

(12)

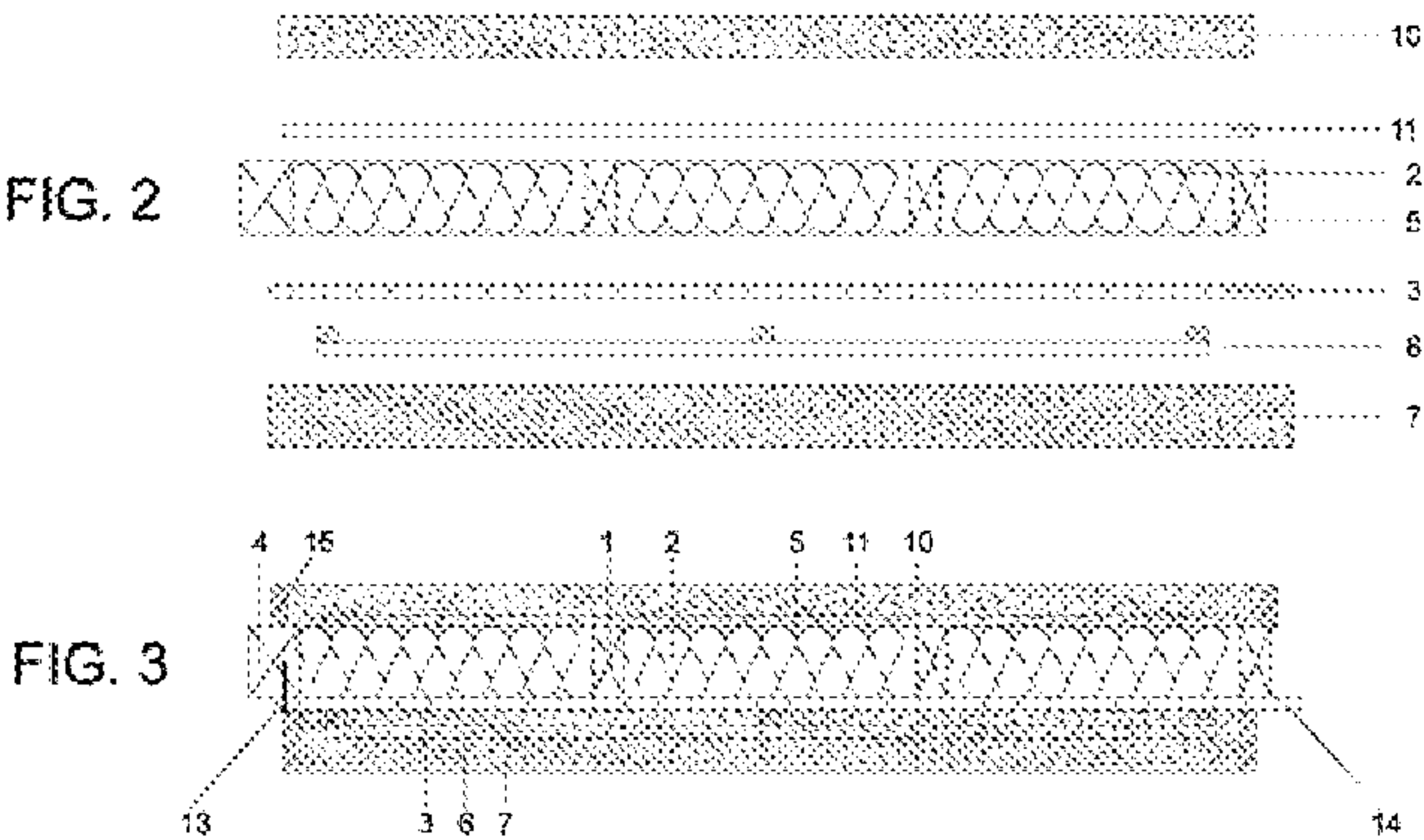
Patentschrift

(21)	Anmeldenummer:	A 60095/2017	(51)	Int. Cl.:	E04B 2/04	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	23.09.2017			E04B 1/90	(2006.01)
(45)	Veröffentlicht am:	15.06.2021			E04B 1/10	(2006.01)
					E04C 2/12	(2006.01)

(56)	Entgegenhaltungen: EP 1826330 A2 DE 202006000935 U1 DE 19523131 A1 DE 20216634 U1 DE 10042048 A1	(73)	Patentinhaber: Breuss Andreas Mag. MSc. 1150 Wien (AT)
		(72)	Erfinder: Breuss Andreas Mag. MSc. 1150 Wien (AT)

(54) **HOLZLEHMVERBUNDSYSTEM**

- (57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Holz/Lehm-Verbundsystems gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- (a) Herstellung einer an sich bekannten tragenden Holzriegelkonstruktion (1,2) bestehend aus Schwellen und Stehern
 - (b) Aufbringen einer rauen Diagonalschalung (3) auf einer Seite der Holzriegelkonstruktion (1,2), wobei die Diagonalschalung (3) aus Schalbrettern besteht und die Schalbretter mit Fugen im Abstand von ca 1 cm aufgebracht werden.
 - (c) Aufbringen einer an sich bekannten kreuzweisen Verlattung an der Diagonalschalung (3) in Form von kreuzweise aufgeschraubten Holzstaffeln (6),
 - (d) Einbringen einer Schwerlehmschicht (7) mit einem Raumgewicht von mindestens 1200 kg/m³, vorzugsweise im gerüttelten Zustand, in die geschalte Form und Glattstreichen des Schwerlehms,
 - (e) Trocknen der Schwerlehmschicht (7) in einer Trockenkammer,
 - (f) Wenden der Holzriegelkonstruktion (1,2)
 - (g) Einlegen der Wärmedämmung (5), vorzugsweise bestehend aus Holzfaserdämmstoffen, auf der offenen Seite der Holzkonstruktion (1,2)
 - (h) Montieren von hinterschnittenen Leisten (11) mit trapezförmiger Form auf die vertikalen Holzsteher der Holzriegelkonstruktion (1,2)
 - (i) Aufbringen einer Leichtlehmschicht (10), vorzugsweise im gerüttelten Zustand, mit einem Raumgewicht zwischen 450 kg/m³ und 600 kg/m³ direkt auf die Wärmedämmung (11),
 - (j) Trocknen des Bauteiles in einer Trockenkammer.



Beschreibung

HOLZLEHMVERBUNDSYSTEM

BAUSYSTEM FÜR EINE AUSSENWAND ALS HOLZLEHMVERBUNDKONSTRUKTION

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Holzlehmverbundsystem, das für den Bau von Gebäuden jeder Art als vorgefertigtes Wandsystem so eingesetzt werden kann, dass keine weiteren Komponenten erforderlich sind, und alle statischen und bauphysikalischen Anforderungen erfüllt werden. Eine tragende Holzständerkonstruktion mit dazwischen liegender Wärmedämmung übernimmt die statischen Funktionen, speziell ausgebildete Lehmschichten an der Innen- und Außenseite erfüllen die bauphysikalischen und raumklimatischen Anforderungen. Die einzelnen Schichten des Elementes werden als Verbundsystem miteinander kraftschlüssig verbunden und mit speziellen Trocknungsverfahren zu einem montagefertigen Verbundelement hergestellt. Die Lehmschichten werden so ausgebildet, dass diese alleine durch unterschiedliche Zusammensetzungen die erforderlichen bautechnischen Anforderungen erfüllen können, ohne dass zusätzliche Dicht- oder Dämmstoffe aufgebracht werden müssen. Die Anschlussstellen der Bauelemente werden durch vorgefertigte Lehmverschlusselemente mit der gleichen bauphysikalischen Qualität vor Ort geschlossen. Ziel der Erfindung ist einerseits ein Bausystem herzustellen, dass gänzlich ohne künstliche Baustoffe auskommt und möglichst einstofflich ist (Holz oder Lehm). Das vorliegende Holzlehmverbundsystem basiert auf dem bekannten Holzriegelbau, erzielt aber bessere und höhere Wärmespeicherkapazitäten. Es stellt somit ein Hybrid aus Leicht- und Massivbauweise dar. Wesentlich ist also, dass es sich nicht nur um ein neues Bauelement handelt, sondern um ein Bausystem, das zur Herstellung von Gebäuden alle nötigen Anforderungen besitzt.

