

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000024860
Data Deposito	29/09/2021
Data Pubblicazione	29/03/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
E	04	C	3	36

Titolo

COLONNA CAVA PER STRUTTURE MISTE ACCIAIO CALCESTRUZZO CON SISTEMA DI TRASFERIMENTO DEGLI SFORZI TRA ACCIAIO E CALCESTRUZZO

COLONNA CAVA PER STRUTTURE MISTE ACCIAIO CALCESTRUZZO CON SISTEMA DI TRASFERIMENTO DEGLI SFORZI TRA ACCIAIO E CALCESTRUZZO

La presente invenzione riguarda una colonna in acciaio a sezione cava, per la
5 realizzazione di strutture miste acciaio-calcestruzzo.

Campo della tecnica

Le strutture composte acciaio-calcestruzzo sono costituite da parti realizzate in
acciaio per carpenteria metallica e da parti realizzate in calcestruzzo armato
ordinario, rese collaboranti fra loro con un sistema di connessione
10 appropriatamente dimensionato.

Caratteristiche apprezzate di tale sistema costruttivo sono quelle connesse all'uso
delle parti in carpenteria metallica che assicurano i vantaggi della prefabbricazione
e dell'impiego dell'acciaio.

Questo assicura velocità delle operazioni di cantiere, autoportanza di alcuni
15 elementi anche in assenza del getto di completamento (fase 1), compattezza delle
sezioni degli elementi resistenti. A questi vantaggi si somma la semplificazione
generalmente garantita dalla tecnologia del cemento armato rispetto a quella delle
opere in carpenteria metallica tradizionali. L'uso del cemento armato consente
infatti ampie tolleranze di montaggio, impiego di maestranze a non elevata
20 specializzazione, semplicità di realizzazione dei nodi strutturali, notevole
adattabilità a geometrie anche complesse, ridotte deformazioni elastiche.

Si premette alla discussione seguente che la vita delle strutture miste in acciaio-
calcestruzzo è suddivisa, come ben noto, in due fasi.

Nella fase 1, o fase di realizzazione della struttura, sono presenti i carichi relativi
25 al peso proprio della struttura, degli altri elementi del solaio e del getto di

calcestruzzo e durante la quale non si può fare affidamento sulle proprietà di resistenza del calcestruzzo, che non si è solidificato o, comunque, non ha ancora raggiunto le proprie caratteristiche definitive di resistenza.

Per valutare la sicurezza strutturale durante questa fase si assumono come sezioni
5 resistenti unicamente quelle delle sole parti in acciaio, sollecitate dai carichi effettivamente presenti in tale fase (peso delle componenti strutturali e carichi di esercizio del cantiere).

La fase 2 è invece la fase in cui la costruzione, dopo la maturazione del calcestruzzo, assume la configurazione definitiva di struttura mista acciaio-
10 calcestruzzo.

In questa fase la resistenza da considerare è sia quella dell'acciaio che quella del calcestruzzo, mentre le azioni da considerare ai fini delle verifiche strutturali sono tutte le azioni di progetto, incluse le eventuali azioni sismiche.

All'interno del settore tecnico di realizzazione delle strutture miste acciaio
15 calcestruzzo, sono note allo stato dell'arte numerose soluzioni sia relativamente alle strutture verticali (i.e. pilastri) sia alle strutture orizzontali (i.e. travi).

La presente invenzione riguarda, in particolare, una colonna in acciaio a sezione cava, riempita di calcestruzzo e capace di resistere a sollecitazioni di presso/tenso-
flessione deviata, avente come sezione trasversale un profilo metallico cavo di
20 forma quadrata, rettangolare o circolare e collegato al calcestruzzo di riempimento mediante uno specifico sistema di connessione atto a trasferire gli sforzi tra la sezione di acciaio ed il calcestruzzo di riempimento.

