beanspruchungen aufzunehmen. Hierzu zählen insbesondere Zug- und Druckkräfte, Scherkräfte sowie Torsionskräfte.

[0012] In besonders bevorzugter Weise sind die Stützstäbe tangentialstetig miteinander verbunden. Bei der Tangentialstetigkeit, die auch als C1-Stetigkeit bezeichnet

wird, ist der Übergang zwischen benachbarten Stützstäben ausgerundet. Der tangentialstetige Übergang zwischen den Stützstäben ist kerbspannungsoptimiert, da hier keine Kerben ausgebildet sind.

[0013] Eine weitere Optimierung des Übergangs zwischen den Stützstäben lässt sich durch einen krümmungstetigen Übergang, der auch als C2-Stetigkeit bezeichnet wird, erzielen. In diesem Fall gehen die Stützstäbe fließend ineinander über.

[0014] Bei einer Weiterbildung der Erfindung sind die Stützstäbe untereinander zu Stützstrukturen verbunden, die durch modulare Addition zu einem Raumfachwerk kombiniert sind. Die Stützstrukturen können beispielsweise aus mehreren aneinandergereihten Stützstäben gebildete, räumliche Stützstab-Ketten sein, die durch geeignete Aussteifungen in sich stabil sind.

[0015] In besonders bevorzugter Weise sind die Stützstrukturen jedoch als Stützpolygone ausgebildet. Als Stützpolygone eignen sich hier besonders Stützdreiecke, jedoch auch Stützhexagone.

[0016] In besonders bevorzugter Weise sind mehrere Stützpolygone zu Stützpolyedern kombiniert.

[0017] In besonders bevorzugter Weise sind die Stützstrukturen als Fraktale ausgebildet. In diesem Fall besitzen also innerhalb einer Struktureinheit sämtliche Stützstrukturen dieselbe Form und unterscheiden sich lediglich in der Dimensionierung. Insbesondere kann die Struktureinheit selber insgesamt als Stützpolyeder ausgebildet sein, die aus mehreren Strukturebenen von Stützpolyedern gleicher Form aufgebaut ist.

[0018] Bei einer Weiterbildung der Erfindung sind die Stützpolyeder als platonische Körper ausgebildet. Die Stützpolyeder können also als Tetraeder, Hexaeder, Oktaeder, Dodekaeder oder Ikosaeder ausgebildet sein.

[0019] Es ist auch möglich, dass die Stützpolyeder als archimedische Körper ausgebildet sind. Die Stützpolyeder können also beispielsweise als Tetraederstumpf, Kuboktaeder, Hexaederstumpf, Oktaederstumpf, Rhombenkuboktaeder, Ikosidodekaeder oder dergleichen ausgebildet sein.

[0020] Bei einer Weiterbildung der Erfindung weist die Struktureinheit eine obere und untere Deckplatte auf, zwischen denen das Fachwerk aus Stützstäben angeordnet ist. Insbesondere bei offenen Stützstab-Ketten dienen die Deckplatten als stabilisierende Bauteilkomponenten, die für die Steifigkeit des Systems von Vorteil sind.

[0021] Die Struktureinheit kann wenigstens einen aus Stützstäben gebildeten Ringanker aufweisen. Ein solcher Ringanker dient vor allem zur Ableitung von Torsionskräften im Belastungsfall.

[0022] Es ist möglich, dass die Struktureinheit eine hexagonale Außenkontur aufweist. Es sind jedoch auch andere Außenkonturen denkbar.

[0023] In besonders bevorzugter Weise sind mehrere Struktureinheiten zu einem Struktureinheit-Cluster verbunden.

[0024] Es ist möglich, dass die Stützstäbe in variieren-

den Winkeln miteinander verbunden sind. Diese hängen von der Bauhöhe ab.

[0025] Bei einer Weiterbildung der Erfindung weisen die Stützstäbe innerhalb einer Struktureinheit eine Gitterform auf, die als hexagonal dichte Packung ausgebildet ist. Falls dann die Struktureinheit zusätzlich noch eine hexagonale Außenkontur aufweist, ist ein aus solchen Struktureinheiten gebildetes Struktureinheit-Cluster besonders dicht gepackt.

[0026] Bei einer Weiterbildung der Erfindung sind an Verbindungsstellen zwischen jeweils zwei benachbarten Stützstäben kugelhähnliche Knoten ausgebildet.

[0027] Die Erfindung betrifft ferner noch die Verwendung einer Leichtbaustruktur gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16 als Fachwerkstruktur, insbesondere Fachwerkträger.

[0028] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. Die Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur,

Figur 2 einen Schnitt durch die Leichtbaustruktur von Figur 1 entlang der Linie II-II aus Figur 1,

Figur 3 eine perspektivische Teilansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur,

Figur 4 eine perspektivische Ansicht des zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur,

Figur 5 eine perspektivische Darstellung eines dritten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur,

Figur 6 eine perspektivische Darstellung eines Komponente eines vierten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur,

Figur 7 eine perspektivische Darstellung des vierten Ausführungsbeispiels mit einer anderen Ausführungsform der Komponente von Figur 6,

Figur 8 eine perspektivische Darstellung des vierten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur

Figur 9 eine perspektivische Darstellung eines fünften Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur.

