



(10) **DE 10 2012 020 671 A1** 2014.02.27

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 020 671.2**
(22) Anmeldetag: **22.10.2012**
(43) Offenlegungstag: **27.02.2014**

(51) Int Cl.: **B29C 67/00** (2006.01)
B32B 3/12 (2006.01)
E04D 1/28 (2006.01)
C04B 35/622 (2006.01)

(66) Innere Priorität:
10 2012 016 901.9 **27.08.2012**

(72) Erfinder:
Wagner, Marcel, 86167, Augsburg, DE

(71) Anmelder:
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80686, München,
DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:
DE 32 16 072 A1
DE 36 15 498 A1

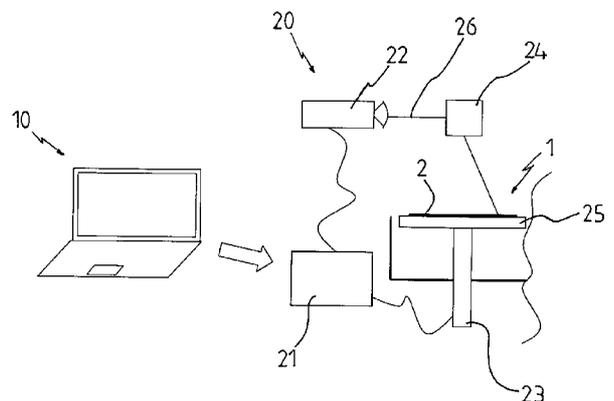
(74) Vertreter:
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80802, München, DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Bauelementes und ein Bauelement**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelementes und ein Bauelement, welches in einer bevorzugten Ausführungsform ein Dachziegel ist. Das erfindungsgemäße Bauelement wird durch ein generatives Schichtbauverfahren hergestellt und weist bevorzugt Kunststoff und/oder Metall auf. Ferner weist es eine Grundschicht auf, auf der schichtweise Material aufgetragen wird, so dass das Bauelement innen entweder massiv, wabenförmig oder mindestens einen Hohlraum aufweist. Abschließend wird eine Deckschicht darüber aufgetragen. In das Bauelement können verstärkende Fasern, bevorzugt aus Glas- und/oder Kohlefaser eingebracht werden oder zumindest einige Hohlräume mit Gas befüllt werden. Zur Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften sind wärmedämmende Materialien innerhalb des Bauelementes angeordnet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelementes und ein Bauelement.

[0002] Ressourcenknappheit und die damit verbundenen steigenden Rohstoffpreise, sowie ein hohes Umweltbewusstsein erfordern einen effizienten Umgang mit Energie, sowie energiesparende Bauelemente.

[0003] Aus diesem Grund haben sich beim Hausbau Energiesparmaßnahmen als wesentlicher Bestandteil etabliert. Insbesondere werden dabei Dämmmaterialien eingesetzt, um Energie einzusparen. Jedoch wird oftmals Energie verschwendet, was beispielsweise durch unterschiedliches Abtauverhalten von schneebedeckten Dächern zu beobachten ist. Dabei fällt auf, dass eine Vielzahl von Häusern nicht ausreichend wärmedämmend ist und deren Dächer deshalb früher abtauen.

[0004] Herkömmliche Dachkonstruktionen mit Bauelementen, wie z. B. Dachziegeln, weisen einen mehrteiligen Aufbau auf. Der Halt der Dachziegel wird über eine Anordnung von Dachlatten gewährleistet, die mit Dachsparren verbunden sind. Hierbei dienen die Dachziegel dem Schutz vor Regen und Schnee, während ein sogenanntes Unterdach als Schutz gegen Wind und Flugschnee angebracht wird. Das Unterdach befindet sich zwischen den Dachlatten und den Dachsparren, wobei zwischen den Dachsparren eine Zwischensparrendämmung angeordnet ist, die als Wärmedämmung dient.

[0005] Um ferner einen ausreichenden Schallschutz zu gewährleisten, werden zusätzliche Schichten von Schallschutzmatten oder Gipskartonplatten auf der zum Wohnraum gerichteten Seite der Dachsparren angebracht, so dass zur Verfügung stehender Wohnraum minimiert wird. Ferner werden diese Schichten ebenso an Wänden eingesetzt.

[0006] Bei einem herkömmlichen Dach mit Bauelementen bzw. Ziegeln oben genannter Dachkonstruktion beträgt die Dicke der Ziegelschicht im Gesamtaufbau eines nach dem Stand der Technik gedämmten Hausdaches etwa 15% der Gesamtdicke.

[0007] Hierbei tragen die Dachziegel zum Witterschutz bei, jedoch hinsichtlich Dämmung und Schallisolierung nicht oder nur in geringem Maße. Deshalb ist bei herkömmlichen Dachkonstruktionen – wie oben bereits erwähnt – eine Dämm- und Schallisolationsschicht notwendig, wobei beide Kosten und Platz verursachen.

[0008] Ferner handelt es sich bei Dachziegeln aus dem Stand der Technik um ein Erzeugnis mit einer historischen Vergangenheit. Auch heute haben sich

die grundlegenden Schritte bei der Herstellung kaum verändert und es wird an altbewährten und teilweise aufwendigen Fertigungsverfahren festgehalten. Der herkömmliche Brennprozess eines aus Ton oder Beton gefertigten Dachziegels ist sehr ressourcen- und energieintensiv.

[0009] Ein bekannter Dachziegel wird in einem ersten Schritt durch ein formgebendes Verfahren in Pressen hergestellt und anschließend in einem Brennofen gebrannt. Nach dem Brennprozess wird der Dachziegel schließlich abgekühlt. So ist beispielsweise aus der DE 10 2005 045 392 A1 ein Verfahren zur Herstellung eines herkömmlichen Dachziegels bekannt, wobei einem Ofen Dachziegelrohlinge auf einem Ofenwagen zum Brennen zugeführt und durch den Ofen hindurchbewegt werden.

[0010] Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass bei einem herkömmlichen Ziegeldach die Wärmedämmung ausschließlich über eine unter der Dachziegelschicht liegende Dämmschicht realisiert wird. Diese ist bei einem konventionellen Dachaufbau aus energiespartechnischer Sicht zwingend notwendig.

[0011] Entwicklungen für eine verbesserte Wärmedämmung fokussieren sich auf die Eigenschaften dieser Dämmschicht und dies führt dazu, dass die Verbesserung der Dämmeigenschaften von Bauelementen, wie Dachziegeln, bisher unberücksichtigt blieb. Daher werden zum Erreichen hoher Dämmwerte Dämmschichten von mehreren Dezimetern verbaut. Dies führt neben einem verringerten Wohnraum auch zu einer Verringerung der tatsächlichen Traglast des Daches.

[0012] Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelementes anzugeben, welches ressourcenschonend ein energiesparendes Bauelement produziert, wobei das Bauelement wärme-isolierende Eigenschaften aufweist und gleichzeitig zu einer Stabilitätserhöhung eines Gebäudeteiles führt.

[0013] Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, ein Bauelement anzugeben, das die Stabilität eines Gebäudeteiles erhöht, wärme-isolierende bzw. ressourcenschonende Eigenschaften aufweist und das eine Verkleinerung von verfügbarem Wohnraum vermeidet.

[0014] Die vorgenannten Aufgaben werden hinsichtlich des Verfahrens erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 sowie hinsichtlich des Bauelementes durch die Merkmale des Anspruchs 6 gelöst.

[0015] Gemäß eines ersten Aspektes der Erfindung ist es vorzugsweise vorgesehen, ein Verfahren zur

Herstellung eines Bauelementes für Gebäude, insbesondere eines Dachziegels, anzugeben, bei dem eine Herstellung des Bauelementes in einem generativen Schichtbauverfahren erfolgt.

[0016] Bei einem generativen Schichtbauverfahren bzw. Fertigungsverfahren handelt es sich um ein urformendes Verfahren, bei dem ein Körper aus einzelnen, übereinanderliegenden und miteinander verbundenen Schichten aufgebaut wird.

[0017] Dabei wird aus formlosen oder formneutralen Rohmaterial, meist ein Pulver oder eine Flüssigkeit, mittels chemischer oder thermischer Prozesse ein zusammenhängender, fester Körper schichtweise gefertigt. Ein besonderer Vorteil bei einem solchen Verfahren ist, dass dabei keine Form, wie z. B. beim Gießen von Bauelementen, notwendig ist, wodurch eine schnelle und kostengünstige Herstellung ermöglicht wird. So werden bei generativen Fertigungsverfahren Datenmodellen, die beispielsweise an einem Computer erzeugt wurden, direkt umgesetzt, um einen Körper bzw. ein Bauelement herzustellen.

[0018] In einer bekannten Variante von generativen Fertigungsverfahren liegt das Rohmaterial als Pulver vor und wird durch eine Lichtquelle aufgeschmolzen. Die Lichtquelle (z. B. Laser) wirkt auf einer lokal eng begrenzten Fläche und wird so gesteuert, dass jeweils an den gewünschten Stellen Material aufgeschmolzen wird (sog. selektives Laserschmelzen). Dadurch wird eine Schicht eines Körpers gebildet, wobei feinste Strukturen hergestellt werden können. Insbesondere ist es somit auch möglich, das Innere des Körpers bedarfsgerecht mit beispielsweise einer Struktur herzustellen.