BESCHREIBUNG

[0002] Holzriegelkonstruktionen sind Leichtbaukonstruktionen, die neben einer in der Konstruktionsebene liegenden Dämmung zusätzliche Schichten für die bauphysikalischen Anforderungen benötigen. Luftdichtigkeit wird mit Folien oder Holzwerkstoffplatten, Stöße mit Klebebändern, Schall- und Brandschutz wird mit Gipskartonplatten und die Winddichtigkeit mit Folien oder Holzwerkstoffplatten hergestellt. Ausführungsfehler oder Schäden an den dichten Ebenen verursachen nachhaltige Bauschäden. Die Wärmespeichereigenschaft dieser Systeme ist vergleichsweise schlecht.

[0003] Holzmassivkonstruktionen dagegen zeichnen sich dadurch aus, dass außen auf eine tragende massive Holzkonstruktion Wärmedämmungen aufgebracht werden, die mit speziellen Spachtelputzfassaden belegt werden können, oder winddichte Folien für hinterlüftete Fassaden benötigen. Innen müssen zusätzliche Installationsebenen aufgebracht werden. Der Vorteil gegenüber Leichtkonstruktionen ist allerdings eine deutlich höhere Speichermasse.

[0004] Nach heutigem Stand der Technik werden auch Ziegelwände immer mehr als wärme-, denn als speichertaugliche Außenwandkonstruktion hergestellt. Im besten Fall kann sogar auf eine zusätzliche thermische Außendämmung verzichtet werden. Nachteil ist, dass nur mehr der äußerste und innerste Steg eines Hochlochziegels einen Beitrag zur Wärmespeicherung darstellt der dadurch sehr gering ausfällt.

[0005] Das vorliegende Holzlehmverbundsystem kombiniert Holzleichtbau- und massive Baukonstruktionen zu einem neuen Hybrid, das die Vorzüge einer hohen Speichermasse mit der ressourcenschonenden Verwendung von Holz im Leichtbau vereinigen kann. In diesem neuen Bausystem werden die Schichten im herkömmlichen Holzleichtbau durch massive Lehmschichten ersetzt. Diese Lehmschichten werden aber so ausgeführt, dass sie in einstofflicher Art und Weise alle Funktionen übernehmen können. Aus AT 510797 A1 2012-06-15 ist ein Bauelement in Holzrahmenbauweise aus Holzstegträgern, Strohballen und Lehm bekannt, das außen und innen dünne Lehmputzschichten mit der gleichen Qualität direkt auf das Stroh aufbringt, die bauphysikalische Funktionen übernehmen sollen.

[0006] Die vorliegende Erfindung basiert darauf, dass die innere und äußere Lehmschicht unterschiedlich aufgebaut und zusammengesetzt sein müssen, denn das Ziel ist nicht nur die geforderten bauphysikalischen Anforderungen zu erfüllen, sondern auch eine neue Qualität im Wohnraum zu schaffen. Die Zusammensetzung der inneren Schicht ist so entwickelt, dass die Luftdichtigkeit ohne weitere Maßnahmen, wie Flachsvliese oder Putze gegeben ist. Um Ausführungsrisiken zu minimieren, wird die luftdichte Schicht so dimensioniert, dass Beschädigungen oder Eindringungen durch den Nutzer (Bilder aufhängen, Regale festmachen und ähnliches) keinen Einfluss haben. Weiters können in diese Schicht ohne Aufbringen einer zusätzlichen Installationsebene Leitungen und Dosen integriert werden. Auch ein nachträgliches Stemmen oder Schlitzen beeinträchtigt die luftdichte Schicht nicht. Die Zusammensetzung der inneren Lehmschicht ist mit einem sehr hohen Raumgewicht gewählt, und bietet dadurch eine hohe Wärmespeicherkapazität. Es ist allgemein bekannt, dass Lehm Feuchtigkeit aufnehmen, speichern und abgeben kann. Eine dicke Lehmschicht bildet einen Langzeitspeicher, der über einen längeren Zeitraum beobachtet, mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann.

FUNKTION DES HOLZLEHMVERBUNDSYSTEMS

[0007] Das Holzlehmverbundsystem soll alle Funktionen, die für die Erstellung eines Gebäudes nötig sind, erfüllen. Neben den Bauelementen selbst beinhaltet das auch die Lehmverschlusselemente, die alle bautechnischen Anschlüsse bei Boden, Wand und Decke gewährleisten (Fig. 1)

[0008] Statik: Das Holzlehmverbundsystem kann je nach statischen Anforderungen seine Dimension und Zusammensetzung anpassen, und steht dadurch für alle Anwendungen, die auch durch eine Holzrahmenkonstruktion erfüllt werden können, zur Verfügung. Das beinhaltet neben Gebäuden mit Flachbauweise auch den mehrgeschossigen Bau.

[0009] (Fig. 2) Die innen liegende Holzstruktur besteht - wie beim Holzrahmenbau bekannt - aus Holzstehern (1), die auf oder zwischen Fuß- und Kopfschwellen (2) befestigt werden. Die Dimension der Holzkonstruktion hängt von statischen Anforderungen ab. Der Holzrahmenbau wird als statisches Grundgerüst deshalb gewählt, weil dieses System mit unbehandeltem Massivholz ausgeführt werden kann. Auf verleimte Konstruktionshölzer kann verzichtet werden. Ein wesentlicher Anspruch der Erfindung liegt ja darin, dass keine chemischen oder künstlichen Zusatzstoffe für dieses Bausystem nötig sind. Die Elemente der Holzriegelkonstruktion werden kraftschlüssig miteinander verschraubt (Fig. 3).

[0010] An der Innenseite werden sägeraue Schalbretter (3) diagonal angebracht, die die horizontale Aussteifung gewährleisten. Um an den Anschlussstellen zwischen den Elementen die kraftschlüssige Verbindung herzustellen, muss der jeweils äußere Holzsteher (4) der Holzriegelkonstruktion eine breitere Dimension aufweisen, damit er die Schalbretter benachbarter Elemente kraftschlüssig aufnehmen kann. Dazu ist es nötig, dass die Schalbretter an der Gegenseite mit dem schmalen Steher um das entsprechende Maß überstehen, und am breiten Steher um das gleiche Maß zurückspringen. Nur so ist eine durchgehende horizontale Aussteifung über das ganze Wandsystem des Gebäudes gewährleistet (Fig. 3).

[0011] Alternativ oder ergänzend - je nach statischen Erfordernissen - lässt das Holzlehmverbundsystem auch zu, dass die innere schwere Lehmschicht als Alternative zur Diagonalschalung zur horizontalen Aussteifung herangezogen werden kann. Wenn diese Lehmschicht (> 10 cm) als Schwerlehm auf einer aufgelösten Traglattung auf die Riegelwände aufgebracht wird, ergibt sich eine Fachwerksanalogie innerhalb der Fläche des Außenwandelements, welche die Eignung besitzt, Horizontallasten abzuleiten. Die inneren Druckkräfte werden durch den Schwerlehm und die Zugkräfte durch die Holzlattung übernommen.

[0012] Die statisch relevante Holzriegelwand lässt sich also anhand anerkannter Berechnungsmethoden aus dem Holzbau ermitteln, nur dass das Gewicht der inneren Schwerlehm- und der äußeren Leichtlehmschicht dazugeschlagen werden muss.

[0013] Bauphysikalisch wird der Anspruch der Wärmedämmung durch eine in der Ebene der Holzkonstruktion liegenden Holzfaserdämmung (5) erfüllt. Diese Dämmung weist eine höhere

Raumdichte auf als herkömmliche künstliche Dämmstoffe, wie etwa Mineralwolle. Die Qualität der Dämmeigenschaft des Gebäudes wird in dieser Schicht des Bauelements gesteuert - sie reicht von normgerechten Dämmstärken, über Niedrigenergie- bis zu Passivhausstandard.

[0014] Die innere Schwerlehmschicht wird im Falle der Diagonalschalung zwischen und auf kreuzweise versetzte und sägeraue Holzleisten (6) mit einer Dimension von ca. 3 x 5 cm aufgebracht. Durch die kreuzweise Lattung entstehen Hohlräume zwischen sägerauer Schalung und Lattung. Die Verzahnung des Lehms ergibt sich unter anderem auch durch die sägeraue Eigenschaft der Lattung und der Schalung. Die kreuzweise Verlattung verhindert das Abrutschen des Schwerlehms. Der Schwerlehm besteht aus einer mindestens 10 cm dicken Schicht, und einem Raumgewicht von mindestens 1200 kg/m³. Die Zusammensetzung des Schwerlehms - im folgenden Lehm1200 genannt (7) - sieht neben Lehm, Sand, Kies und Wasser, Holzspäne als Abmagierungs- bzw. Armierungszusatz vor.