[0029] Die Figuren 1 und 2 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur 11. Die Leichtbaustruktur 11 verfügt im Beispielsfall über

wenigstens eine Struktureinheit 12, die aus mehreren miteinander zu einem Fachwerk verbundenen Stützstäben 13 aufgebaut ist.

[0030] Es ist selbstverständlich möglich, mehrere solcher in den Figuren 1 und 2 dargestellten Struktureinheiten 12 zu einem Struktureinheit-Cluster (nicht dargestellt) zu verbinden.

[0031] Die in den Figuren 1 und 2 dargestellte Struktureinheit 12 besitzt ein Zentrum 14, von dem aus sternförmig mehrere Stützstäbe 13 nach radial außen verlaufen. Die Stützstäbe 13 sind jeweils an ihren zentrumsfernen Enden 15 mit einem ebenfalls aus Stützstäben 13 aufgebauten Ringanker 16 verbunden. Jeweils zwei in Umfangsrichtung benachbarte Stützstäbe 13 und ein Stützstab 13 des Ringankers bilden dabei eine Stützstruktur 17 in Form eines Stützdreiecks. Im Beispielsfall bilden sechs solcher Stützdreiecke eine hexagonartige Stützebene.

[0032] Wie insbesondere in Figur 2 dargestellt, sind die Stützstäbe 13 jeweils stetig miteinander verbunden. Im Beispielsfall sind zueinander benachbarte Stützstäbe 13 tangentialstetig miteinander verbunden. Die Übergänge zwischen den Stützstäben 13 sind also ausgerundet, so dass Kerben vermieden sind, die im Belastungsfall für Kerbspannungen sorgen können, die im schlimmsten Fall sogar zu einem Bruch in der Struktureinheit 12 führen können.

[0033] Besonders deutlich ist die Tangentialstetigkeit beim Übergang benachbarte Stützstäbe 13 im Bereich des Zentrums 14 dargestellt. Jedoch setzt sich die Tangentialstetigkeit auch in der senkrecht zur oberen Stützebene ausgebildeten Ebene fort.

[0034] Wie insbesondere in Figur 2 dargestellt, befindet sich der oberen hexagonartigen Stützebene entgegengesetzt eine untere Stützebene, die identisch zur oberen Stützebene ebenfalls aus Stützdreiecken aufgebaut ist. Die Ringanker 16 der beiden Stützebenen sorgen für die optimale Kraftableitung bei Torsionsspannungen, während die sternförmig angeordneten Stützstäbe 13 insbesondere für die Kraftableitung bei Scherkräften sorgen.

[0035] In Figur 2 ist ebenfalls dargestellt, dass die sternförmig angeordneten Stützstäbe 13 in Axialrichtung zu einer durch das Zentrum 14 verlaufenden Längsachse 18 eine axiale Komponente aufweisen. Dabei sind die Stützstäbe 13 der einen Stützebene fluchtend zu den Stützstäben 13 der anderen Stützebene ausgerichtet und verlaufen in Axialrichtung aufeinander zu und gehen dann ebenfalls tangentialstetig ineinander über. Die axiale Komponente der jeweiligen Stützstäbe 13 dient insbesondere zur Aufnahme von Zug- und Druckkräften die senkrecht auf die Stützebenen einwirken.

[0036] Zur Aufnahme von Zug- und Druckkräften sind ferner die beiden Ringanker 16 an den jeweiligen Enden der Stützdreiecke über sich kreuzende und in Axialrichtung verlaufende Stützstäbe 13 miteinander verbunden. Auch hier sind an den Knotenpunkten tangentialstetige Übergänge ausgebildet.

[0037] Schließlich sind noch an den ringankerseitigen Knotenpunkten benachbarter Stützdreiecke in Axialrichtung verlaufende Stützstäbe 13 vorgesehen, die die beiden Stützebenen miteinander verbinden.

[0038] Die hexagonale Außenkontur der Struktureinheiten 12 ermöglicht Struktureinheit-Cluster mit maximaler Packungsdichte.

[0039] Die Figuren 3 und 4 zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur 11. Auch hier sind mehrere Stützstäbe 13 zu einem Raumfachwerk miteinander verbunden. Die Stützstäbe 13 erstrecken sich entlang der Z-Achse eines X, Y, Z-Koordinatensystems, bei dem es sich um ein kartesisches Koordinatensystem handeln kann.

[0040] In der X-Y-Ebene sind zwei Deckplatten 19a, 19b vorgesehen, zwischen denen die Stützstäbe 13 verlaufen. Zweckmäßigerweise sind die Stützstäbe 13 jeweils über Knoten 20 endseitig an die eine und die andere Deckplatte 19a, 19b kraftflußoptimiert eingebunden, beispielsweise angeschweißt, wobei zusätzlich eine An-/Einbindung mit benachbarten ebenfalls über denselben Knoten 20 einmündenden Stützstäben 13 erfolgt.