[0019] Nach dem Erstarren einer erstellten Schicht wird in einem anschließenden Schritt der Arbeitsbereich, in dem die Schicht des Körpers bzw. dessen Kontur und Innere gebildet wurde, um eine Schichtdicke abgesenkt. Daraufhin wird eine neue Schicht (Pulver oder Flüssigkeit) aufgetragen und diese erneut mit der Lichtquelle behandelt. Somit wird der Körper Schicht für Schicht aufgebaut.

[0020] Eine weitere bekannte Variante eines generativen Fertigungsverfahrens ist der sogenannte 3D-Sanddruck. Beim Sanddruck wird ein Grundwerkstoff wie beispielsweise Quarzsand verwendet. Um diesem die nötige Festigkeit zu verleihen bzw. jeder einzelnen aufgetragenen Schicht, wird in den Sand vorzugsweise ein Bindemittel eingebracht.

[0021] Das Verfahren des Sanddruckens in einem Schichtbauprozess weist bevorzugterweise nachfolgende Schritte auf:

In einem ersten Schritt befindet sich günstigerweise in einer Kammer (Bauraum) ein Auftragsmechanismus, in welchem vorteilhafterweise mindestens

ein Grundmaterial in Pulverform vorliegt. Um unterschiedliche Strukturen aus unterschiedlichen Materialien für ein zu fertigendes Bauelement verwenden zu können, ist es von Vorteil, wenn der Auftragsmechanismus mindestens ein Vorratsbehältnis für das mindestens eine pulverförmige Grundmaterial aufweist.

[0022] Das mindestens eine Vorratsbehältnis verfügt idealerweise über mindestens eine Kammer, insbesondere über mehrere Kammern, für unterschiedliche Materialien. Auf diese Weise ist es möglich, durch Entnahme des geeigneten Materials aus der jeweiligen Kammer des Vorratsbehältnisses eine an die mechanischen Voraussetzungen angepasste Materialschicht zu realisieren bzw. aufzubringen.

[0023] Ferner weist der Auftragsmechanismus bevorzugterweise mindestens einen Druckkopf auf, der insbesondere ähnlich zu einem Tintenstrahlkopf ausgebildet ist. Auf diese Weise kann Material in einer dosierten Mengeneinheit pro definierter Fläche aufgebracht werden. Somit ist es also möglich, exakt eine vorbestimmte Menge von z. B. Quarzsand auf einer definierten Flächeneinheit, wie beispielsweise einem Quadratmillimeter, aufzubringen. Damit die Menge veränderbar ist, ist es von Vorteil, wenn diese von dem mindestens einen Druckkopf dosierbar ist. Ferner ist eine vorbestimmte Menge bzw. eine dosierbare Mengeneinheit vorteilhafterweise veränderbar, insbesondere während des Erstellens einer Schicht. Somit kann ein Bauelement materialsparend erzeugt werden, aber es kann auch den mechanischen Gegebenheiten und somit dem Kräfte- und Momentenverlauf Rechnung getragen werden.

[0024] In einem weiteren Schritt wird günstigerweise eine Schicht eines Bauelementes durch punktweises Aufbringen von Sand entlang einer zu erstellenden Kontur der Schicht des Bauelementes gefertigt. Hierbei werden Punkte, die von dem mindestens einen Druckkopf erzeugt werden, vorteilhafterweise so eng gesetzt, dass eine geschlossene Linie bzw. eine geschlossene Kontur entsteht. D. h., dass die aufgetragenen Punkte aus Sand so eng gesetzt sind, dass sich diese berühren.

[0025] Mit Hilfe des punktweisen Aufbringens ist es ein leichtes, durch Abwechseln von unterschiedlichen Materialien eine einzelne Schicht bzw. Konturlinie zu erstellen, die unterschiedliche Materialien aufweist. Auf diese Weise kann ferner die Festigkeit und Stabilität jeder einzelnen Schicht und somit auch des gesamten Bauteiles auf den jeweiligen Belastungsfall optimal angepasst werden. Hierbei kann gleiches und/oder unterschiedliches Material innerhalb einer Schicht übereinander und/oder nebeneinander angeordnet werden.

[0026] Nach dem Aufbringen von Material bzw. des Sandes ist es in einem weiteren Verfahrensschritt bevorzugt, gezielt Bindemittel in den Sand bzw. die punktwise aufgetragene Kontur/Schicht einzubringen. Mit Hilfe dieses Schrittes werden die einzelnen Punkte miteinander verbunden, so dass eine geschlossene Linie bzw. Kontur bzw. zusammenhängende Schicht entsteht. Selbstverständlich ist es in diesen Zusammenhang günstig, wenn der Auftragsmechanismus dieselbe Kontur, die beim Auftragen des Sandes durch den mindestens einen Druckkopf abgefahren wurde, erneut mit dem Druckkopf abfährt, jedoch diesmal das Bindemittel in den aufgetragenen Sand bzw. in die aufgetragenen Kontur eingebracht wird.

[0027] Auch ist es möglich, nach dem Aufbringen von Sand bzw. eines Punktes aus Sand auf diesen Bindemittel, insbesondere unmittelbar, aufzubringen. Somit kann Zeit und Energie für eine erneutes Verfahren des Druckkopfes gespart werden.

[0028] Die Länge und Breite der erwähnten Punkte aus Sand ist vorzugsweise veränderbar. Dies hat den Vorteil, dass entsprechend der mechanischen Belastung Material aufgetragen werden kann.

[0029] Im Anschluss an das Aufbringen von Bindemittel kann mittels einer Infrarotlampe die aufgetragene Sand- und Bindemittelschicht getrocknet und ausgehärtet werden. Danach wird vorzugsweise eine weitere Schicht Sand aufgebracht, wodurch das Bauelement in der Höhe wächst. Im Endeffekt werden die vorgenannten Verfahrensschritte sooft wiederholt, bis das fertige Bauelement hergestellt ist.

[0030] Bei dem Ausgangsmaterial bzw. bei dem Sand für die formgebende Kontur wird vorzugsweise Quarzsand verwendet. Dieser liegt idealerweise als rieselfähiges, trockenes Rohmaterial vor. Hierbei wird die Schichtdicke für jeden Auftrag vorteilhafterweise minimal gewählt. Minimal bedeutet hierbei bevorzugterweise, dass eine Schichtdicke in der Größenordnung der Korngröße des verwendeten Sandes bzw. des verwendeten Quarzsandes liegt. Bei einem bevorzugten Quarzsand handelt es sich beispielsweise um eine Korngröße zwischen 200 bis 300 µm.

[0031] Auch ist es günstig die maximale Schichtdicke in Abhängigkeit des Bindemittels zu wählen, so dass es unter Umständen sinnvoll ist, mit Hilfe eines Bindemittels ein vielfaches der Korngröße des verwendeten Sandes entlang einer Kontur aufzuschütten bzw. aufzutragen und diese Körner miteinander zu verbinden.

[0032] Überwiegend finden generative Fertigungsverfahren im Prototypenbau und in Bereichen der Mikrotechnik Anwendung. Diese sind auch als sog. Ra-

pid Prototyping Verfahren bekannt, zu diesen zählen beispielsweise der beschriebene 3D-Sanddruck, 3D Printing, Contour Crafting Elektronenstrahlschmelzen, Fused Deposition Modeling, Laminated Object Modelling, selektives Laserschmelzen und Lasersintern, sowie Stereolithografie.

[0033] Ferner ist es von Vorteil, wenn das Bauelement eine Grund- und eine Deckschicht aufweist. Diese dienen der Begrenzung des Bauelementes sowie der Formgebung. So ist es möglich, dass die Grundsicht beispielsweise einen zu einem Haken bzw. zu einer Nase ausgeformten Bereich aufweist, mit dessen Hilfe das Bauelement in Ausbildung z. B. eines Dachziegels in einer Dachlattung einhängbar ist. Ferner können die Grund- und/oder Deckschicht eine Form aufweisen, die auf einer Seite eine Aufnahme und auf einer anderen, vorzugsweise gegenüberliegenden Seite ein Verbindungselement ausformt, wobei das Verbindungselement in die Aufnahme einsetzbar ist. Auf diese Weise können Bauelemente miteinander verbunden werden, wie dies beispielsweise bei Feder-Nut Verbindungen bekannt ist. Somit überlappen sich die einzelnen Bauelemente, sodass eine für z. B. Wasser geschlossene Fläche bzw. eine Dachfläche ausgebildet wird.

[0034] Günstigerweise sind die Flächen, die von Grund- und Deckschicht gebildet werden, geschlossen. Somit kann kein Wasser, Tier und/oder Schmutz in das Bauelement eindringen. Auch können diese somit im Freien gelagert werden, was bei Baumassnahmen üblich ist.