[0015] Das Raumgewicht von 1200 kg/m³ wird folgendermaßen begründet:

1. Die Wärmespeicherzahl (S) bei Lehm1200 und Nadelholz ist gleich, und kann durch Zuschläge von Holz sogar noch verbessert werden.
2. Die Luftdichtheit ist bei Lehm1200 auf alle Fälle gewährleistet. Ab 900 kg/m³ gilt laut Lehmbauregeln [vgl. DACHVERBAND Lehm] ohne Nachweis die Luft- oder Winddichtheit als gesichert.
3. Bis 1200 kg/m³ hat Lehm einen Dampfdiffusionswiderstand von $\mu = 3$ bis 5. Ab 1400 kg/m³ steigt dieser Wert auf $\mu = 5$ bis 10.
4. Bei einer Untersuchung der MFPA in Leipzig wurden Leichtlehme ab 1200 kg/m³ je nach Zuschlag als nicht brennbar eingestuft.
5. Lehm mit 10 cm Stärke und einem Raumgewicht von 1200 kg/m³ erreicht als solitäres Bauteil schon ein $R_w = 44$ dB [vgl. VOLHARD, 2013, S. 230]. Für die Fa Claytec wurde von RÖHLEN / ZIEGERT ein Aufbau mit einer Lehmschüttung mit 1200 kg und Lehm- bauplatten untersucht und geprüft. Eine Deckenfüllung mit 12 cm Stärke, einem Hohlraum von 8 cm und einer 2,5 cm starken Lehm- bauplatte erreicht ein $R_w > 54$ dB. Wenn man die Lehm- bauplatte weglässt, wird immer noch ein $R_w < 47$ dB erreicht [vgl. RÖHLEN, 2010, S. 256]. Ein positiver Einfluss von Lehm1200 auf den Schallschutz kann also angenommen werden.

[0016] Die Schichtdicke von mindestens 10 cm Stärke wird dadurch begründet, dass Lehm1200 mit dieser Schichtstärke eine optimale Wärmespeichermasse darstellt. Ab einer Schichtstärke von 12 cm verliert interessanterweise die Wärmespeicherkapazität an Wirkung und nimmt ab. Grund dürfte sein, dass auch die Holzfaserdämmstoffe eine gute Wärmespeicherkapazität haben, und diese abnimmt, je mehr der Abstand der Holzfaserdämmung von der inneren Lehmoberfläche zunimmt.

[0017] Die innere Schwerlehmschicht übernimmt folgende bauphysikalischen Funktionen: Brandschutz, Schallschutz, Luftdichtigkeit und Feuchtigkeitsregulierung im Raum. Die für die Anschlussstellen entwickelten Lehmverschlusselemente (8) weisen die gleichen bauphysikalischen Eigenschaften auf. Dabei werden vorgefertigte Lehmelemente mit einem Raumgewicht von 1200 kg/m³ in Lehmmörtel mit Flachsvlies (9) in die Fuge zwischen den Bauelementen eingedrückt. Eine Armierung an der dem Raum zugewandten Wandseite über die benachbarten Wandelemente hinweg ist nicht nötig. (Fig. 4)

[0018] Die äußere Leichtlehmschicht - im folgenden Lehm450 genannt (10) - wird direkt auf die Holzfaserdämmung aufgebracht. Hinterschnittene Holzleisten (11) - wie sie aus EP 2 284 327 A2 oder aus EP 1 826 330 A2 bekannt sind - werden auf die Holzriegelkonstruktion aufgebracht. Die Dimension beträgt mindestens 4 x 2 cm, wobei die Breitseite zur Holzriegelkonstruktion zeigt. Lehm450 (10) hat ein Raumgewicht zwischen 450 kg/m³ und 600 kg/m³ und ist mit Holzspänen abgemagert. Eine geringere Raumdichte ist erstens mit Holzspänen nicht zu erzielen, und könnte zweitens keinen Beitrag zur Winddichtigkeit liefern. Je höher die Raumdichte, desto besser ist die

Eigenschaft der Winddichtigkeit. Ein zusätzlicher Lehmverstrich kann auf die äußere Leichtlehm-schicht zur Verbesserung dieser Eigenschaft aufgebracht werden. Die äußere Schicht Lehm450 liefert in der Gesamtberechnung des Bauelements einen Beitrag zur Wärmedämmung. Lehm450 schützt durch für eine Wärmedämmung vergleichsweise hohes Raumgewicht die dahinter liegende Kerndämmung vor allzu rascher Überhitzung oder Auskühlung. Die für die Anschlussstellen entwickelten Verschlusselemente Lehm450 (11) zeigen die gleichen bauphysikalischen Eigenschaften. Vorgefertigte Lehmelemente mit einem Raumgewicht von $450 - 600 \text{ kg/m}^3$ werden in Lehmmörtel mit Flachsvlies eingedrückt. Eine Armierung an der äußersten Wandseite ist nicht nötig. (Fig. 4)

HERSTELLUNG DES HOLZLEHMVERBUNDSYSTEMS

[0019] Das Holzlehmverbundelement wird als ganzes Element vorgefertigt, und als fertiges Bauteil auf die Baustelle geliefert und dort versetzt.

[0020] Die Holzriegelkonstruktion besteht aus im Holzrahmenbau bekannten Schwellen (2) und Stehern (1), die, im Abstand abhängig von der Größe der Dämmplatten, mit den Schwellen verschraubt werden. Die Querschnitte werden durch die Anforderungen an Statik und Bauphysik bestimmt. Auf diese Konstruktion wird im liegenden Zustand eine raue Diagonalschalung (3) aufgebracht, wobei die Schalbretter mit Fugen im Abstand von circa einem cm aufgebracht werden, um den Trocknungsprozess der inneren Holzfaserdämmung nach Aufbringen der Lehmschichten zu fördern. Die Überlappung (13) der Schalung an den Elementstößen muss mindestens 3,5 cm betragen. Der Abstand der Nägel vom Rand des Pfostens muss mind. 1,5 cm und der Abstand von der Schalbrettkante mindestens 3 cm betragen. Da die Schalung diagonal verlegt wird, wird der Abstand nicht horizontal, sondern in einem Winkel von 45° gemessen. Die Fuge zwischen den Schalbrettern am Elementstoß beträgt 1 cm. Daraus ergibt sich - ungeachtet der statischen Tragfähigkeit - am Elementstoß ein Holzstehermaß (4) von mind. 10 cm Breite. Am anderen Ende des Elementes beträgt sinngemäß der Überstand der Schalung 3,5 cm (14) d.h. hier muss der Holzsteher - ungeachtet der statischen Tragfähigkeit - mindestens 6 cm breit sein. Für die Herstellung eines Bauelements müssen auf beiden Seiten der Holzriegelkonstruktion Schalelemente angebracht werden, deren Dimension der Dicke der Lehmschicht angeglichen ist. Diese Schalelemente dienen auch als Transportschutz (15), um die empfindlichen Lehmschichten beim Transport und beim Versetzen mit Hebwerkzeugen nicht zu beschädigen.

[0021] Auf die entsprechend kraftschlüssig aufgenagelte Schalbretterkonstruktion werden - wie dies auch aus EP 2 284 327 A2 bekannt ist - kreuzweise Holzstaffeln (6) aufgeschraubt und kraftschlüssig an den Holzstehern befestigt.

[0022] Diese Lattenkonstruktion wird mit einem Abstand von 5 cm bis zum Rand der Schalung ausgeführt. Zuerst werden die senkrechten Latten an den Stehern befestigt und dann um 90 Grad verdreht die horizontalen Latten in einem lichten Abstand von 10 cm mit den senkrechten Latten verbunden.

[0023] In die geschalte Form wird liegend der Schwerlehm (7) mit 1200 kg/m^3 Raumdichte eingebracht. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Lehm im gerüttelten Zustand - wie dies bei der Herstellung von Betonfertigteilen bekannt ist - eingebracht wird. Nur so ist eine Hinterfüllung unter die Holzleisten gewährleistet. Die Lehmmasse kann, muss aber nicht, extra verdichtet werden. Die Lehmmasse Lehm1200 wird abschließend mit der Schalung eben glatt gestrichen.

[0024] In liegendem Zustand werden die geschalten Elemente in eine Trockenkammer gefahren, die normalerweise zur Trocknung von Hölzern verwendet wird. Zur Heizung der Anlage werden Holzabfälle des jeweiligen Zimmereinbetriebes verwendet.