Si specifica infatti che, benché siano noti molti modi di realizzazione di colonne miste acciaio calcestruzzo allo stato dell'arte - quali ad esempio quello descritti nei
25 documenti KR100620860, CN106638985A, KR20150046913, CN106759865,

CN106522419 - tutti i modi di realizzazione noti allo stato dell'arte presentano alcuni limiti.

I modi di realizzazione noti allo stato dell'arte difatti non consentono di utilizzare completamente le risorse di resistenza che la sezione cava di acciaio ed il
5 calcestruzzo che la riempie potrebbero sviluppare.

Più specificatamente le colonne composte con sezioni cave di acciaio riempite di calcestruzzo attualmente presenti sul mercato delle costruzioni non sono progettate per resistere ad una sollecitazione di compressione o trazione e contemporanea flessione biassiale.

10 Difatti il calcolo della resistenza strutturale, in virtù di come sono costruite tali colonne, deve essere eseguito senza considerare la possibilità che tra la sezione cava di acciaio ed il calcestruzzo di riempimento possano trasferirsi sforzi. Tale limitazione costituisce un notevole sottoutilizzo della sezione cava di acciaio nelle colonne composte acciaio-calcestruzzo, ed obbliga a parità di sforzi di progetto a
15 sovradimensionare le sezioni, con evidenti ripercussioni di carattere economico sull'opera edile nel suo complesso.

Scopo dell'invenzione

Scopo del trovato oggetto della presente invenzione è quello di fornire una colonna cava in acciaio per la realizzazione di strutture miste acciaio-calcestruzzo che
20 superi i limiti legati ai modi di realizzazione noti allo stato dell'arte.

Più nello specifico la presente invenzione intende fornire una colonna cava in acciaio per la realizzazione di strutture miste acciaio-calcestruzzo che consenta di trasmettere in maniera affidabile gli sforzi tra la sezione di acciaio e la sezione di calcestruzzo. In particolare la presente invenzione intende fornire una colonna
25 cava in acciaio per la realizzazione di strutture miste acciaio-calcestruzzo che

comprenda un sistema di connessione tra la sezione cava di acciaio e il calcestruzzo di riempimento di agevole realizzazione e capace di garantire il trasferimento degli sforzi tra il calcestruzzo e la sezione cava.

Secondo ancora un ulteriore scopo, la presente invenzione intende fornire un
5 metodo per il dimensionamento di una colonna secondo la presente invenzione, che consenta di considerare il comportamento non lineare di tutti i materiali presenti ed il loro rispettivo contributo alla resistenza strutturale.

Breve descrizione dell'invenzione

Il trovato realizza gli scopi prefissati in quanto trattasi di una colonna cava (1) per
10 strutture miste acciaio calcestruzzo comprendente un tubolare (10) a sezione cava, configurato per essere riempito di calcestruzzo e caratterizzata dal fatto di comprendere almeno due sistemi di connessione tra acciaio e calcestruzzo (11, 12, 13), posizionati in prossimità delle due estremità dello sviluppo longitudinale di detto tubolare (10) e configurati per trasferire gli sforzi tra la sezione cava di acciaio
15 ed il calcestruzzo di riempimento.

Descrizione dettagliata dell'invenzione

Con riferimento ai disegni allegati, la colonna (1) secondo la presente comprende un tubolare (10) a sezione cava, configurato per essere riempito di calcestruzzo tramite un'apertura (14) in corrispondenza della propria estremità superiore. Si
20 specifica che si intende per sezione cava una sezione internamente cava, preferibilmente di forma circolare (101), quadrata (102) o rettangolare (103).

Da un punto di vista costruttivo il tubolare (10) avente tale sezione può essere realizzato, senza uscire dagli scopi dell'invenzione, sia mediante utilizzo di tubolari metallici saldati che mediante utilizzo di tubolari metallici privi di saldatura.