[0035] Hierbei wird unter der Deckschicht die Oberfläche des Bauelementes verstanden, die auf der Wetterseite angeordnet ist bzw. die mit ihrer Oberfläche nach außen zeigt. Hingegen ist die Grundsicht die Schicht, die mit ihrer Oberfläche nach innen zeigt bzw. deren Oberfläche zum Inneren eines Hauses gerichtet ist.

[0036] Vorzugsweise wird zwischen der Grund- und Deckschicht wenigstens eine Stützstruktur erzeugt. Auf diese Weise können Kräfte von einer Schicht auf die andere weitergeleitet bzw. übertragen werden. Somit wird beispielsweise eine statische Last, hervorgerufen durch Schnee, auf die Deckschicht durch die Stützstruktur an die Grundsicht weitergeleitet, wobei die Grundsicht die aufgenommenen Kräfte an Dachlatten und Dachsparren weitergibt. Ferner dient eine Stützstruktur während der Fertigung dazu, Verzüge des Bauelementes zu vermeiden.

[0037] Auch ist es ein Vorteil, wenn die wenigstens eine Stützstruktur bei der Herstellung im generativen Schichtbauverfahren zwischen der Grund- und der Deckschicht als eine wabenförmige Struktur, massiv und/oder mit mindestens einen Hohlraum erzeugt wird.

[0038] Eine wabenförmige Struktur erlaubt Gewichts- und Materialeinsparungen, wobei dennoch eine hohe Festigkeit erhalten bleibt. Bei der Herstellung eines massiven Körpers werden hohe Festigkeitswerte erreicht. Eine Erzeugung von Hohlräumen führt zu einer verbesserten Wärmedämmung sowie einer erhöhten Festigkeit. Hierbei können die Hohlräume, aber auch die Waben der wabenförmigen Struktur, ein Fluid und/oder ein festes Material aufweisen, dessen Wärmeleiteigenschaften gegenüber denen des Materials des Bauelementes gering sind.

[0039] Des Weiteren ist es vorteilhaft, verstärkende Materialien, bevorzugt Glas- oder Kohlefaser und/oder wärme-dämmende Materialien oder Gase in den Werkstoff einzuarbeiten. Je nach eingebrachtem Material oder Gas werden die Wärmedämmeigenschaften, Schalldämmeigenschaften und/oder die Festigkeit des Bauelementes erhöht.

[0040] Selbstverständlich ist es auch möglich, die Glas- oder Kohlefaser, wärme-dämmende Materialien und/oder Gase in den wenigstens einen Hohlraum und/oder in die wabenförmige Struktur innerhalb des Bauelementes einzubringen. Im Falle einer Verwendung von Gas handelt es sich vorzugsweise um Argon, wie es beispielsweise bei aktuellen Wärmeschutzverglasungen zum Einsatz kommt.

[0041] Ferner ist es von Vorteil, wenn beim Herstellen zumindest eine Oberfläche des Bauelementes mit einer Schallschutzstruktur gebildet wird. Auf diese Weise kann eine Schallausbreitung durch beispielsweise Reflexion von Schall- bzw. Druckwellen vermindert werden. Folglich dienen derartige Bauelemente nicht nur der Schalldämmung von Geräuschen innerhalb eines Gebäudes nach außen, sondern auch umgekehrt. Ferner wird idealerweise auch kein Schall zwischen Gebäuden reflektiert, die mit einem Bauelement mit einer derartigen Schallschutzstruktur versehen sind. Somit kann Schall von z. B. vorbeifahrenden Fahrzeugen effektiv von Gebäuden minimiert werden.

[0042] Günstig ist es dabei, wenn in einem Verfahrensschritt die Schallschutzstruktur mit Senken bzw. Vertiefungen, und/oder Bergen und Tälern in abwechselnder Reihenfolge erzeugt wird. Vorzugsweise wird die Schallschutzstruktur auf der Oberfläche des Bauelementes ausgebildet, d. h. auf bzw. in der Deckschicht. Jedoch ist alternativ oder zusätzlich auch eine Schallschutzstruktur auf der Unterseite, d. h. auf bzw. in der Grundsicht formbar. Die Schallschutzstruktur kann auch z. B. wie Eierschachteln ausgeformt sein, wodurch eine einfache Realisierung für einen Schallschutz möglich ist.

[0043] Vorteilhafterweise wird die Schallschutzstruktur wellenförmig hergestellt. Dabei sind polygone, eckige und/oder runde Strukturen auf der Oberflä-

che möglich, wobei aufgrund der Verwendung eines generative Schichtbauverfahrens der Gestalt der Schallschutzstruktur keine Grenzen gesetzt sind.

[0044] Bevorzugterweise wird die Geometrie des Bauelementes durch ein CAD Modell vordefiniert. Die Konstruktionsdaten können direkt an eine Maschine übermittelt werden, die das Bauelement herstellt, wodurch Kosten gespart werden und die Fertigungszeit verkürzt wird.

[0045] Bei Verwendung eines generativen Verfahrens ist bei der Erstellung eines CAD-Modells bzw. des 3D-Datensatzes darauf zu achten, dass eine eventuell benötigte Funktionsintegration (Schalldämmung, Isolationsunterstützende Strukturen, usw.) direkt mit zu berücksichtigen bzw. integrieren ist. Eine nachträgliche Veränderung eines erstellten Bauelementes ist mittels eines generativen Schichtbauverfahrens nur schwer möglich.

[0046] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Bauelement, insbesondere einen Dachziegel, für Gebäude.

[0047] Dabei ist es günstig, wenn das Bauelement eine Grund- und eine Deckschicht aufweist. Somit kann eine Begrenzung nach außen sowie eine Formgebung gewährleistet werden. Hinsichtlich der Formgebung kann die Grundplatte beispielsweise einen hakenförmigen Bereich bzw. eine Nase aufweisen, durch den das Bauelement z. B. ein Dachziegel in eine Dachlattung einhängbar ist. Ferner können die Grund- und/oder Deckschicht eine Form aufweisen, die auf einer Seite eine Nut und auf der anderen Seite eine Feder aufweisen. Auf diese Weise können Bauelemente einfach miteinander verbunden werden. Somit ist es auch möglich, dass sich mehrere zusammengefügte Bauelemente überlappen, sodass eine für z. B. Schnee geschlossene Fläche bzw. eine Dachfläche ausgebildet.

[0048] Günstigerweise sind die Flächen, die von Grund- und Deckschicht gebildet werden, geschlossen. Somit kann kein Wasser, Tier und/oder Schmutz in das Bauelement eindringen. Auch kann diese somit im Freien gelagert werden, was bei Baumassnahmen üblich ist.

[0049] Ferner ist es von Vorteil, wenn das Bauelement einzeln aufeinander angeordnete und verbundene Schichten aufweist. Diese werden vorzugsweise mit einem generativen Verfahren nach der bereits oben vorgestellten Art erstellt. Das Bauelement kann somit energie- und umweltschonend erstellt werden. Ein Vorteil des schichtweisen Aufbaus eines Bauelementes ist die mechanische Festigkeit der einzelnen Schichten in sich selbst sowie untereinander. Dadurch ergibt sich auch eine Steigerung der Festigkeit

des gesamten Bauelementes, wodurch z. B. höhere Lasten aufnehmbar und weiterleitbar sind.

[0050] Als Werkstoff ist es günstig, ein Bauelement mit Kunststoff und/oder mit Metall und/oder mit Ton bzw. aus Kombinationen der vorgenannten Materialien zu bilden. Selbstverständlich können in ein und derselben Schicht unterschiedliche Materialien angeordnet sein, die dieser Schicht unterschiedliche Verformungsverhalten und Festigkeiten verleihen.

[0051] Ferner können die einzelnen Schichten eine beliebige Form aufweisen, so dass das Bauelement den mechanischen und ästhetischen Anforderungen entsprechend angepasst und gestaltet werden kann.

[0052] Auch kann das Bauelement zwischen der Grund- und Deckschicht wenigstens eine Stützstruktur aufweisen. Diese kann Kräfte von einer Schicht auf die andere weiterleiten bzw. übertragen. Hierbei dient die Stützstruktur der Vermeidung eines Verzugs des Bauelementes, wobei die Grund- und Deckschicht das Körperinnere bzw. das Bauelement-Innere nach außen hin abdichtet und vor Feuchtigkeit und Schmutz schützt.

[0053] Die wenigstens eine Stützstruktur kann eine wabenförmige Struktur und/oder wenigstens einen Hohlraum aufweisen. Auch ist es möglich, dass die wenigstens eine Stützstruktur massiv ausgebildet ist. Selbstverständlich ist auch eine Kombination sowie eine Aneinanderreihung der vorgenannten Ausbildungen der wenigstens einen Stützstruktur möglich. Mithilfe der wenigstens einen Stützstruktur wird beispielsweise eine statische Last, hervorgerufen durch Schnee, auf die Deckschicht durch die Stützstruktur an die Grundsicht weitergeleitet, wobei die Grundsicht die aufgenommenen Kräfte an Dachlatten und Dachsparren weiterleitet.