[0041] Die Übergänge der Stützstäbe 13 an den Knoten sind tangentialstetig. Auch hier sind als kleinste Untergruppe Struktureinheiten 17 aus Stützdreiecken vorgesehen, die aus jeweils zwei Stützstäben 13 und einem Abschnitt der Deckplatte 19a, 19b gebildet sind.

[0042] Charakteristisch sind auch X-förmige Substrukturen 21, die jeweils aus zwei sich kreuzenden oder vier an einem Knoten 20 miteinander verbundenen Stützstäben 13 bestehen. Der Winkel der sich kreuzenden oder miteinander verbundenen Stützstäbe 13 ergibt sich aus der Bauteilhöhe. Die X-förmigen Substrukturen 21 sind wiederum untereinander an den Deckplatten 19a, 19b liegenden Knoten 20 miteinander verbunden.

[0043] Die Volumenersparnis einer solchen Struktureinheit 12 beträgt gegenüber einem gefüllten Quader gleicher Proportionen bis zu ca. 97%. Die Struktureinheit 12 lässt sich in X-, Y- oder Z-Achse zu einem Struktureinheit-Cluster erweitern.

[0044] Figur 5 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur 11. Auch hier sind mehrere Stützstäbe 13 zu einem Raumfachwerk miteinander verbunden.

[0045] Als kleinste Untergruppe sind hier Stützstrukturen 17 in Form von aus sechs Stützstäben 13 miteinander verbunden Hexagonen vorgesehen, wobei die Übergänge zwischen jeweils zwei Stützstäben 13 tangentialstetig ausgebildet sind.

[0046] Ferner liegen zueinander benachbarte Verbindungsstellen zwischen zwei Stützstäben 13 innerhalb eines Hexagons in jeweils anderen Ebenen, so dass das Hexagon nach Art eines aufgefalteten Sechsecks räumlich aufgestellt ist. Die Struktureinheit 12 ist insgesamt als Hexagon-Gitter aus einer Vielzahl von Hexagonen aufgebaut, wobei jeder Stützstab 13 Bestandteil von zueinander benachbarten Hexagonen ist.

[0047] Ähnlich wie beim zweiten Ausführungsbeispiel

ist auch hier eine obere und untere Deckplatte 19a, 19b vorgesehen, zwischen denen sich das Hexagon-Gitter erstreckt.

[0048] Die Figuren 6 bis 8 zeigen ein viertes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur. Auch hier sind mehrere Stützstäbe 13 zu einem Raumfachwerk miteinander verbunden.

[0049] Als kleinste Untergruppe sind hier aus jeweils vier Stützstäben 13 gebildete Stützstrukturen 17 vorgesehen. Dabei bilden jeweils zwei Stützstäbe 13 eine V-förmige Substruktur 22. Die beiden V-förmigen Substrukturen 22 verlaufen im Winkel zueinander und sind an den freien Enden der Schenkel miteinander verbunden.

[0050] Figur 6 zeigt eine Ausführungsform, bei der das Raumfachwerk aus zwei Stützstrukturen 17 vorgenannter Art gebildet ist, wobei eine Oberstruktur 23a und eine kleiner dimensionierte in die Oberstruktur 23a eingelagerte erste Unterstruktur 23b vorgesehen ist, wobei die erste Unterstruktur 23b als Fraktal der Oberstruktur 23a ausgebildet ist.

[0051] Figur 7 zeigt eine Ausführungsform bei der in die erste Unterstruktur 23b noch eine gegenüber dieser kleiner dimensionierte zweite Unterstruktur 23c eingelagert ist. Theoretisch ließe sich das n-fach fortsetzen.

[0052] Figur 8 zeigt das vierte Ausführungsbeispiel in Gesamtansicht. Ähnlich wie beim zweiten und dritten Ausführungsbeispiel ist hier eine obere und untere Deckplatte 19a, 19b vorgesehen, zwischen denen sich das aus Stützstäben 13 gebildete Raumfachwerk erstreckt.

[0053] Bei dem Raumfachwerk sind mit mehreren Untergruppen ausgestattete Stützstrukturen 17 vorgenannter Art miteinander verbunden, wobei die Kanten extrahiert sind, so dass insgesamt eine wabenartige Raumfachwerk-Struktur gebildet ist.

[0054] Figur 9 zeigt schließlich ein fünftes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur 11. Auch hier sind mehrere Stützstäbe 13 zu einem Raumfachwerk miteinander verbunden.

[0055] Es sind jeweils drei Stützstäbe 13 zu einer Stützstruktur 17 in Form eines Stützdreiecks zusammengesetzt, die wiederum zu einem Stützpolyeder in Form eines Tetraeders zusammengefügt sind.

[0056] Mehrere solche Tetraeder sind dann zu einer Struktureinheit 12 zusammengesetzt, wobei die Tetraeder wiederum als Fraktale zu Obergruppen-Tetraeder zusammengesetzt werden können, der dann ein Struktureinheit-Cluster bildet. Alternativ können die Tetraeder auch beliebig zu einem Raumfachwerk zusammengesetzt werden.