La colonna (1) comprende inoltre almeno due sistemi di connessione (11, 12, 13) posizionati in prossimità delle due estremità dello sviluppo longitudinale di detto tubolare (10) e configurati per trasferire gli sforzi tra la sezione cava di acciaio ed il calcestruzzo di riempimento.

- 5 Ciascun sistema di connessione (11, 12, 13) comprende almeno un profilato in acciaio, disposto in un piano ortogonale all'asse di detto tubolare metallico e configurato per occupare parzialmente la parte cava della sezione del tubolare. In figura 2-a è mostrato un modo di realizzazione in cui ciascun sistema comprende un unico profilato in acciaio.
- 10 Preferibilmente inoltre, come mostrato in figura 2-b nel complesso ed in figura 6 in dettaglio, ciascun sistema di connessione (11, 12, 13) comprende una pluralità di profilati in acciaio (111, 112), disposti ciascuno su di un piano ortogonale all'asse di detto tubolare metallico e configurati per occupare parzialmente la parte cava della sezione del tubolare.
- 15 Preferibilmente detti piani sono disposti tra loro ad una distanza non superiore al doppio dell'ingombro massimo che i profilati metallici sviluppano sporgendo all'interno della sezione cava del tubolare metallico.

Si precisa che, sebbene in figura sono mostrati sistemi di connessione comprendenti ciascuno due profilati, una pluralità di profilati potranno essere
20 presenti in ciascun sistema di connessione senza uscire dagli scopi dell'invenzione.

Da un punto di vista costruttivo inoltre, ciascun profilato è realizzato, preferibilmente ma non limitativamente, mediante un unico pezzo in acciaio, vincolato a detto tubolare (10) lungo l'intero perimetro interno della sezione e
25 dotato di un foro centrale della medesima forma della sezione del tubolare.

In questo modo di realizzazione, ad esempio, se la sezione (101) del tubolare (10) è circolare, il sistema di connessione è in forma di corona circolare, se la sezione (102) è quadrata il sistema di connessione è di forma quadrata e presenta una cavità quadrata e così via per le altre forme possibili.

5 In un altro modo di realizzazione, ciascun profilato comprende una pluralità di pezzi di acciaio, vincolati perimetralmente al tubolare (10) ciascuno in una porzione del perimetro della sezione ove sono installati. Ad esempio se il tubolare è a sezione quadrata, si potranno preferibilmente avere quattro profilati in acciaio, ciascuno vincolato ad un lato della medesima sezione della colonna.

10 Da un punto di vista costruttivo, i profilati in acciaio potranno essere saldati perimetralmente alla sezione cava, oppure imbullonati alla stessa.

Ciascuno di detti profilati (11) potrà avere, visto in sezione una forma piana, come in figura 6-a, oppure a "L", come in figura 6-b, oppure a "T", come in figura 6-c. In figura 6-d è mostrato un esempio di saldatura del tipo a completa penetrazione.

15 È evidente dalla descrizione appena effettuata che il dispositivo di trasferimento degli sforzi per la colonna cava (1) secondo l'invenzione è realizzabile agevolmente in officina in fase di prefabbricazione della struttura di acciaio, e non necessita di alcuna operazione da eseguirsi in cantiere, ad esclusione dell'esecuzione del posizionamento e del getto di calcestruzzo.

20 Come anticipato, ciascuna colonna comprende un sistema di trasferimento degli sforzi in corrispondenza o in prossimità di ciascuna sezione di estremità di ogni singola tesa della pilastrata, e più specificatamente alla testa e al piede di ogni singola tesa ovvero nelle due sezioni di estremità di ogni singola colonna della pilastrata. Ciò consente di ottenere il risultato che, quando si realizza una struttura

25 a telaio che comprende una pluralità di pilastri realizzati mediante colonne del tipo

appena descritto, ogni pilastro è dotato di connessioni che consentono il trasferimento del carico tra acciaio e calcestruzzo in corrispondenza di tutte le sezioni in cui il carico applicato può subire variazioni, che coincidono con la testa e con il piede del pilastro.