[0054] Eine wabenförmige Struktur spart Gewicht und Material bei gleicher Festigkeit. Ein massiver Körper erreicht noch höhere Festigkeitswerte. Hingegen führt der mindestens eine Hohlraum zu einer verbesserten Wärmedämmung und Festigkeit. Die Hohlräume, aber auch die Waben der wabenförmigen Struktur können ein Fluid und/oder ein festes Material aufweisen, dessen Wärmeleiteigenschaften gegenüber denen des Materials des Bauelementes gering sind.

[0055] Günstigerweise weist das Bauelement verstärkende Fasern, bevorzugterweise Glas- und/oder Kohlefaser und/oder Edelgas und/oder eingearbeitete wärme-dämmende Materialien auf. Die vorgenannten unterschiedlichen Materialien können in dem Bauelement und/oder in den Hohlräumen und/oder in der wabenförmigen Struktur angeordnet sein. Dadurch kann die Wärmedämmung, Festigkeit und/oder Schalldämmung weiter gesteigert werden. Für

den Fall, dass ein Gas in einem Hohlraum eingeschlossen wird, kann eine Konstruktion ähnlich einer Wärmeschutzverglasung realisiert werden.

[0056] Zudem ist es möglich, dass das Bauelement mindestens einen mit Material unbefüllten Hohlraum aufweist. Die geringe Wärmeleitfähigkeit von Luft führt zu einer weiteren Steigerung der Wärmedämmung. Auch ist es denkbar, den Hohlraum zu evakuieren, sodass die Wärmeleitfähigkeit nochmals reduziert wird.

[0057] Ferner ist es günstig, wenn das Bauelement zumindest eine Oberfläche mit einer Schallschutzstruktur aufweist, wodurch idealerweise eine Ausbreitung von Schall- bzw. Druckwellen vermeidbar ist. Somit kann Schall von z. B. Fahrzeugen, Fluglärm usw. von Gebäuden reduziert werden.

[0058] Günstigerweise weist das Bauelement bzw. die Schallschutzstruktur Senken bzw. Vertiefungen, und/oder Berge und Täler in abwechselnder Reihenfolge auf. Diese Strukturen sind vorteilhafterweise auf der Oberfläche des Bauelementes angeordnet, d. h. auf bzw. in der Deckschicht. Alternativ oder zusätzlich ist auch eine Schallschutzstruktur auf der Unterseite, d. h. auf bzw. in der Grundsicht möglich.

[0059] Ferner sind selbstverständlich Kombinationen von Verfahrensmerkmalen und Vorrichtungsmerkmalen denkbar. So kann ein weiterer Verfahrensschritt, das Einarbeiten von verstärkenden Materialien, vorzugsweise Glas- oder Kohlefaser und/oder wärme-dämmende Materialien oder Gase in den Werkstoff des Bauelementes und/oder in Hohlräume und/oder Stützstrukturen umfassen. Auch kann das Verfahren sowie das Bauelement Kunststoff und/oder Metall und/oder Ton bzw. Kombinationen der vorgenannten Materialien verwenden bzw. aufweisen.

[0060] Überdies kann das Bauelement ein Ziegel, insbesondere ein Dach- oder Wandziegel, ein Wandelement, eine Fundamentplatte oder ein Fertigbauteil sein.

[0061] Ein erfindungsgemäßes Bauelement wird günstigerweise nicht nachbearbeitet, um eine erforderliche Oberflächenqualität zu erreichen. Jedoch ist es selbstverständlich möglich, je nach weiteren Anforderungen an das Bauelement dieses an seiner Außenseite weiter zu bearbeiten bzw. anzupassen, so dass es z. B. aufgeraut wird. Mithilfe dieser Aufrauung, die idealerweise eine Oberfläche des Bauelementes erhöht, ist z. B. die Verbindung mit einem weiteren Bauelement und/oder einem Baustoff beim Bau eines Gebäudes oder dergleichen möglich, wobei dadurch – wie angedeutet – eine größere Oberfläche für eine mögliche Verbindung geschaffen wird.

[0062] Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit dazugehörigen Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen, schematisch:

[0063] Fig. 1 ein generatives Fertigungsverfahren,

[0064] Fig. 2 eine schematische Schnittansicht eines generativ gefertigten Dachziegels,

[0065] Fig. 3 unterschiedliche Stützstrukturen innerhalb eines Dachziegels,

[0066] Fig. 4 unterschiedliche Oberflächenstrukturen eines Dachziegels, und

[0067] Fig. 5 ein weiteres generatives Fertigungsverfahren.

[0068] Fig. 1 zeigt schematisch ein generatives Fertigungsverfahren vom Entwurf an einem Computer 10 hin zu einer Grundsicht 2 eines Bauelementes 1.

[0069] Zur generativen Fertigung eines Bauelementes wird zunächst ein CAD-Modell an dem Computer 10 erzeugt. Dieser enthält die Geometriedaten eines zu erstellenden Bauelementes 1, wobei eine generative Fertigungsmaschine 20 auf Basis dieser Daten ein entsprechendes Bauelement 1 erzeugt.

[0070] Nach dem Erstellen der Geometriedaten werden diese an eine Steuerung 21 übertragen. An dieser ist über Kabel ein Laser 22 angeschlossen, der einen gebündelten Strahl 26 erzeugt, sowie ein Hubzylinder 23, der in der Höhe verstellbar ist. Auch ist die Steuerung 21 mit einer Umlenkvorrichtung 24 verbunden (Verbindung ist nicht dargestellt). Diese lenkt den vom Laser 22 erzeugten Laserstrahl 26 auf eine Platte 25 um, die am Ende des Hubzylinders 23 angeordnet ist.

[0071] Im hier beispielhaft dargestellten Verfahren handelt es sich um das sog. selektive Laserschmelzen. Bei diesem Verfahren wird ein Pulver (nicht dargestellt) in einer dünnen Schicht auf die Platte 25 aufgebracht. Der pulverförmige Werkstoff wird mittels der Strahlen des Laser 22 lokal geschmolzen und bildet nach dem Erstarren eine feste Materialschicht.

[0072] Hieraufhin wird die Platte 25 bzw. der Hubzylinder 23 um eine Schichtdicke gesenkt und erneut pulverförmiger Werkstoff aufgetragen. Dieser Ablauf wird solange wiederholt, bis alle Schichten des Bauelementes erstellt sind.

[0073] Vorteilhaft am selektiven Laserschmelzen ist die große Bauteildichte. Auf diese Weise können gute mechanische Eigenschaften des generativ produzierten Bauelementes gewährleistet werden.

[0074] In Fig. 2 ist eine Schnittansicht eines Bauelementes 1 in Ausgestaltung eines Dachziegels aus Kunststoff gezeigt, der im Folgenden als Beispiel für die generative Fertigung von Bauelementen dient und der nach dem oben beschriebenen Verfahren auch gebildet wird.

[0075] Bei dem Dachziegel wird eine Grund- und Deckschicht 2, 3 gefertigt, die die äußere Hülle bilden. Da der Dachziegel schichtweise aufgebaut wird, wird mit der Grundsicht 2 begonnen.

[0076] Fig. 2 zeigt ferner drei unterschiedliche Bereiche des dargestellten Dachziegels 1, die von der Grund- und Deckschicht gebildet werden. So weist der Ziegel 1 an einer Seite eine Nut 4 auf, die von der Deckschicht 3 gebildet wird, eine Feder 5, die einen Zapfen 5a umfasst und von der Grundsicht 2 gebildet wird, und eine Nase 6, die ebenfalls von der Grundsicht 2 gebildet wird.

[0077] Nut 4 und Feder 5 sind so ausgestaltet, dass sie eine Verbindung mit einer Nut und/oder einer Feder eines weiteren Dachziegels eingehen können. So gesehen bildet die Nut 4 eine Aufnahme und die Feder 5 ein Verbindungselement zum Einsetzen in diese Aufnahme. Die Nase 6 an der Unterseite des Dachziegels dient der Einhängung in eine Dachlatung.

[0078] Auf diese Weise können Bauelemente einfach und schnell miteinander verbunden werden, wobei eine Überlappung von Elementen durch die besondere Ausbildung von Nut und Feder z. B. eine für Wasser geschlossene Fläche bzw. eine Dachfläche ausgebildet.

[0079] Zur Vermeidung eines Kippens des Dachziegels 1 um die Nase 6 während der Fertigung ist es vorteilhaft, wenn zusätzlich Abstützstrukturen (nicht dargestellt) unterhalb der Grundsicht 2 während des Herstellprozesses erzeugt werden. Diese sind selbstverständlich nur in den freikragenden Bereichen des Bauelementes 1 notwendig, d. h. unterhalb der Feder 5 und unterhalb der Nut 4. Jedoch kann es auch günstig sein, den Bereich zwischen Feder 5 und Nase 6 mit einer oder mehreren Abstützstrukturen zu versehen.

[0080] Hinsichtlich der Abstützstrukturen ist es von Vorteil, wenn diese leicht vom fertigen Bauteil entfernt werden können, beispielsweise durch Abbrechen an einer Sollbruchstelle.