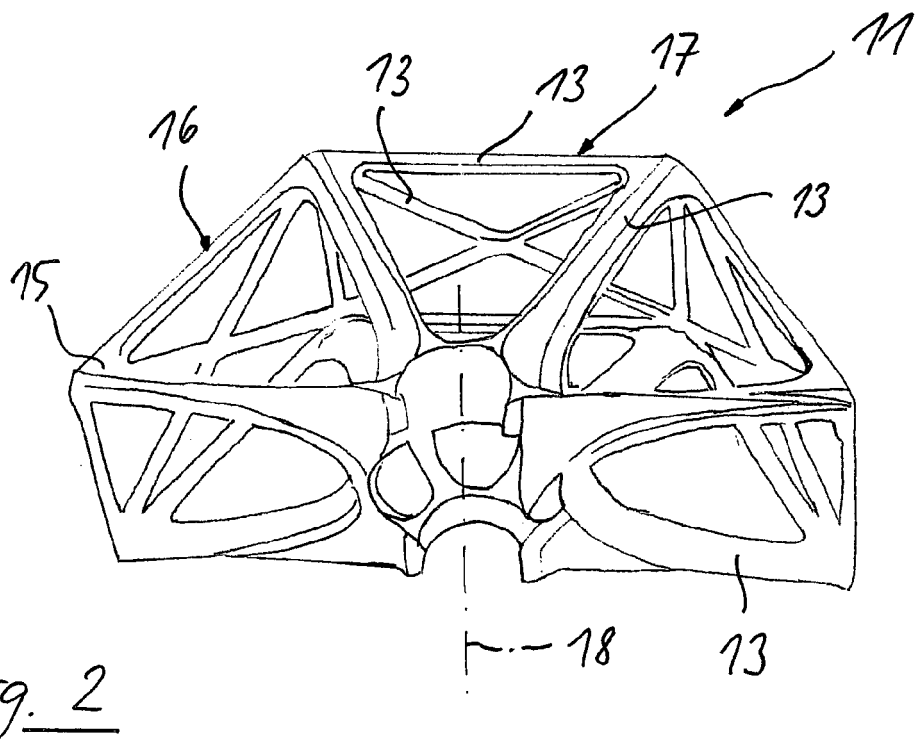
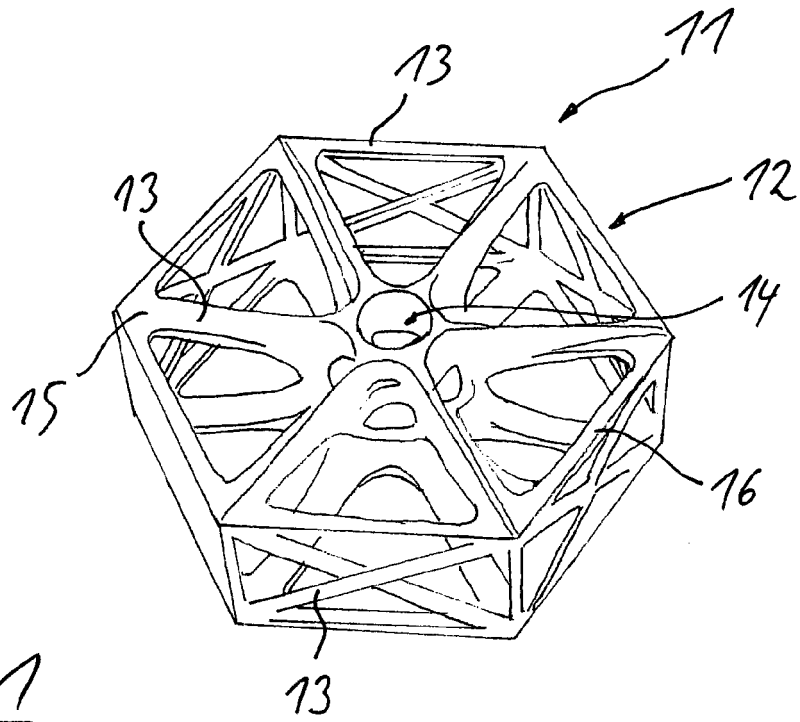
[0057] Wie Figur 9 zeigt, sind an Verbindungsstellen zwischen jeweils zwei benachbarten Stützstäben kugelförmige Knoten 24 ausgebildet.

[0058] Die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur 11 haben gemeinsam, dass benachbarte Stützstäbe 13 tangentialstetig miteinander verbunden sind. Eine weitere Optimierung ließe sich durch krümmungstetige Über-

gänge zwischen den Stützstäben 13 erzielen, wodurch eine weitere Kerbspannungsoptimierung erzielt würde.
[0059] Alle Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Leichtbaustruktur sind geeignet im Belastungsfall Zug-, Druck, Scher- und Torsionskräfte aufzunehmen und optimal abzuleiten.