- 5 In virtù di questo accorgimento costruttivo si può ritenere valida l'ipotesi di congruenza deformativa per la sezione trasversale della colonna, composta sia dalla sezione cava di acciaio che dal calcestruzzo di riempimento. Questa ipotesi consiste nel considerare la deformazione della sezione cava uguale alla deformazione media del calcestruzzo circostante.
- 10 Il sistema di connessione appena descritto deve essere dimensionato, in funzione dei carichi, per garantire contemporaneamente la resistenza di progetto sia dell'acciaio di cui sono costituiti i connettori metallici che del calcestruzzo che riempie la sezione cava. In altri termini deve essere scongiurato il collasso di entrambi i materiali affinché il carico possa effettivamente trasferirsi. Devono inoltre
- 15 essere verificate le resistenze di tutti i sistemi di vincolo (tramite saldatura o imbullonatura) tra i connettori metallici e la sezione cava di acciaio della colonna composta.

Si specifica che in un modo di realizzazione preferenziale ma non limitativo la colonna (1) secondo l'invenzione comprende una pluralità di mezzi di connessione

20 al calcestruzzo (11, 12, 13) del tipo descritto, disposti lungo lo sviluppo longitudinale della colonna, preferibilmente ad intervalli regolari. Ad esempio nella vista di figura 2 ne sono mostrati tre.

Si specifica anche che, senza uscire dagli scopi dell'invenzione, il calcestruzzo di riempimento per la realizzazione della struttura mista in acciaio-calcestruzzo potrà

25 essere dotato o meno di armatura per cemento armato.

Metodo per il dimensionamento

In virtù delle modalità costruttive, per la verifica strutturale della sezione trasversale della colonna secondo l'invenzione è utilizzabile uno specifico metodo di calcolo, implementabile mediante un calcolatore, e configurato per valutare la capacità resistente di una colonna del tipo appena descritto quando sottoposta a sforzo normale (di compressione o di trazione) e flessione biassiale, nell'ipotesi di comportamento non lineare dei materiali che compongono la colonna.

Particolarmente complicato è infatti dimensionare nella pratica il comportamento dei mezzi di trasferimento degli sforzi tra l'acciaio del profilo e il calcestruzzo.

La soluzione di tale problema necessita di un modello configurato per simulare il comportamento deformativo, allo stato limite ultimo di resistenza, della sezione trasversale della colonna realizzata con un profilo cavo di acciaio strutturale riempito di calcestruzzo eventualmente armato con barre di acciaio da cemento armato e sottoposta ad una sollecitazione di sforzo normale e flessione biassiale.

Il metodo secondo l'invenzione comprende i passi di:

(100) Considerare una generica sezione di calcestruzzo, eventualmente dotata di una armatura di acciaio ed associare a alla stessa un sistema di riferimento cartesiano dello spazio (Oxyz), come mostrato in figura 3.

(200) considerare verificata l'ipotesi di conservazione delle sezioni piane, e definire nel sistema di riferimento di cui al punto (100) un generico stato di deformazione causato da una sollecitazione di compressione o trazione e contemporanea flessione biassiale applicata alla sezione mediante l'equazione di un piano:

$$\varepsilon(x, y) = a + bx + cy$$

In cui

e rappresenta la deformazione in un punto di coordinate (x, y)

- a, b e c sono tre parametri descrittivi dello stato di deformazione

(300) Definire la deformazione allo stato limite ultimo di resistenza per ciascuno dei materiali costituenti la sezione (acciaio e calcestruzzo) come:

$$\max(a + bx + cy) = \varepsilon_{max}$$

5 Dove:

ε_{max} rappresenta la deformazione del materiale (calcestruzzo o acciaio) che causa il raggiungimento delle condizioni di collasso e

$\max(a + bx + cy)$ è la deformazione massima riscontrata per un punto della sezione in esame.