[0081] Wie Fig. 2 auch zeigt, sind die Flächen, die von Grund- und Deckschicht gebildet werden, geschlossen. Auf diese Weise wird ein wasserdichtes und schmutzabweisendes Bauelement geschaffen. Auch kann somit eine Lagerung im Freien gewährleistet werden, was bei Baumassnahmen üblich ist.

[0082] Das Innere eines erfindungsgemäßen Bauelementes **1** kann auf verschiedenen Arten ausgeführt werden.

[0083] So zeigt **Fig. 2** eine erste Ausführungsform mit einer Stützstruktur **8** innerhalb des Bauelementes **1**. Diese ist ähnlich einem Fachwerk aufgebaut und leitet beispielsweise Kräfte zwischen Nase **6** und Feder **5** von der Deckschicht **3** hin zur Grundsicht **2**. Vereinfacht ausgedrückt, wirken mithilfe dieses Prinzips in den einzelnen Elementen nur Druck- und Zugkräfte. Somit kann eine hohe Tragfähigkeit gewährleistet werden.

[0084] Die konkrete Ausbildung der Stützstruktur als Fachwerk kann nach Entwurf des Bauelementes im Computer **10** berechnet werden, sodass diese Informationen in die Erstellung des Datensatzes für den schichtweisen Aufbau gleich einfließen können.

[0085] Das Fachwerk bzw. jedes einzelne Verbindungsstück kann sowohl als Stab als auch als Fläche ausgebildet sein. Hierbei ist ein stabweiser Aufbau günstig, um Gewicht zu reduzieren und Material zu sparen. Hingegen erhöht ein flächenweiser Aufbau die aufnehmbaren Kräfte.

[0086] Im Zusammenhang mit **Fig. 2** ist unter einem flächenweisen Aufbau ein Versteifungselement zu verstehen, das sich in eine zur Zeichenebene aus **Fig. 1** senkrechte Ebene erstreckt.

[0087] Bei Ausgestaltung der Stützstruktur **8** aus mehreren Flächen können die Flächen auch Löcher bzw. Ausnehmungen aufweisen, die eine Verbindung zwischen zwei Räumen schaffen, die durch eine Fläche getrennt sind. Auf diese Weise können Füllstoffe, wie Glas- und/oder Kohlefaser und/oder Edelgas und/oder wärme-dämmende Materialien einfach an einer Stelle in das Bauelement bzw. in den Dachziegel eingefüllt werden. Somit kann gleichzeitig die Wärmedämmung, Festigkeit und/oder Schalldämmung gewährleistet werden.

[0088] In einer zweiten Ausführungsform werden in dem aus **Fig. 1** vorgestellten Verfahren massive Schichten aufgetragen. Somit entsteht ein massives Bauelement **1**, dargestellt in **Fig. 3a**, das durch eine Grund- und eine Deckschicht **2, 3** begrenzt wird und zwischen diesen mehrere Schichten **9** aufweist.

[0089] In **Fig. 3b** ist eine dritte Ausführungsform dargestellt, bei der zwischen Grund- und Deckschicht **2, 3** eine wabenförmige Struktur **11** erzeugt wurde bzw. angeordnet ist. Neben einer zusätzlichen Gewichtsersparnis durch die Hohlräume **12** in der Wabenstruktur wird die Wärmedämmung verbessert. Grund dafür ist Luft in den Hohlräumen, da diese eine geringe Wärmeleitfähigkeit von $0,0262 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ besitzt. Die wabenförmige Struktur gewährleistet trotz des ge-

ringem Materialaufwandes eine hohe Festigkeit und Steifigkeit des Dachziegels.

[0090] Optional können die Hohlräume mit Edelgas befüllt werden. Diese besitzen eine noch niedrigere Wärmeleitfähigkeit als Luft und die Wärmedämmung wird weiter gesteigert. Beispielsweise liegt die Wärmeleitfähigkeit von Xenon bei $0,0055 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ und ist damit deutlich geringer als die von Luft.

[0091] Weiterhin können ebenfalls optional spezifische Werkstoffe an Stelle von Gas in die Hohlräume **12** eingebracht werden. Dabei kann auch zumindest nur ein Teil der Hohlräume mit wärmedämmenden Werkstoffen befüllt sein. Dadurch kann trotz einer hohen Wärmedämmung die Festigkeit erhöht werden.

[0092] Gleiches gilt für das Ausführungsbeispiel aus **Fig. 3c**. Hier sind die Hohlräume **12** kreisrund ausgebildet. Selbstverständlich sind Hohlräume mit einer beliebigen Form, z. B. eckig, polygon usw. ebenfalls möglich, sowie eine Kombination verschiedener Formen innerhalb eines Bauelementes.

[0093] Auch ist z. B. eine andere räumliche Orientierung der Waben der wabenförmigen Struktur **11**, die in **Fig. 3b** gezeigt ist, möglich. So kann die wabenförmige Struktur **11** beispielsweise auch so orientiert sein, dass sich die Hohlräume **12** von der Deck- zur Grundsicht **2, 3** erstrecken.

[0094] Des Weiteren zeigen **Fig. 3** und **Fig. 4a, b** unterschiedliche Schallschutzstrukturen **13** auf ihrer Oberseite bzw. weist die Deckschicht **3** eine spezielle Form auf.

[0095] So zeigt **Fig. 3** bzw. die **Fig. 3a–Fig. 3c** beispielsweise eine Deckschicht in Ausbildung ähnlich einem Trapezblech. Auch ist es möglich, dass **Fig. 3** Pyramiden mit stumpfer Spitze aufweist, ähnlich einer Aufnahme für Eier einer Eierschachtel.

[0096] Hingegen ist in **Fig. 4a** die Deckschicht **3** als Wellblech geformt. Wie **Fig. 4b** zeigt, ist auch ein rinnen- oder pilzartiger Querschnitt möglich. Beide Formen sind geeignet, Schallreflexionen zu vermindern. Den Ausbildungen aus **Fig. 3** und **Fig. 4** ist gemeinsam, dass die Schallschutzstruktur **13** Vertiefungen **13a** und/oder Berge **13b** und Täler **13a** in abwechselnder Reihenfolge aufweist.

[0097] Bei Bildung des Bauelementes **1** bzw. eines Dachziegels aus einer wabenförmigen Struktur bietet es sich an, die Deckschicht aus Trapezblech zu formen, da sich diese Form, wie **Fig. 3b** zeigt, in Kombination mit der wabenförmigen Struktur **11** anbietet.

[0098] Die vorgestellten Formen sind lediglich Beispiele. Die Oberflächenform kann an die zu erwartenden Schallart angepasst werden, sodass die

herausgegriffenen Beispiele exemplarisch zu verstehen sind. Ferner ist es auch möglich, dass die Grundsicht die vorgestellten Oberflächenformen aufweist. Auch können die Grund- und Deckschicht zugleich die gleiche oder unterschiedliche Schallschutzstrukturen **13** auf bzw. in ihrer Oberfläche aufweisen. Ferner ist auch eine Kombination der vorgestellten Oberflächen auf einer Deck- oder Grundsicht möglich.

[0099] Fig. 5 zeigt schematisch ein weiteres generatives Fertigungsverfahren, den sog. 3D-Sanddruck. Dieses Verfahren umfasst, ähnlich wie in Fig. 1 dargestellt, einen Computer **10**, der Geometriedaten bzw. ein CAD-Modell nach dem Erzeugen bzw. Erstellen an eine Steuerung **21** überträgt.

[0100] Die dargestellte generative Fertigungsmaschine **20** umfasst neben der Steuerung **21** eine Platte **25**, eine Infrarotlampe **30** sowie einen Druckkopf **31**. Sowohl die Platte **25** als auch der Druckkopf **31** aber auch die Infrarotlampe **30** sind über Kabel mit der Steuerung **21** verbunden und können, angedeutet durch das xyz-Koordinatensystem in allen drei Raumrichtungen translatorisch verfahren werden.

[0101] Beim 3-D Sanddruck werden nacheinander nachfolgende Schritte durchgeführt. In einem ersten Schritt wird der Druckkopf **31** bzw. dessen Düsen **32** über der Platte **25** positioniert und verfahren, wobei Sand als pulverförmig vorliegendes Grundmaterial auf die Platte aufgebracht wird.

[0102] Hierbei weist der Druckkopf **31** vier unterschiedlich große und unterschiedlich befüllte Vorratsbehälter **31a**, **31b**, **31c** und **31d** auf. In den Behältern **31a** bis **31c** befinden sich unterschiedliche Sandarten, die mittels der Düsen **32** aus dem Druckkopf **31** gezielt auf die Oberfläche der Platte **25** aufgebracht werden.