[0025] Bis zu einer Endtemperatur von 35° wird pro Stunde die Temperatur um 2° erhöht. Nach 120 Stunden in der Trockenkammer werden die Holzlehmverbundelemente herausgeholt und gewendet. Die mechanische Festigkeit reicht für den Wendevorgang aus, eine vollständige Trocknung des Lehms ist aber noch nicht gegeben. Auf der nun offenen Seite der innen liegenden

Holzkonstruktion werden ohne Lücken und Hohlstellen flexible Holzfaserdämmstoffe (5) eingebracht. Auf die vertikalen Holzsteher werden hinterschnittene Leisten (11) mit einer Dimension von 4x2 cm montiert. Durch die trapezförmige Form erhält die Leiste an der schmälere Breitseite eine Dimension von 3 cm. Die Leiste wird mit der schmälere Breitseite an den Stehern verschraubt, sodass diese hinterschnitten aufliegt. Zwischen Lehm und Holzfaserdämmung benötigt es keine weitere Schutzschicht. Die Feuchtigkeit des frisch eingebrachten Lehms kann von der Holzfaserdämmung weitertransportiert und von der inneren und äußeren Lehmschicht verarbeitet werden. Die Lehmmasse Lehm 450 (10) wird wieder gerüttelt eingebracht und ist an den hinterschnittenen Leisten (11) gegen Abrutschen und Abbröckeln gesichert. Mit der Kante der Schalung wird der Lehm glatt abgestrichen. Eine Verdichtung oder Stampfen des Lehms ist nicht nötig.

[0026] Der Bauteil wird wieder liegend - Lehm450 nach oben und Lehm1200 nach unten zeigend - in die Trockenkammer geführt, und in der gleichen Weise 120 Stunden bei maximal 35° getrocknet.

[0027] Während dieser zweiten Trocknungsphase härtet nicht nur die leichte Masse Lehm450 (10), sondern auch die dichte und schwere Masse Lehm1200 (7) nun komplett aus. Ebenso verschwindet allfällige Restfeuchtigkeit im Holz, dies ist durch Messungen der Bauteilfeuchte bestätigt worden.

[0028] Nach der Trocknungsphase werden die Elemente der Trockenkammer entnommen und stehend gelagert. Für einen regensicheren Transport können die fertigen Holzlehmverbundelemente gegebenenfalls mit einer Schutzfolie versehen werden. Zur Sicherheit können für den Transport noch Kunststoff- oder Metallumreifungsbänder angebracht werden.

[0029] Das Gewicht des gesamten Holzlehmverbundelementes ist so bemessen, dass ein herkömmlicher LKW mit einem herkömmlichen LKW Kran in der Lage ist, die Elemente zu transportieren und zu versetzen.

MONTAGE DES HOLZLEHMVERBUNDSYSTEMS (FIG. 5)

[0030] Die vorgefertigten Holzlehmverbundelemente werden auf ein vorbereitetes Fundament versetzt. Zuerst werden die Schalungen, die als Transportsicherung dienen, entfernt. Diese Schalungselemente können mehrfach wieder verwendet werden, und werden deshalb seitlich gelagert. Am Fundament (16) werden handelsübliche Zimmermannswinkel (zB BMF105) befestigt, um erstens die Lagegenauigkeit zu gewährleisten und zweitens die Holzlehmverbundelemente gegen Verrutschen zu sichern. Im nächsten Schritt werden sukzessive die Elemente aneinandergereiht und an den vertikalen Stößen in oben beschriebener Art und Weise miteinander kraftschlüssig verbunden. In die innen und außen entstehenden vertikalen Zwischenräume, die circa 10 - 12 cm Platz benötigen, um die statische Verbindung herstellen zu können, werden die sogenannten Lehmverschlusselemente eingefügt. Dazu wird zuerst ein Flachsvlies mit Lehmschlämme in die Aussparung gepresst, danach werden die vorgefertigten Lehmverschlusselemente in einen zähflüssigen Lehmmörtel eingedrückt. Der überschüssige Mörtel, der aus den Fugen gepresst wird, soll abgestrichen werden. Diese Maßnahme wird innen und außen gleichermaßen ausgeführt, wobei die Lehmverschlusselemente der Qualität der jeweiligen Schicht entsprechen müssen, d.h. innen jener von Lehm1200 und außen jener von Lehm450. Die vertikalen Stöße der Holzlehmverbundelemente sind somit innen luftdicht und außen winddicht ausgeführt.

[0031] Diese Abdichtung wird an allen relevanten Bauteilstößen in dieser Art und Weise ausgeführt.

[0032] Fig. 6 zeigt die vertikale Eckausbildung der Außenwände. An den Innenecken werden die Holzlehmverbundelemente stumpf in ein Lehmmörtelbett gestoßen. Die Abdichtung der Ecke erfolgt mit einem Flachsvlies in Lehmschlämme. An der äußeren Ecke wird ein vorgefertigtes Lehmverschlusselement (18) in ein Lehmmörtelbett gedrückt.

[0033] Fig. 7 zeigt die horizontalen Anschlüsse an den Geschossdecken zur Außenwand. Als Geschossdecken werden Holzdecken (19) eingebaut, die auf dem Holzlehmverbundelement aufliegen. Ein Flachsvlies in Lehmschlämme (9) wird anschließend über die Deckenkonstruktion um-

geschlagen. An der Außenseite der Geschossdecke befindet sich eine Überdämmung mit Holzfaser. Das Schließen der Außenwand erfolgt mit einem eigens vorgefertigten Lehmverschlusselement (20) in der schon beschriebenen Art und Weise.

[0034] Fig. 8 zeigt einen Flachdachanschluss mit einem darunterliegenden Fensterelement. Die Sturz- und Attikaelemente werden - wie bei den Holzlehmverbundelementen beschrieben - als eigene Elemente vorgefertigt, und mit dem Lehmverschlusselement (20) dicht abgeschlossen. Einzig bei der Attika entfällt die innere Lehmschicht Lehm1200.

[0035] Fig. 9 zeigt ein offenes gedämmtes Sparrendach. Der Dachaufbau erfolgt analog dem Holzlehmverbundelement, jedoch ohne das äußere Lehm450-Element, das durch einen klassischen, frei wählbaren Dachaufbau ersetzt wird. Die innere Schicht Lehm1200 dagegen bleibt durchgehend erhalten., und wird mit dem Lehmverschlusselement (21) mit der Außenwand luftdicht abgeschlossen.

ARCHITEKTONISCHE QUALITÄT DES HOLZLEHMVERBUNDSYSTEMS

[0036] Oberflächen können sowohl innen als auch außen frei gewählt werden. Das reicht von Putzfassaden bis zu hinterlüfteten Vorhangfassaden. Bei den Außenputzfassaden soll Kalk, und bei den Innenputzoberflächen kann sowohl Lehm als auch Kalk verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Holz/Lehm/Verbundsystems **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:
 - (a) Herstellung einer an sich bekannten tragenden Holzriegelkonstruktion (1,2) bestehend aus Schwellen und Stehern,
 - (b) Aufbringen einer rauen Diagonalschalung (3) auf einer Seite der Holzriegelkonstruktion (1,2), wobei die Diagonalschalung (3) aus Schalbrettern besteht und die Schalbretter mit Fugen im Abstand von ca 1 cm aufgebracht werden,
 - (c) Aufbringen einer an sich bekannten kreuzweisen Verlattung an der Diagonalschalung (3) in Form von kreuzweise aufgeschraubten Holzstaffeln (6),
 - (d) Einbringen einer Schwerlehmschicht (7) mit einem Raumgewicht von mindestens 1200 kg/m³, vorzugsweise im gerüttelten Zustand, in die geschalte Form und Glattstreichen des Schwerlehms,
 - (e) Trocknen der Schwerlehmschicht (7) in einer Trockenkammer,
 - (f) Wenden der Holzriegelkonstruktion (1,2)
 - (g) Einlegen der Wärmedämmung (5), vorzugsweise bestehend aus Holzfaserdämmstoffen, auf der offenen Seite der Holzkonstruktion (1,2)
 - (h) Montieren von hinterschnittenen Leisten (11) mit trapezförmiger Form auf die vertikalen Holzsteher der Holzriegelkonstruktion (1,2)
 - (i) Aufbringen einer Leichtlehmschicht (10), vorzugsweise im gerüttelten Zustand, mit einem Raumgewicht zwischen 450 kg/m³ und 600 kg/m³ direkt auf die Wärmedämmung (11),
 - (j) Trocknen des Bauteiles in einer Trockenkammer.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur in der Trockenkammer maximal 35° C und die Verweildauer in der Trockenkammer bis zu 120 Stunden beträgt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbundsystem an Stößen von zwei Verbundsystemen überlappend ausgebildet wird und dass für eine Verbindung von zwei benachbarten Verbundsystemen in den überlappenden Bereichen Verschlusselemente (8,12) eingesetzt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dicke der Schwerlehmschicht (7) mindestens 10 cm beträgt.