Patentansprüche

1. Leichtbaustruktur, mit wenigstens einer Struktureinheit (12), die aus mehreren miteinander zu einem Fachwerk verbundenen Stützstäben (13) aufgebaut ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützstäbe (13) stetig miteinander verbunden sind. 5
2. Leichtbaustruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützstäbe (13) tangenstetig miteinander verbunden sind. 10
3. Leichtbaustruktur nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützstäbe (13) krümmungstetig miteinander verbunden sind. 15
4. Leichtbaustruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützstäbe (13) untereinander zu Stützstrukturen (17) verbunden sind, die durch modulare Addition zu einem Raumfachwerk kombiniert sind. 20
5. Leichtbaustruktur nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützstrukturen (17) als Stützpolygone, beispielsweise Stützdreiecke, ausgebildet sind. 25
6. Leichtbaustruktur nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Stützpolygone zu Stützpolyedern kombiniert sind. 30
7. Leichtbaustruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützstrukturen (17), insbesondere Stützpolyeder, als Fraktale ausgebildet sind. 35
8. Leichtbaustruktur nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützpolyeder als platonische Körper ausgebildet sind. 40
9. Leichtbaustruktur nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützpolyeder als archimedische Körper ausgebildet sind. 45
10. Leichtbaustruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktureinheit (12) eine obere und untere Deckplatte (19a, 19b) aufweist, zwischen denen das Fachwerk aus Stützstäben (13) angeordnet ist. 50
11. Leichtbaustruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktureinheit (12) wenigstens einen aus Stützstäben (13) gebildeten Ringanker (16) aufweist. 55
12. Leichtbaustruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Struktureinheit (12) eine hexagonale Außenkontur aufweist.
13. Leichtbaustruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Struktureinheiten (12) zu einem Struktureinheit-Cluster verbunden sind.
14. Leichtbaustruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stützstäbe (13) innerhalb der Struktureinheit (12) eine Gitterform aufweisen, die als hexagonal dichte Packung ausgebildet ist.
15. Leichtbaustruktur nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an Verbindungsstellen zwischen jeweils zwei benachbarten Stützstäben (13) kugelförmige Knoten (24) ausgebildet sind.
16. Verwendung einer Leichtbaustruktur gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 als Fachwerkstruktur, insbesondere Fachwerkträger.