[0103] Nach dem Aufbringen von Sand **33** bzw. einer Schicht mit Hilfe des Druckkopfes **31** wird in einem weiteren Schritt gezielt Bindemittel **33** in die aufgetragene Schicht eingebracht. Dabei wird die Kontur, vorbestimmt von dem CAD-Modell, nochmals mit dem Druckkopf abgefahren, allerdings ohne den Auftrag von Sand, sondern nur von Bindemittel **33**. Dies kann selbstverständlich auch direkt hintereinander geschehen, wobei beispielsweise zwei Druckköpfe, einer mit Sand und ein weiterer mit Bindemittel nacheinander dieselbe Kontur bzw. dieselbe Form der Schicht abfahren, wobei Zeit eingespart wird. Auch ist dieses Vorgehen mit einem einzigen Druckkopf möglich.

[0104] Im Vorratsbehälter **31d** befindet sich ein Bindemittel **33**, das in Kombination mit dem Sand und der Energie der Infrarotlampe **30** den Sand bzw. dessen Körner miteinander verfestigt. Selbstverständ-

lich ist es auch möglich, dass der Sand **34** aus den Vorratsbehältern **31a** bis **31c** bereits mit einem weiteren Mittel versehen/getränkt ist, so dass die Kombination aus diesem Mittel zusammen mit dem Bindemittel **33** ein Zweikomponentenklebemittel ergibt, das auch ohne Zuführung von externer Energie (wie durch die Infrarotlampe **30**) aushärten kann. Der Druckkopf **31** und die Platte **25** der Fertigungsmaschine **20** verfahren zum Auftragen von Sand **34** und Bindemittel **33** relativ zueinander, sodass ange deutete Konturlinien A, B, C auf der Oberfläche der Platte **25** aufbringbar sind.

[0105] Die Konturlinien A, B, C repräsentieren einen Teil einer Schicht eines schichtweise aufgebauten Bauelements. So zeigt beispielsweise die Konturlinie A eines zu erstellenden Bauelements, dass die Düsen **32** des Druckkopfes **31** Sand **34** in einer strichpunktierter Linie auftragen können, wobei die strikte Einhaltung der Abwechslung von Punkt und Strich nicht notwendig ist. So können, wie dargestellt, zwei Striche aufeinander folgen oder aber auch drei Punkte. Auch sind weitere beliebige Kombinationen möglich. Des Weiteren ist es denkbar, dass der Strich, der angedeuteten Konturlinie A Sand **34** des Vorratsbehälters **31a** aufweist, hingegen der Punkt eine zweite Sandart aus dem Vorratsbehälter **31b**. Generell ist es auch möglich, eine beliebige Reihenfolge von Sandarten aus den Vorratsbehältern **31a** bis **31c** in beliebiger Kombination und beliebiger Abfolge von Punkten und Strichen auf der Platte **25** aufzubringen.

[0106] Die zweite Konturlinie B ist eine gestrichelte Linie, bei der die Linienlänge der unterschiedlichen Striche zumindest im Übergangsbereich von der Geraden in die Krümmung variiert. Selbstverständlich kann eine Variation der Strichlinie, aber auch deren Breite, entlang der gesamten Konturlinie B durchgeführt werden.

[0107] Die Konturlinie C ist punktiert. Hier werden alternierend die drei Sandarten aus den Vorratsbehältern **31a**, **31b** und **31c** auf die Platte **25** aufgetragen. Anders ausgedrückt, werden aus den drei Behältern gleichzeitig drei Punkte erzeugt. Dies wiederholt sich so oft, bis die gesamte Kontur der Schicht des zu erzeugenden Bauelementes erstellt ist. Dabei wird der Druckkopf stets um die Breite der aufgetragenen Dreiergruppe verfahren, um den Anschluss einer weiteren Gruppe zu ermöglichen. Selbstverständlich können hier auch die Abmessungen des jeweiligen Punktes über die Sandmenge und den Druckkopf bestimmt werden.

[0108] Generell ist es auch möglich, eine beliebige Reihenfolge von Sandarten aus den Vorratsbehältern **31a** bis **31c** in beliebiger Kombination und beliebiger Abfolge von Punkten und Strichen auf der

Platte **25** aufzubringen. Auch sind deren Abmessungen beliebig veränderbar.

[0109] Nach dem Aufbringen des Bindemittels **33** wird die Kombination aus Bindemittel und Sand ausgehärtet. Dies geschieht vorzugsweise mittels der dargestellten Infrarotlampe **30**. Durch Auftragen eines Bindemittels sowie durch das Aushärten, ob mit oder ohne Infrarotlampe, werden die losen Sandkörner des auf die Platte **25** aufgebrachten Sandes miteinander verbunden. Aber nicht nur die Körner jedes einzelnen Punktes werden verbunden, sondern auch die Punkte und/oder Linien miteinander. Auf diese Weise entsteht eine geschlossene in sich verbunden Kontur, deren einzelnen Bestandteile, wie Linien und Punkte, miteinander und mit einer weiteren Schicht verbunden bzw. verbindbar sind.

[0110] Im Anschluss daran wird eine neue Schicht Sand aufgebracht und der vorbeschriebene Zyklus wird so oft wiederholt, bis sich die vollständige vom CAD-Modell vorgegebene Kontur des zu erstellenden Bauelements im Bauraum oberhalb der Platte **25** abbildet.

[0111] Grundsätzlich bleibt zu dem vorgestellten Ausführungsbeispiel festzuhalten, dass sowohl die Anzahl der Vorratsbehälter **31a**, **31b**, **31c** für Sand **34** als auch die der Vorratsbehälter **31d** für Bindemittel **33** beliebig den Anforderungen angepasst werden können. Auch ist es möglich, die in **Fig. 5** dargestellte Anordnung und Reihenfolge der Vorratsbehälter **31a** bis **31d** abzuändern. Dies trifft selbstverständlich auch auf die Größen der jeweiligen Vorratsbehälter zu.

[0112] Wie auch schon in der vorgehenden Beschreibung angedeutet, ist die Anzahl sowie die Variation von Punkten und Strichen aber auch deren Abfolge sowie Breite und Länge vorzugsweise beliebig veränderbar und kann somit immer auf die optimalen Bedürfnisse für die jeweilige Schicht angepasst werden.

[0113] Alle vorgestellten Bauelemente können aus diversen Materialien gefertigt werden. Kunststoff besitzt beispielsweise ein geringeres spezifisches Gewicht als herkömmliches Dachziegelmaterial, wodurch ein Dachziegel mit einer großen Gewichtseinsparung geschaffen wird.

[0114] Optional kann der Dachziegel durch Glas- oder Kohlefasern verstärkt werden. Während der schichtweisen Herstellung des Dachziegels werden die Fasern eingearbeitet, so dass diese nach der Fertigstellung fest integriert sind. Dabei werden die Fasern zunächst auf dem bis zu diesem Zeitpunkt hergestellten Teil des Dachziegels platziert und anschließend um die Fasern herum der restliche Teil des Dachziegels gefertigt. Durch die zusätzlichen Fa-

sern wird die Stabilität und Festigkeit des Dachziegels erhöht.

[0115] Die Merkmale der einzelnen Ausführungsformen können beliebig kombiniert werden. So kann der Körper abschnittsweise massiv und abschnittsweise wabenförmig im Inneren sein. Ebenso können die optionalen Weiterbildungen in beliebiger Häufigkeit und Größe kombiniert werden.

[0116] Alternativ kann der Dachziegel auch generativ aus Metall hergestellt werden.

[0117] Ein Dachziegel bzw. Bauelement nach den oben beschriebenen Ausführungsformen integriert in die herkömmliche Funktion des Wetterschutzes unter anderem die Wärme- und Schalldämmung. Dies hat zur Folge, dass die herkömmliche Dämmschicht reduziert oder sogar komplett weggelassen werden kann. Der zeitliche Aufwand für die Montage der Dämmschicht verringert sich dadurch, bzw. fällt weg und der Innenraum vergrößert sich.

[0118] Durch den Wegfall bzw. die Reduzierung der herkömmlichen Dämmschicht wird die Dachbelastung verringert. Da der erfindungsgemäße Dachziegel deutlich leichter als ein herkömmlicher Dachziegel mit einer Wärmedämmung zwischen den Dachspaaren und der Schallisolierung ist und dabei eine gleichwertige Stabilität bietet, wird die Traglast der Dachkonstruktion gesteigert.

[0119] Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelementes und ein Bauelement betrifft, welches in einer bevorzugten Ausführungsform ein Dachziegel ist. Das erfindungsgemäße Bauelement wird durch ein generatives Schichtbauverfahren hergestellt und weist bevorzugt Kunststoff und/oder Metall auf. Ferner weist es eine Grundschicht auf, auf der schichtweise Material aufgetragen wird, so dass das Bauelement innen entweder massiv, wabenförmig oder mindestens einen Hohlraum aufweist. Abschließend wird eine Deckschicht darüber aufgetragen. In das Bauelement können verstärkende Fasern, bevorzugt aus Glas- und/oder Kohlefaser eingebracht werden oder zumindest einige Hohlräume mit Gas befüllt werden. Zur Verbesserung der Wärmedämmungseigenschaften sind wärmedämmende Materialien innerhalb des Bauelementes angeordnet.