Hierzu 9 Blatt Zeichnungen

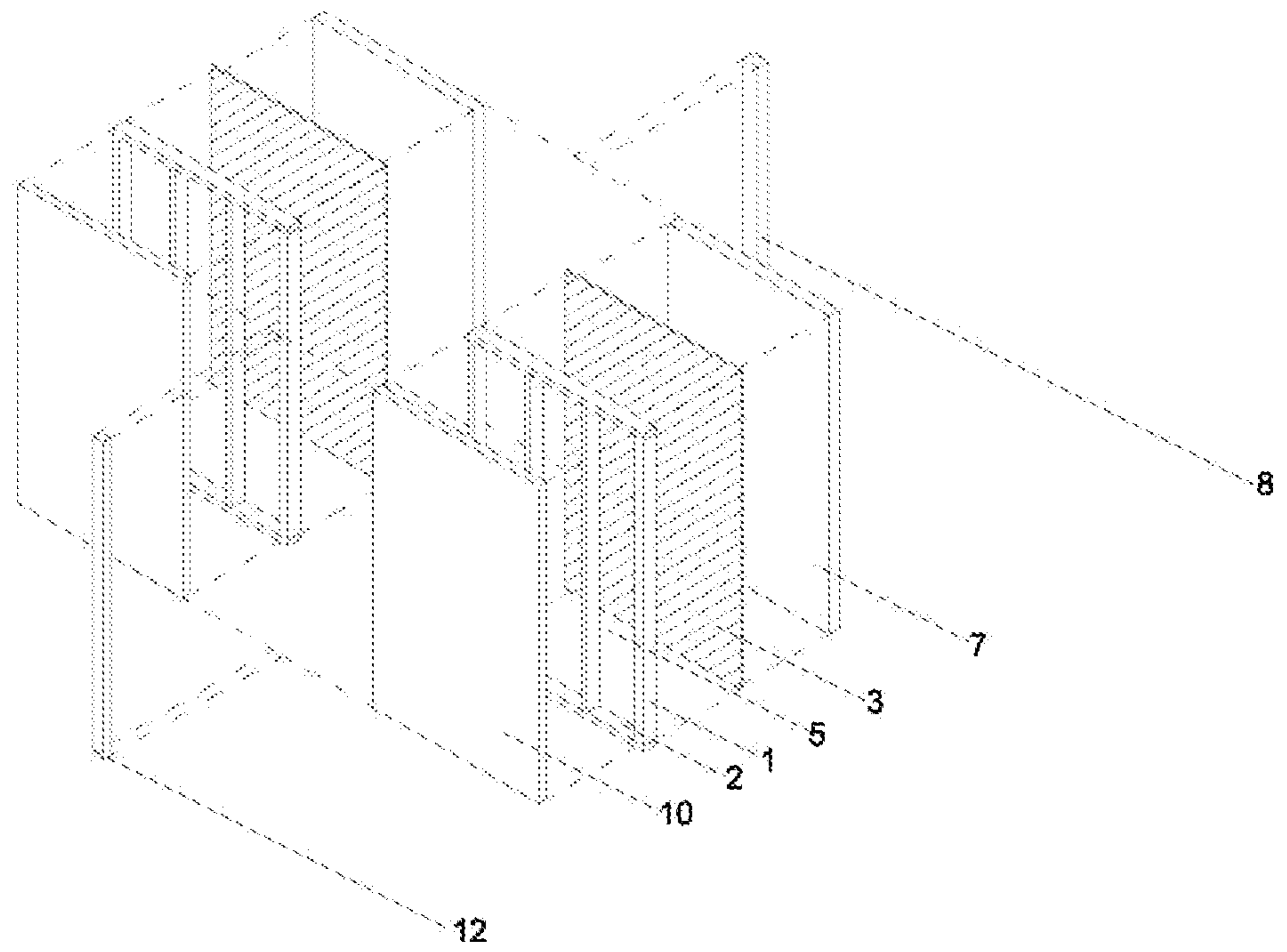
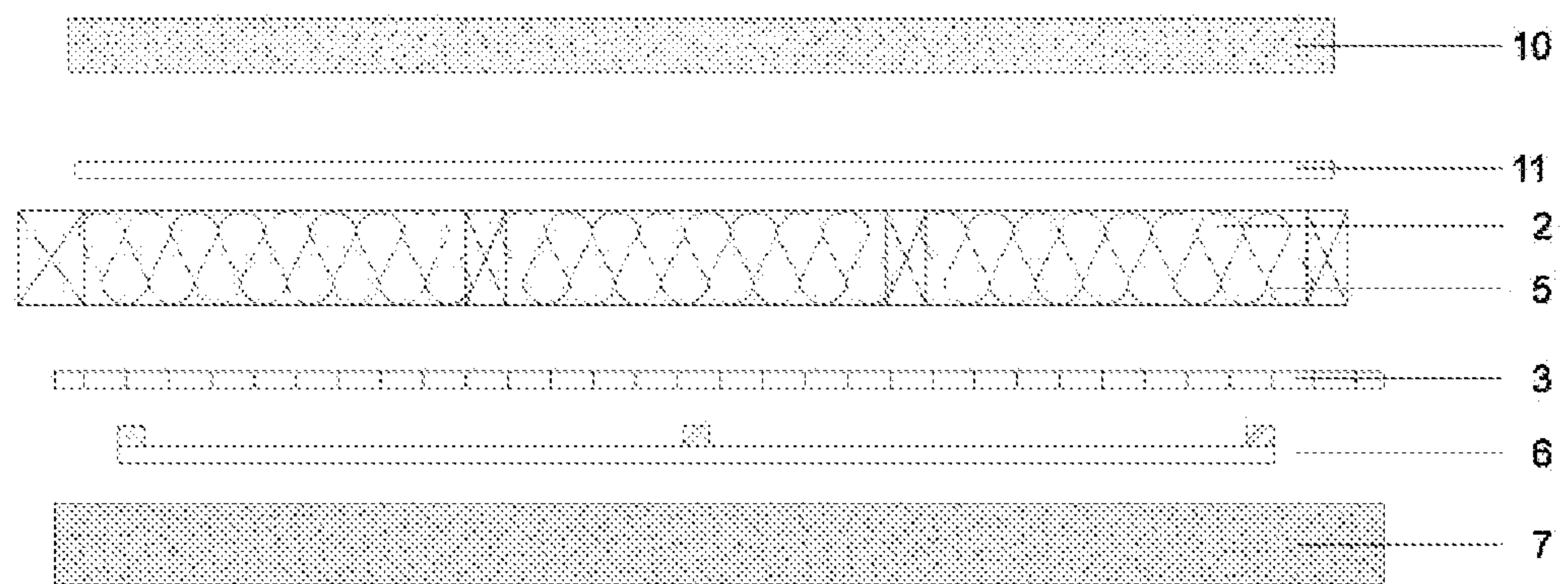
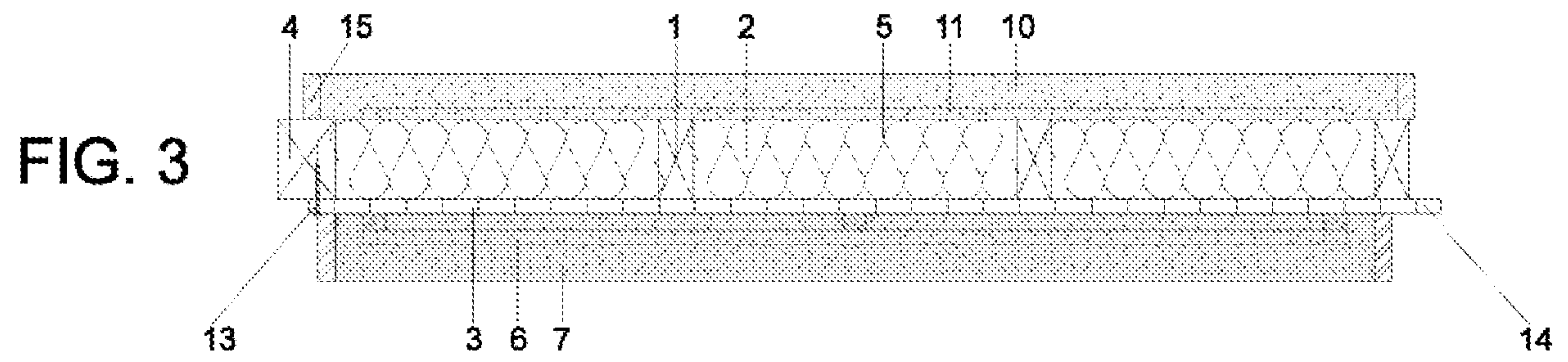