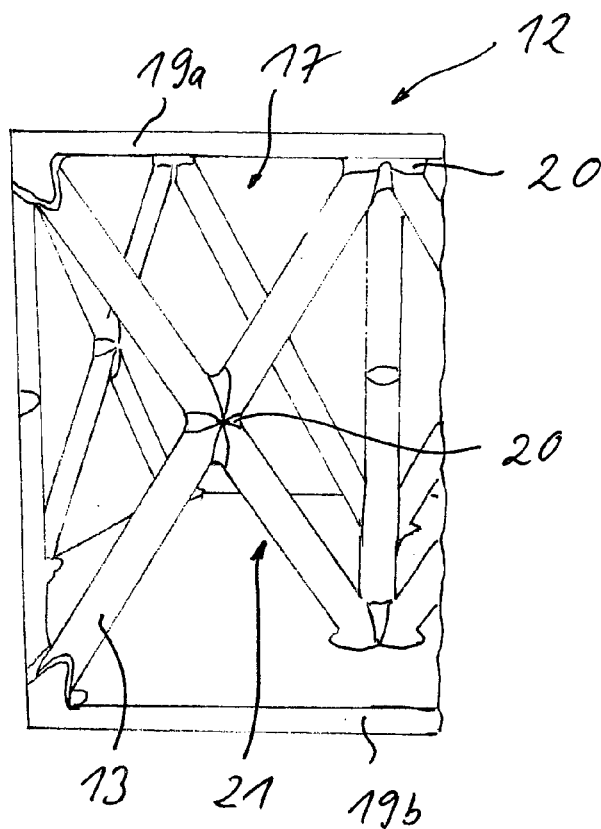


Fig. 3

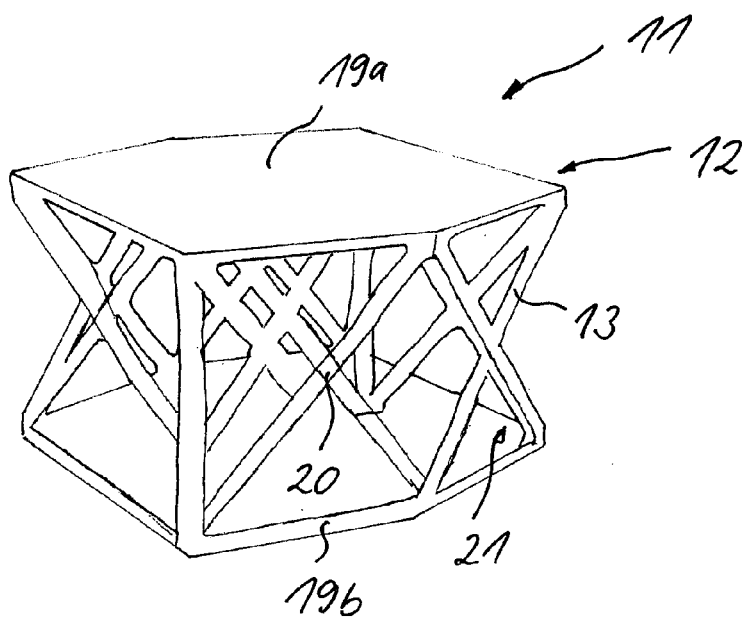


Fig. 4

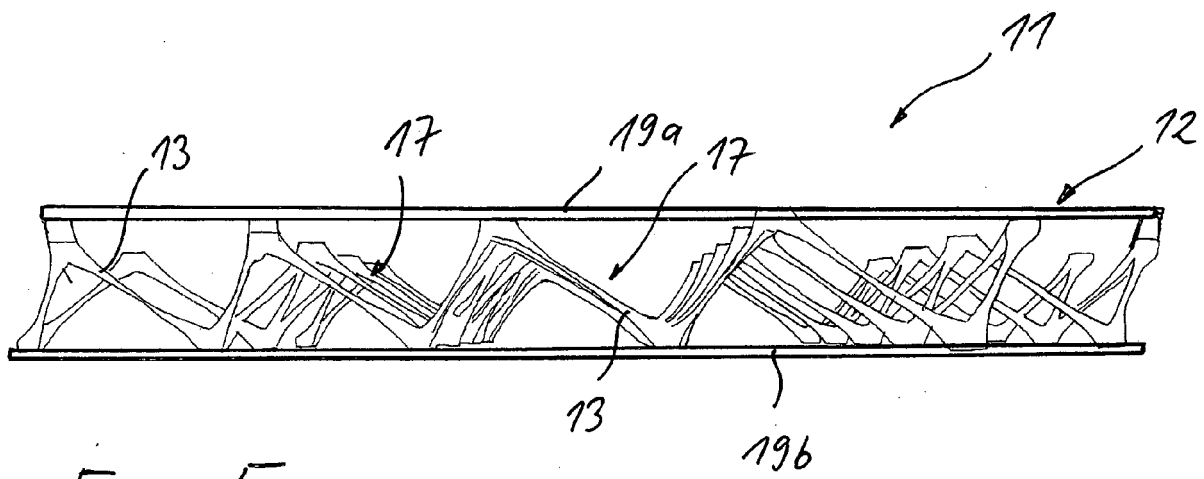


Fig. 5

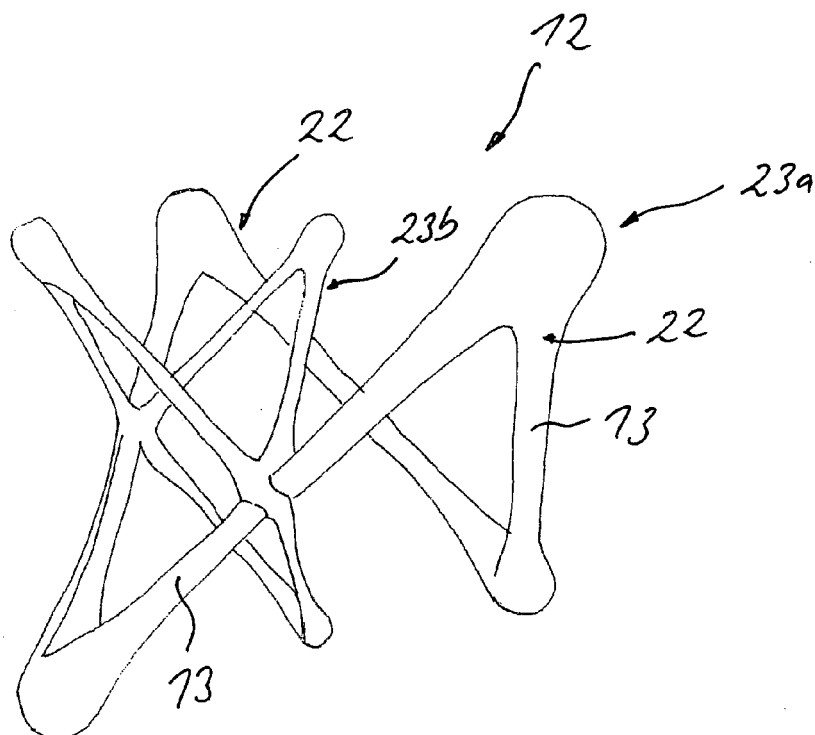


Fig. 6

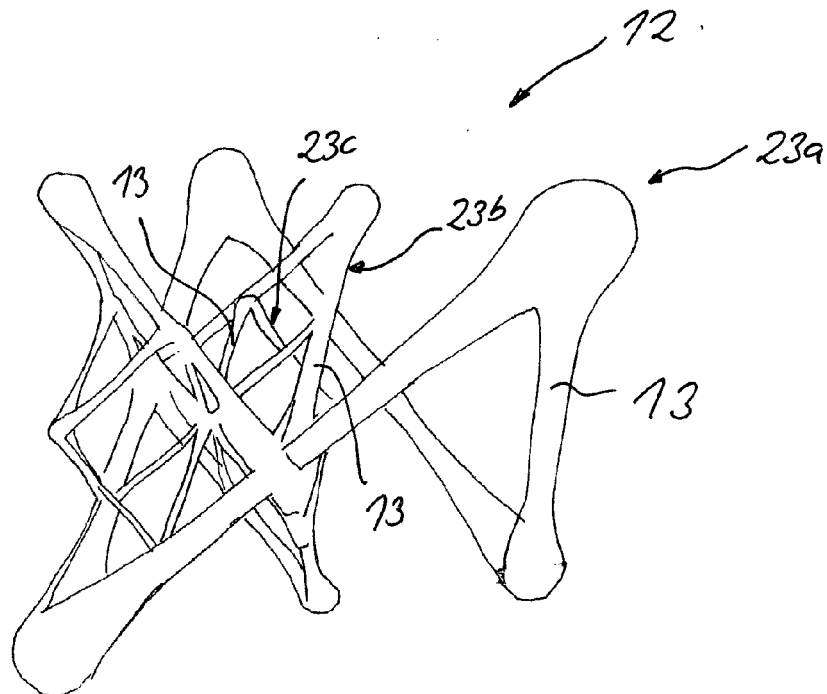


Fig. 7

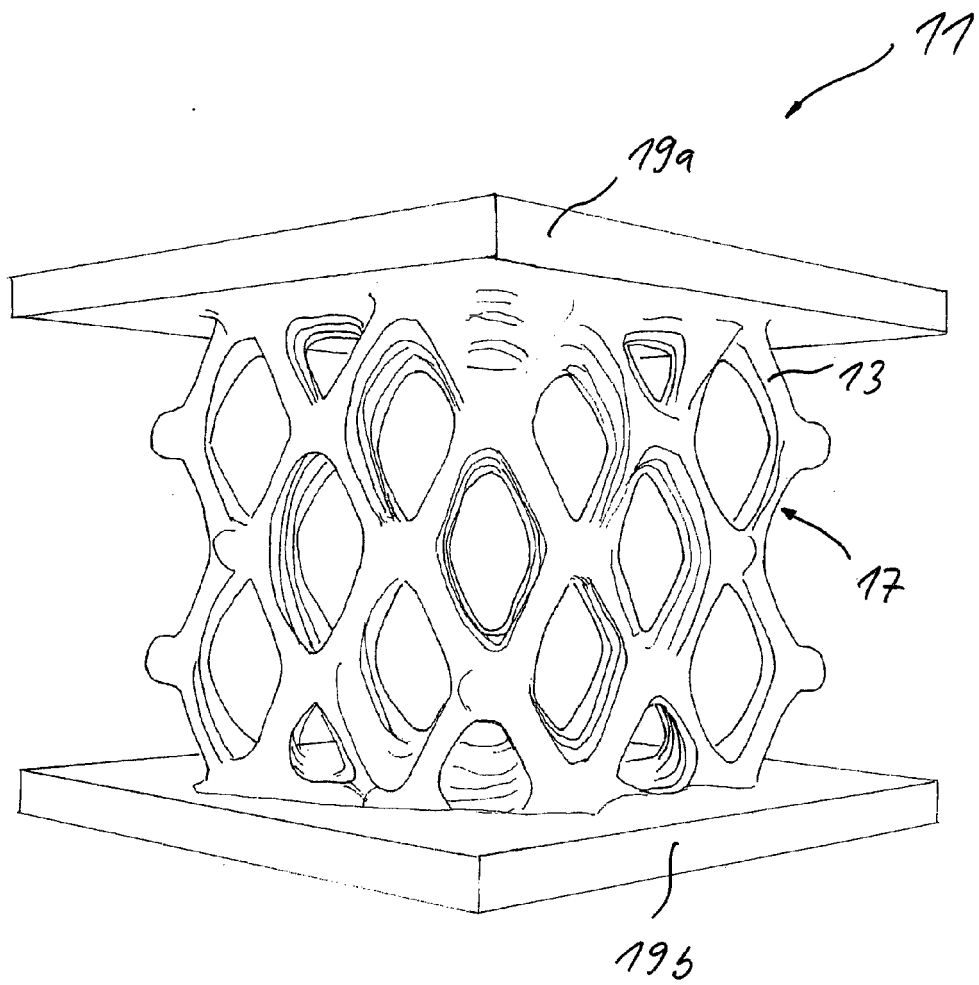


Fig. 8

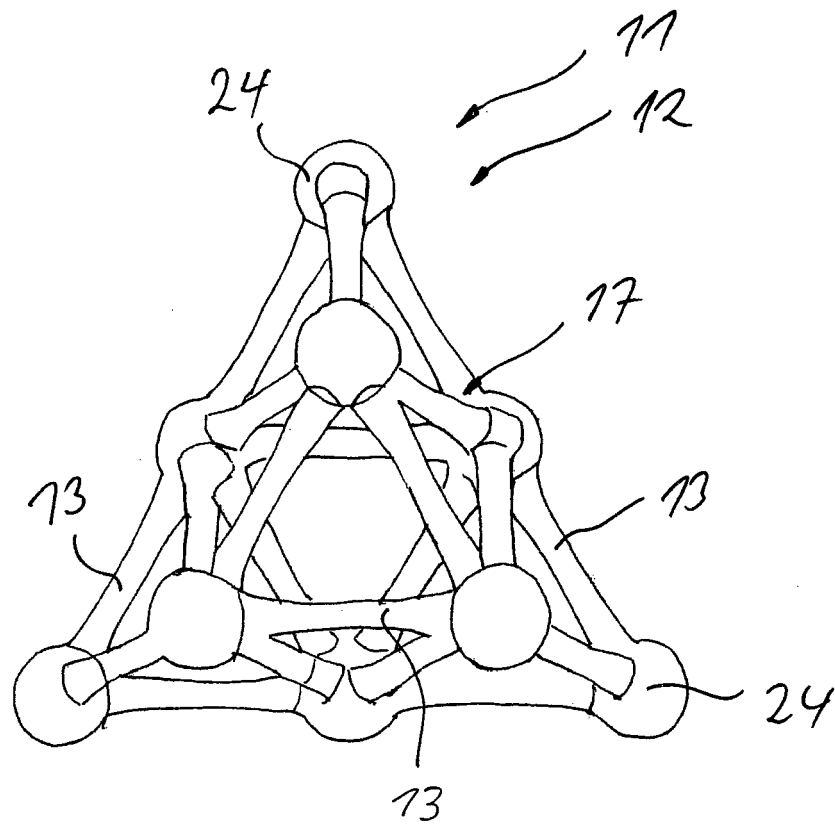


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 00 6857

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 101 63 759 C1 (ECKERLE EBERHARD [DE]) 22. Mai 2003 (2003-05-22) * Absätze [0024] - [0036]; Abbildungen 2,4,7,8 *	1-6,8, 11,13, 15,16	INV. E04B1/19 E04C1/00 E04C2/34
X	US 5 623 790 A (LALVANI HARESH [US]) 29. April 1997 (1997-04-29) * Spalte 1, Zeilen 14-21 * * Spalte 30, Zeile 46 - Spalte 31, Zeile 13 * * Spalte 31, Zeilen 42-56; Abbildungen 25E,26B,28E *	1-6,13, 16 8,9	
A			
X	US 3 417 533 A (JACK SPARLING) 24. Dezember 1968 (1968-12-24) * Spalte 2, Zeile 67 - Spalte 3, Zeile 58; Abbildungen 1-6 *	1,4-6, 11,13,16	