Bezugszeichenliste

1	Bauelement
2	Grundschicht
3	Deckschicht
4	Nut
5	Feder
6	Nase

- 8** Stützstruktur
- 9** Schichten
- 10** Computer
- 11** wabenförmige Struktur
- 12** Hohlräume
- 13** Schallschutzstruktur
- 13a** Vertiefung/Tal
- 13b** Berg/Erhöhung
- 20** Fertigungsmaschine
- 21** Steuerung
- 22** Laser
- 23** Hubzylinder
- 24** Umlenkvorrichtung
- 25** Platte
- 26** Strahl
- 30** Infrarotlampe
- 31** Druckkopf
- 31a** erster Vorratsbehälter/erste Sandart
- 31b** zweiter Vorratsbehälter/zweite Sandart
- 31c** dritter Vorratsbehälter/dritte Sandart
- 31d** vierter Vorratsbehälter/Bindemittel
- 32** Druckkopfdüsen
- 33** Bindemittel
- 34** Sand
- A** erste Variante des Aufbringens einer Kontur
- B** zweite Variante des Aufbringens einer Kontur
- C** dritte Variante des Aufbringens einer Kontur

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102005045392 A1 [0009]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauelementes für Gebäude, insbesondere eines Dachziegels, wobei das Bauelement eine Grund- (2) und eine Deckschicht (3) aufweist, gekennzeichnet durch eine Herstellung in einem generativen Schichtbauverfahren.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zumindest eine Oberfläche des Bauelementes mit einer Schallschutzstruktur (13) gebildet wird, die eine Schallausbreitung vermindert.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Schallschutzstruktur mit Vertiefungen und/oder Bergen (13b) und Tälern (13a) in abwechselnder Reihenfolge erzeugt wird.

4. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei zwischen der Grund- (2) und der Deckschicht (3) wenigstens eine Stützstruktur (8) erzeugt wird, die Kräfte von einer Schicht auf die andere weiterleitet.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die wenigstens eine Stützstruktur (8) als wabenförmige Struktur (11), massiv und/oder mit mindestens einem Hohlraum (12) gebildet wird.

6. Bauelement, insbesondere Dachziegel, für Gebäude, wobei das Bauelement eine Grund- (2) und eine Deckschicht (3) aufweist, insbesondere hergestellt nach einem Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bauelement (1) einzeln aufeinander angeordnete und verbundene Schichten aufweist.

7. Bauelement nach Anspruch 6, wobei das Bauelement (1) zumindest eine Oberfläche mit einer Schallschutzstruktur (13) aufweist, die eine Schallausbreitung vermindert.

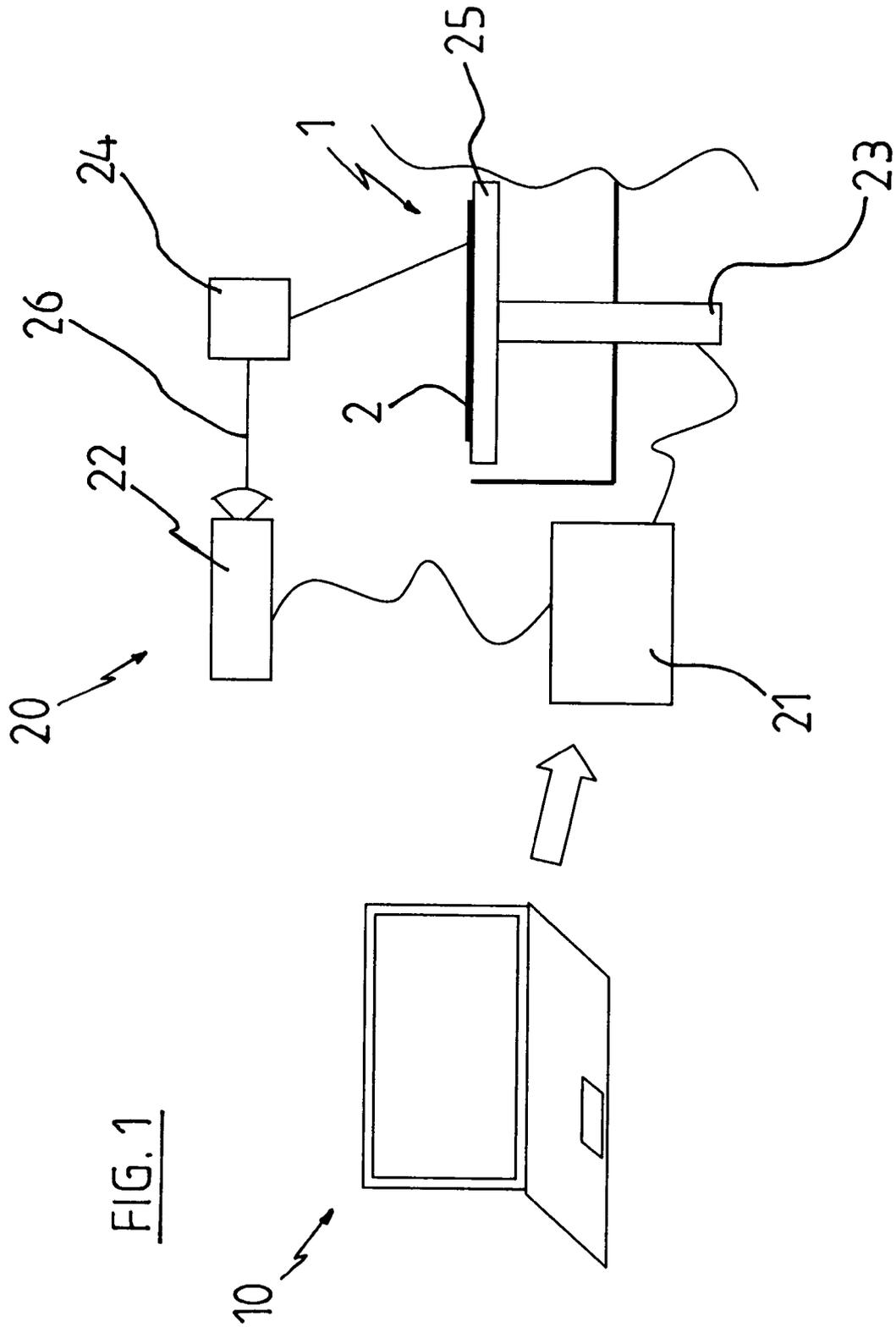
8. Bauelement nach Anspruch 7, wobei die Schallschutzstruktur (13) Vertiefungen und/oder Berge (13b) und Täler (13a) in abwechselnder Reihenfolge aufweist.

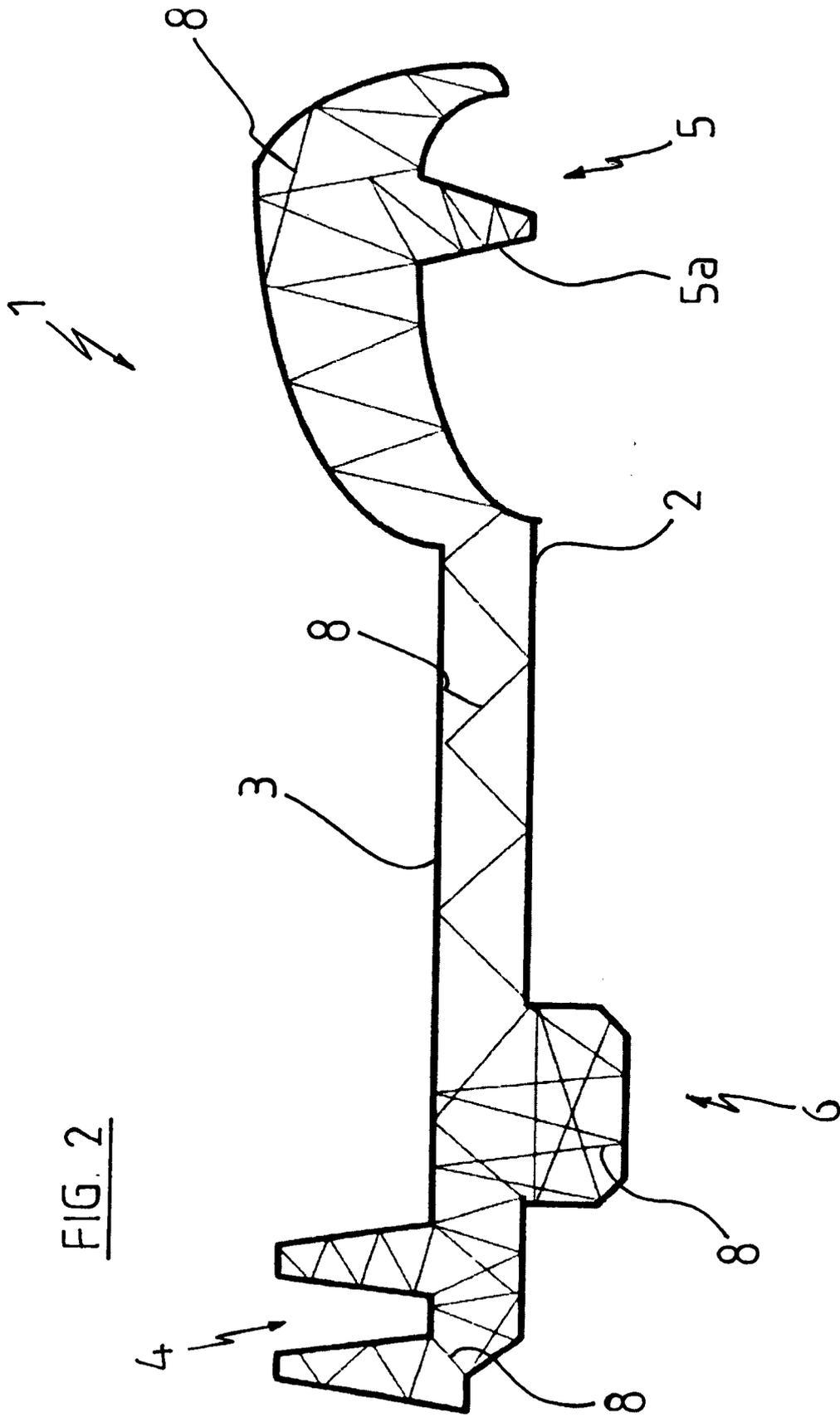
9. Bauelement nach zumindest einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei das Bauelement (1) zwischen der Grund- und Deckschicht (2, 3) wenigstens eine Stützstruktur (8) aufweist, die Kräfte von einer Schicht auf die andere weiterleitet.