FIG. 1

FIG. 2





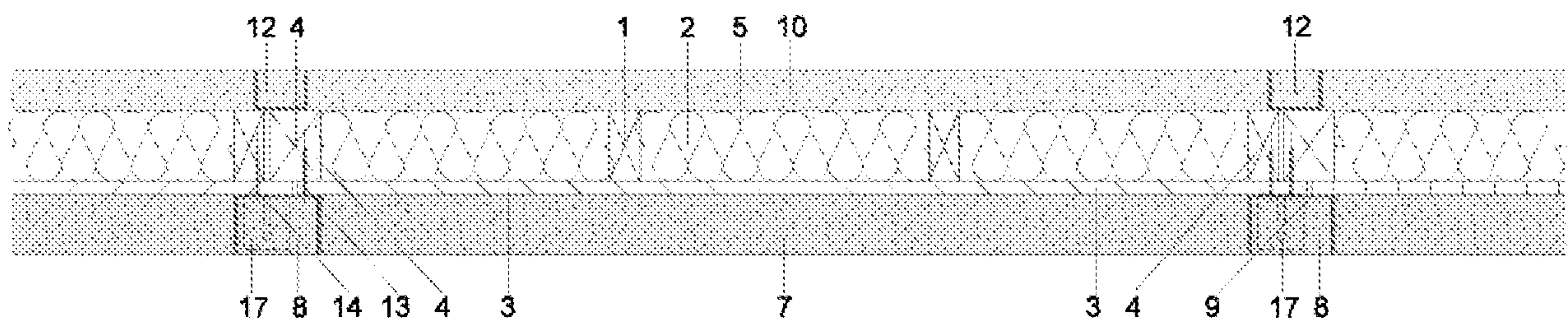


FIG. 4

FIG. 5.1

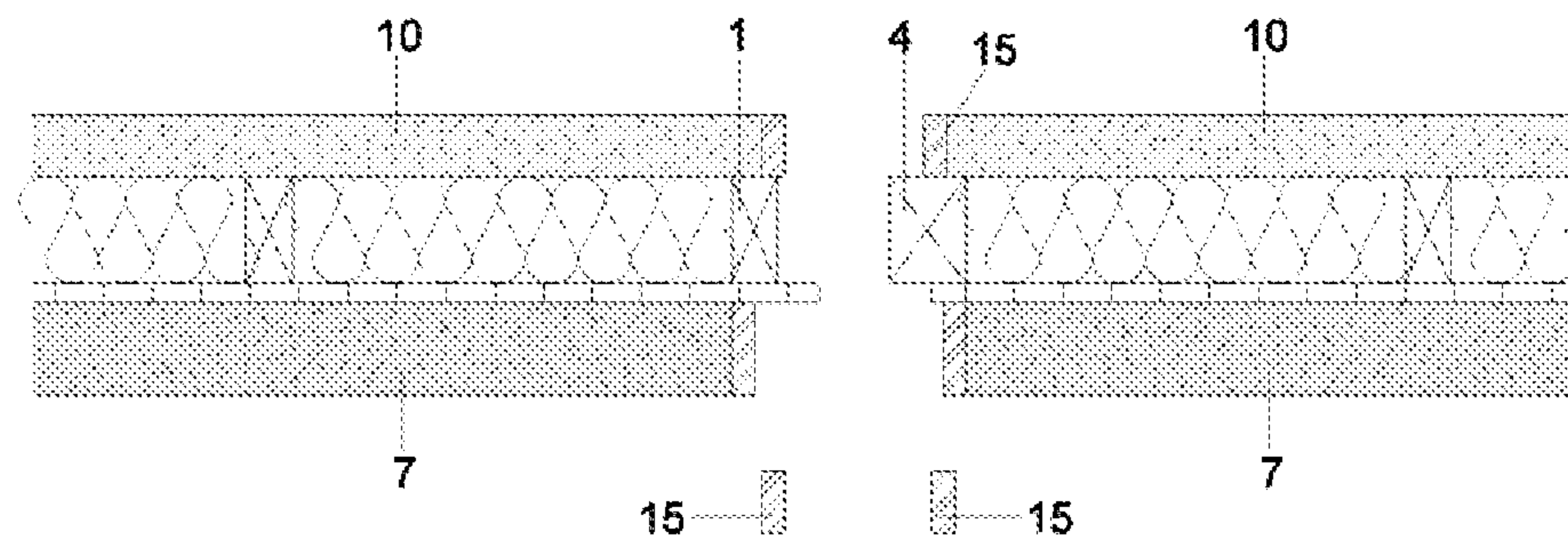


FIG. 5.2

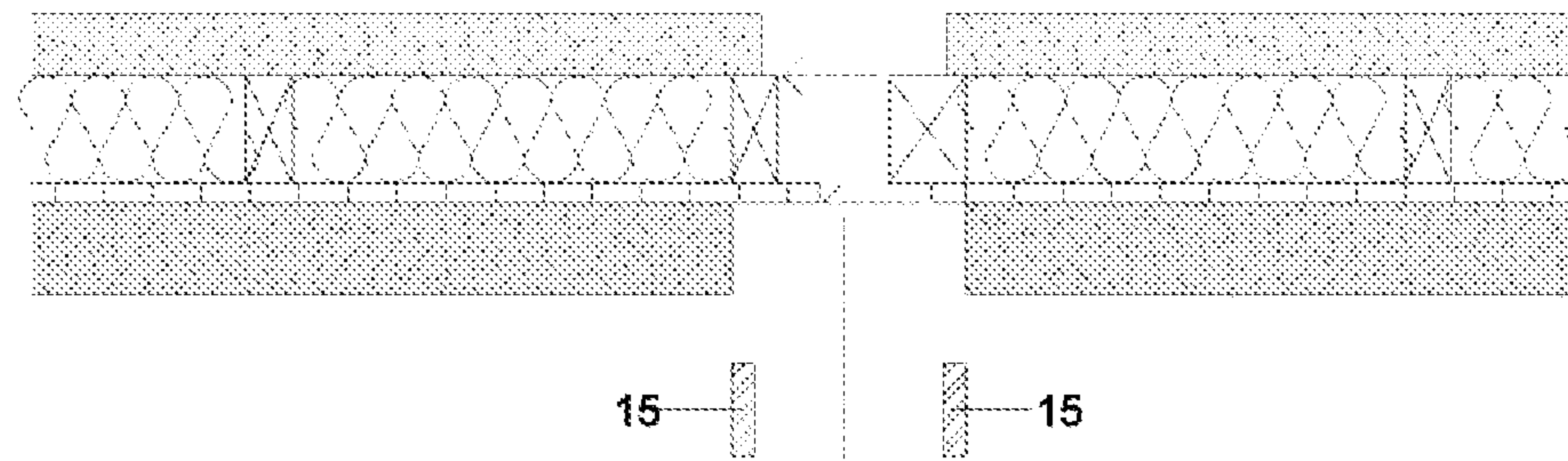


FIG. 5.3