X	US 2008/078138 A1 (BAKER CHRISTOPHER [US]) 3. April 2008 (2008-04-03) * Absätze [0023] - [0025], [0039], [0040]; Abbildungen 1,2,14,15 *	1,5-8, 11,12, 14,16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E04B E04C
X	US 6 931 812 B1 (LIPSCOMB STEPHEN LEON [US]) 23. August 2005 (2005-08-23) * Spalte 4, Zeile 65 - Spalte 5, Zeile 23 * * Spalte 6, Zeile 28 - Spalte 7, Zeile 18; Abbildungen 11-21 *	1,5-8, 11,13,16	
X	WO 96/15333 A1 (OWENS CHARLES R [US]) 23. Mai 1996 (1996-05-23) * Seite 10, Zeilen 1-26 * * Seite 13, Zeilen 8-27; Abbildungen 1,2,7 *	1,4-6,8, 9,13,16	
	----- -/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. März 2013	Prüfer Porwoll, Hubert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 00 6857

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 93/16259 A1 (ASSMANN ALLO [DE]; ROTTMAYR JOSEF [DE]) 19. August 1993 (1993-08-19) * Seite 7, Zeilen 24-26; Abbildungen 1,11 * -----	1,10,12, 13,16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. März 2013	Prüfer Porwoll, Hubert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 00 6857

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-03-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10163759	C1	22-05-2003	KEINE		
US 5623790	A	29-04-1997	KEINE		
US 3417533	A	24-12-1968	KEINE		
US 2008078138	A1	03-04-2008	KEINE		
US 6931812	B1	23-08-2005	KEINE		
WO 9615333	A1	23-05-1996	AT	237044 T	15-04-2003
			AU	700621 B2	07-01-1999
			AU	3965895 A	06-06-1996
			CA	2180638 A1	23-05-1996
			CN	1140479 A	15-01-1997
			CN	1312419 A	12-09-2001
			DE	69530287 D1	15-05-2003
			DE	69530287 T2	12-02-2004
			EP	0743999 A1	27-11-1996
			IL	115937 A	30-11-1999
			JP	3773952 B2	10-05-2006
			JP	H09507889 A	12-08-1997
			WO	9615333 A1	23-05-1996
WO 9316259	A1	19-08-1993	EP	0626030 A1	30-11-1994
			WO	9316259 A1	19-08-1993

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82