10. Bauelement nach Anspruch 9, wobei die wenigstens eine Stützstruktur (8) des Bauelementes (1) eine wabenförmige Struktur (11), eine massive Struktur und/oder eine Struktur mit mindestens einem Hohlraum (12) aufweist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





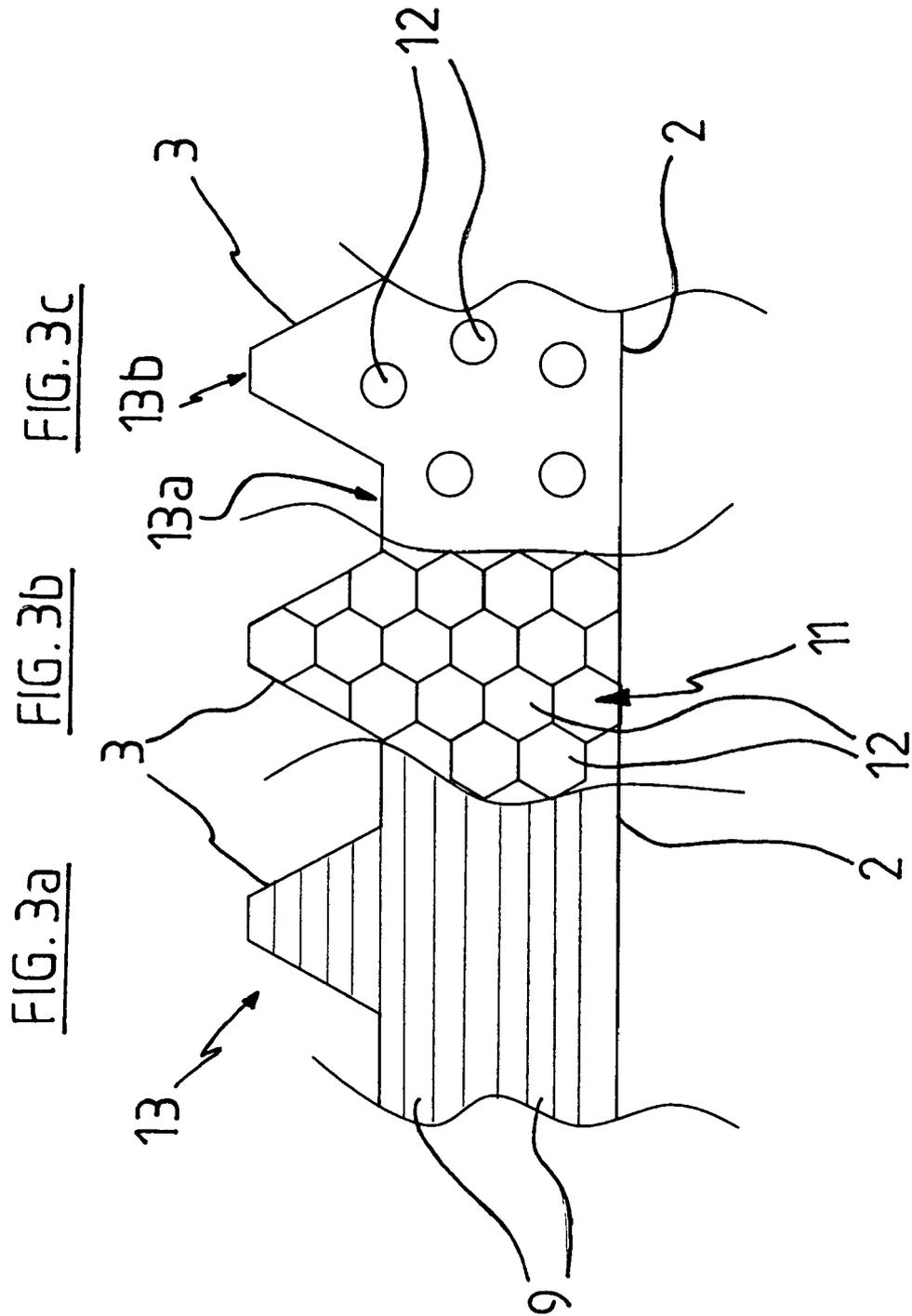


FIG. 4a

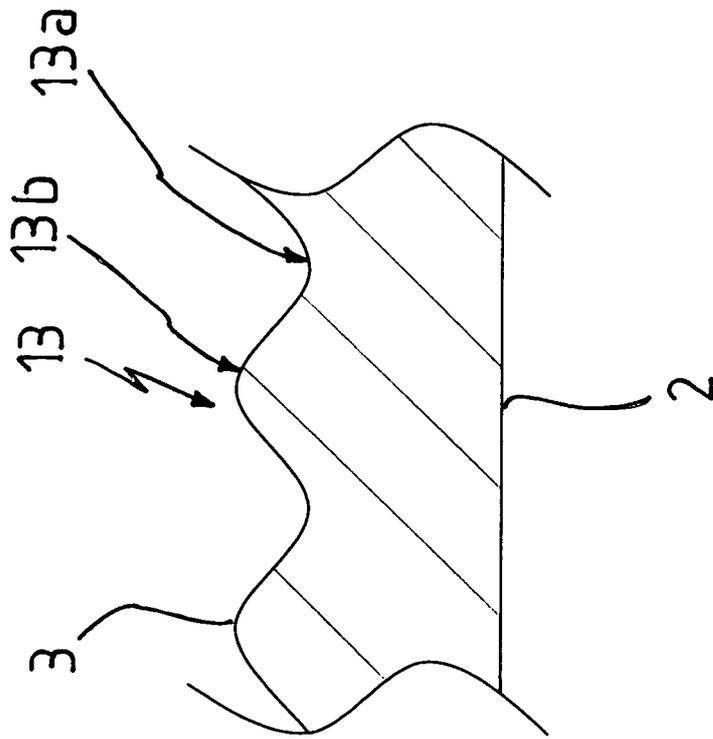


FIG. 4b

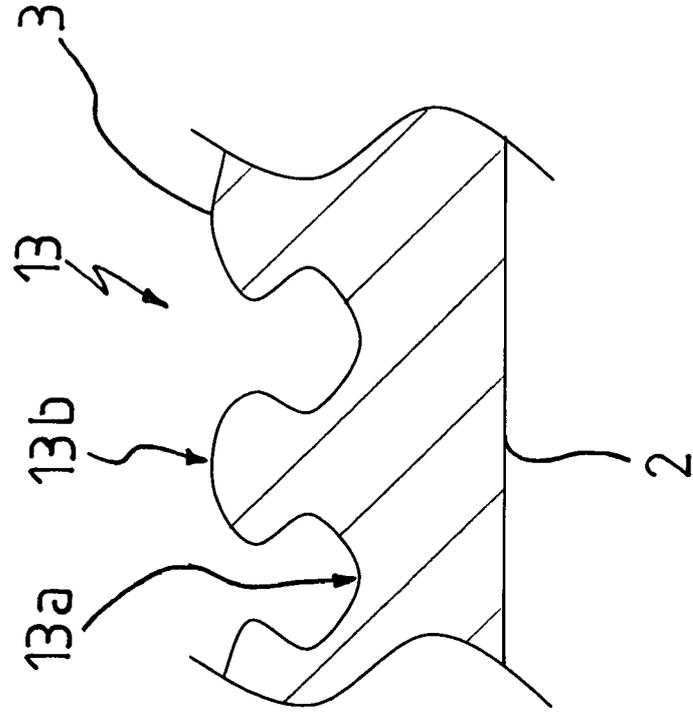


FIG. 5