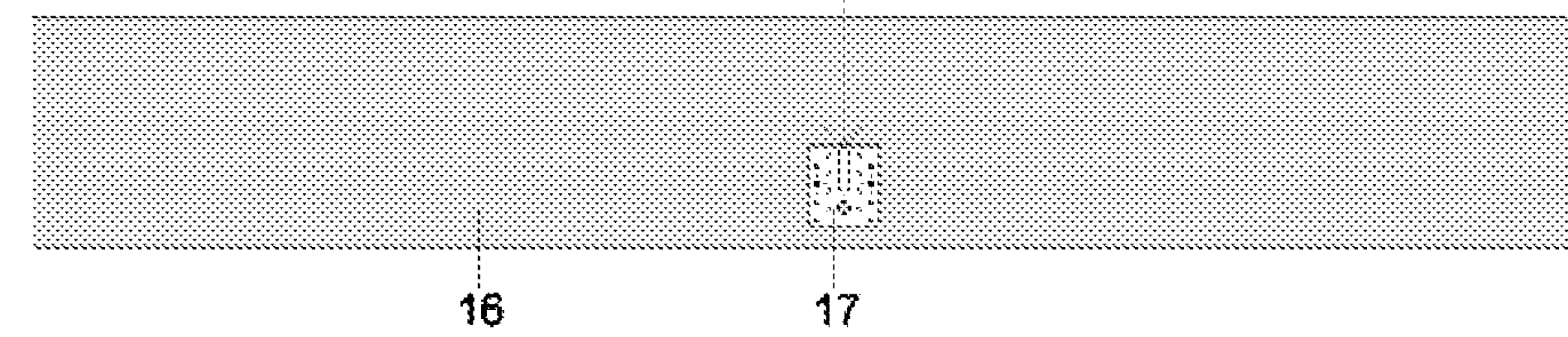


FIG. 5.4

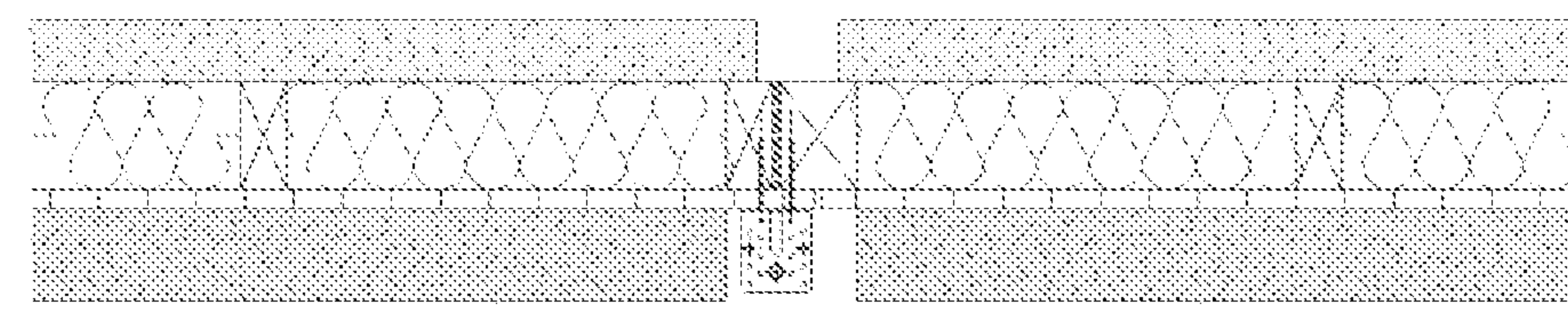


FIG. 5.5

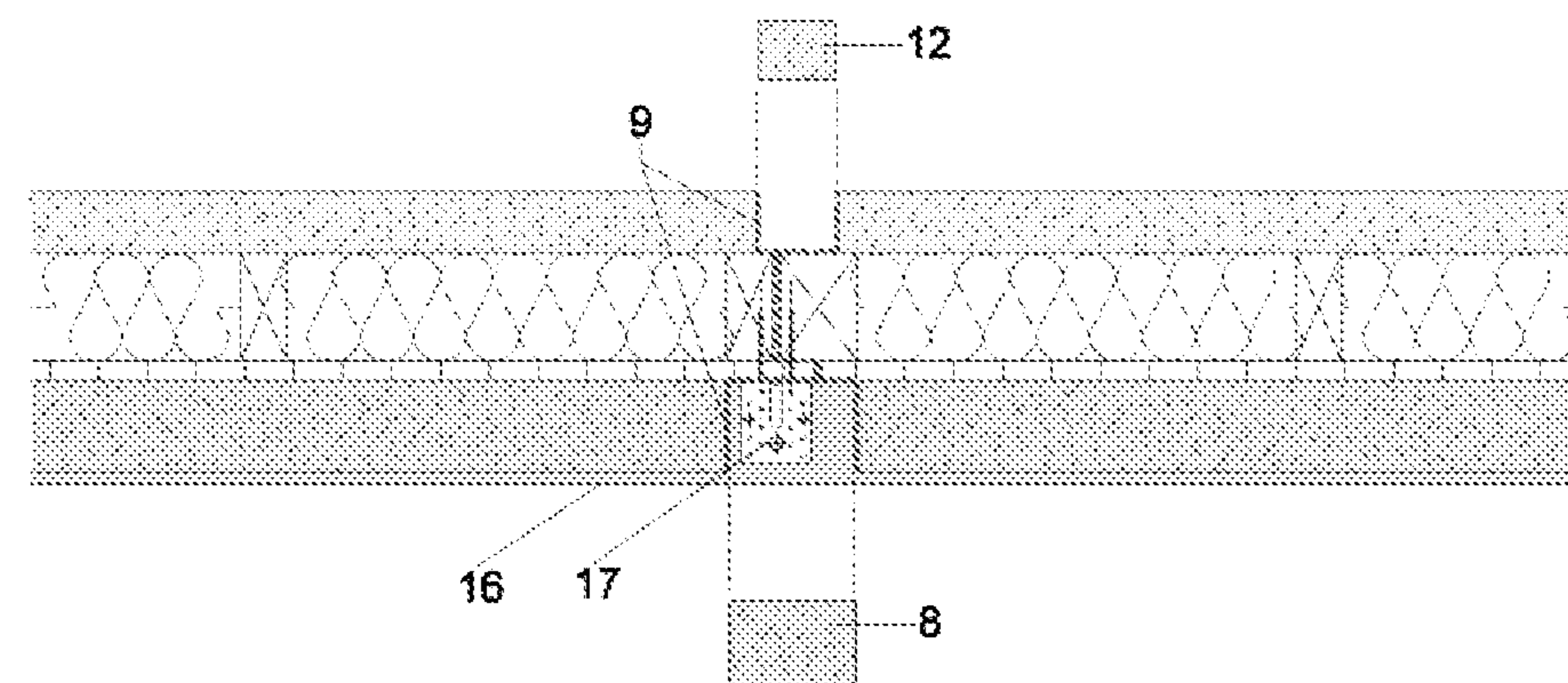
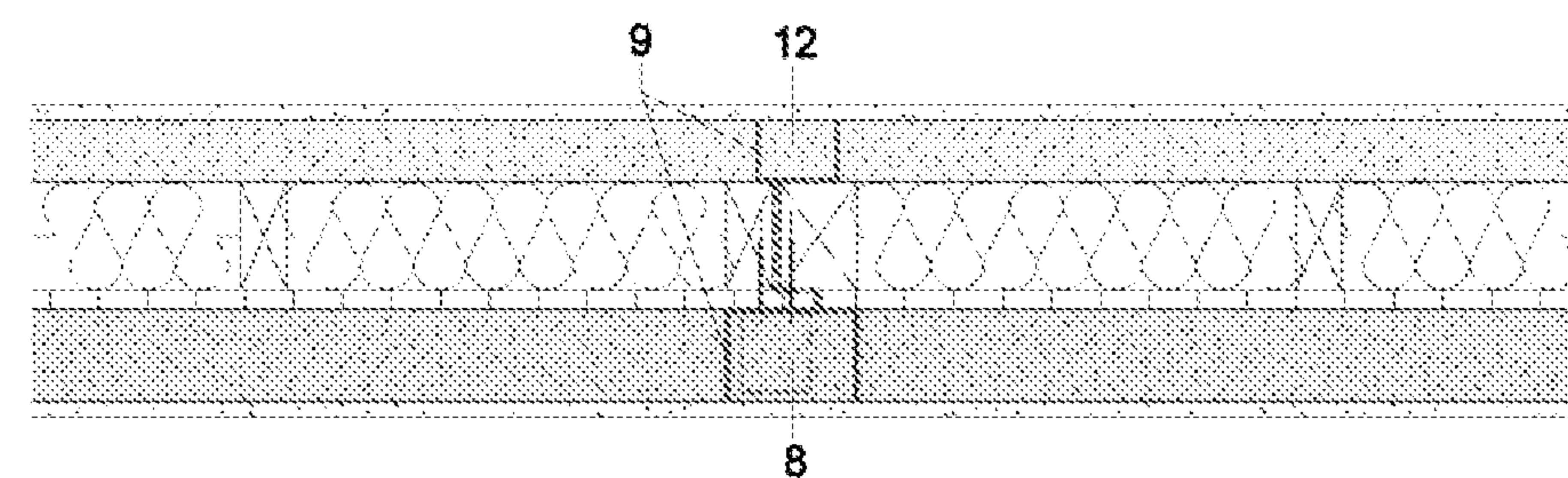


FIG. 5.6



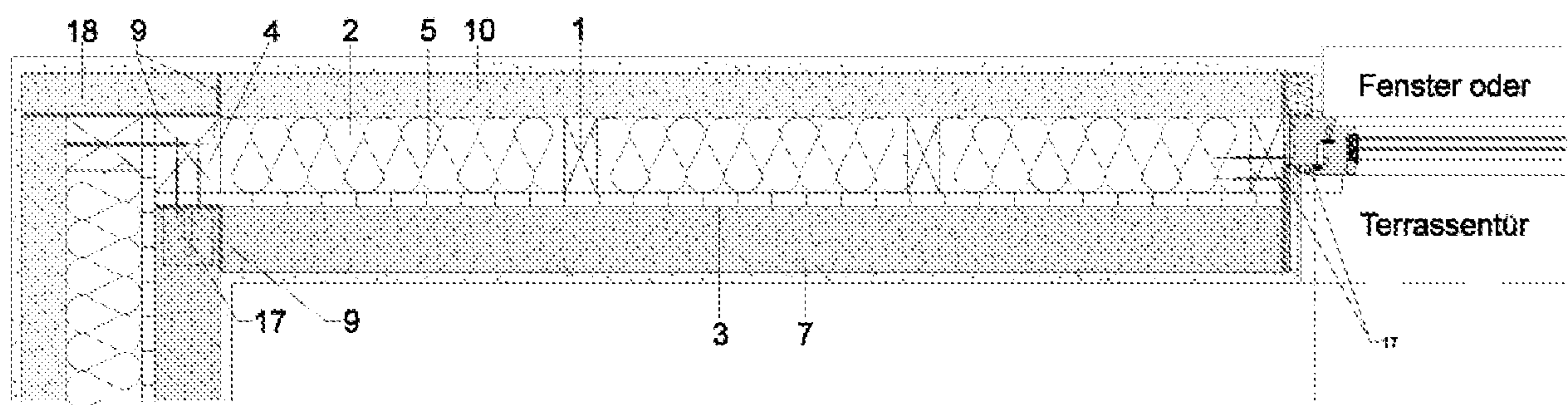


FIG. 6

FIG. 7

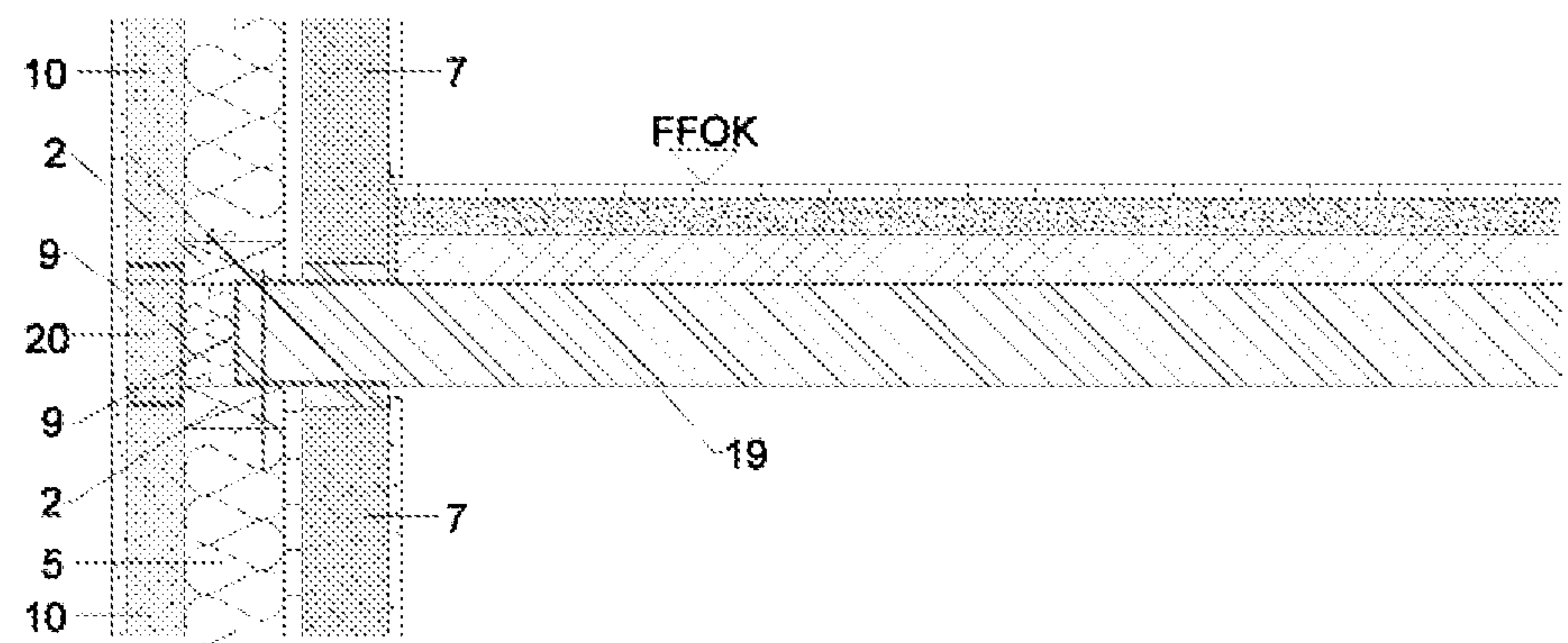


FIG. 8

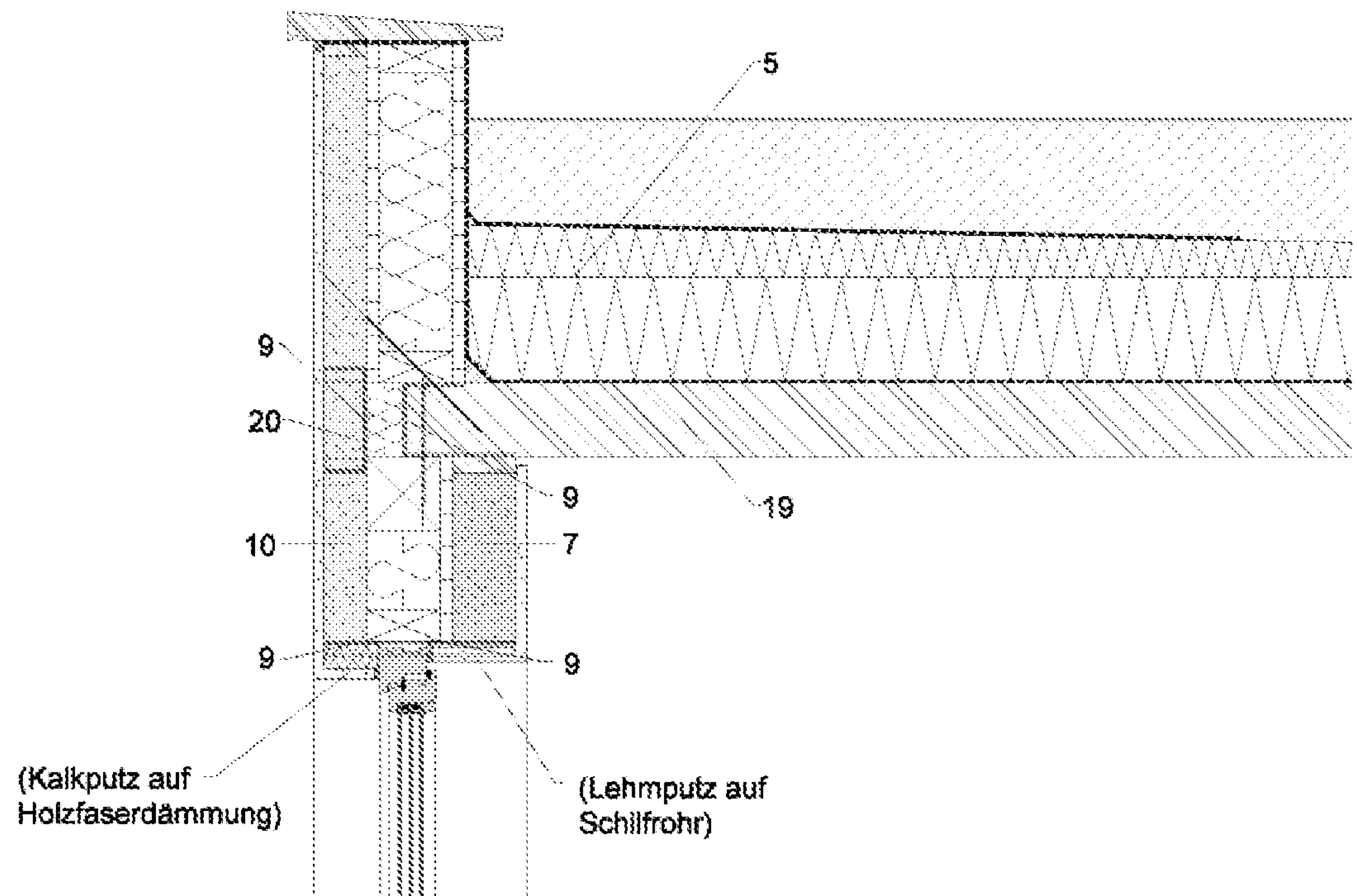


FIG. 9