10 (400) Definire una generica terna di sollecitazioni di progetto N , M_x , M_y applicate alla sezione in esame, comprendente un valore di sforzo normale (N) e due valori di momento flettente (M_x , M_y).

(500) definire tre parametri moltiplicatori λ_1 , λ_2 e λ_3 per gli sforzi della terna di sollecitazioni di progetto di cui al punto (400)

15 (600) determinare i valori dei tre parametri per i quali si verifica il raggiungimento dello stato limite ultimo e, quindi, il collasso del materiale. Ciò può essere fatto mediante verifica della condizione di equilibrio della sezione, espresso dalle seguenti equazioni:

$$\lambda_1 N = \int \sigma dA$$

20
$$\lambda_1 N x + \lambda_2 M_y = \int \sigma_x dA$$

$$\lambda_1 N y + \lambda_3 M_x = \int \sigma_y dA$$

In cui

σ rappresenta lo sforzo normale

σ_x e σ_y rappresentano gli sforzi di flessione.

Per una migliore comprensione di quanto sin qui spiegato, si consideri la rappresentazione grafica del dominio di resistenza della sezione mostrata in figura 4 in uno spazio N, M_x, M_y .

- 5 La superficie mostrata in figura 4 è la superficie delle combinazioni di sforzo che danno luogo al collasso della sezione, che può avvenire – muovendosi lungo gli assi cartesiani – a seguito di uno sforzo normale puro o di una flessione retta, oppure per una qualsiasi combinazione di carico.

Le condizioni di progetto (N, M_x, M_y) individuano un punto E in tale spazio di
10 coordinate.

Partendo dal punto E, la superficie di rotture può essere raggiunta attraverso svariati percorsi.

Il metodo prevede di ipotizzare tali percorsi come rettilinei, e definire di conseguenza i valori dei parametri moltiplicativi di cui al punto (500), come di
15 seguito dettagliato:

(501) Le tre sollecitazioni di progetto crescono in maniera proporzionale, pertanto si impone l'eguaglianza dei tre moltiplicatori ($\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$).

(502) una sollecitazione rimane costante e due hanno una crescita proporzionale.

Si pone pertanto pari al valore 1 uno dei tre moltiplicatori, e si impone
20 l'eguaglianza tra loro degli altri due.

(503) due sollecitazioni rimangono costanti, e l'altra cresce. Si impongono pertanto pari al valore 1 due dei tre moltiplicatori.

Una volta definita una delle condizioni di linearità per il percorso, la verifica di cui al passo (600) può essere eseguita attraverso un procedimento iterativo, in cui i
25 coefficienti moltiplicativi λ_1, λ_2 e λ_3 vengono variati, nel rispetto di una delle

condizioni di cui ai passi da (501) a (503) fino a trovare una terna di valori che soddisfi, al contempo, la congruenza deformativa espressa dall'equazione del piano di deformazione della sezione di cui al passo (200) e la condizione di equilibrio di cui al passo (600).

- 5 La configurazione di equilibrio ricercata è quella per cui si raggiunge la crisi di uno o di entrambi i materiali che costituiscono la sezione quindi, nel rispetto del principio di conservazione delle sezioni piane, deve risultare che la massima deformazione allo stato limite ultimo associata alla sezione espressa dalla funzione $\max(a + bx + cy)$ deve coincidere con il valore limite ultimo di deformazione di uno
 10 dei materiali (o di entrambi).

Partendo da una qualunque situazione di progetto individuata dall'equazione

$$\varepsilon = a + bx + cy$$

Il procedimento iterativo corregge ciclicamente i coefficienti a, b, c che individuano il piano di deformazione in modo che

$$15 \quad \begin{Bmatrix} a \\ b \\ c \end{Bmatrix} = \frac{\varepsilon_{max}}{\max(a_i + b_i x + c_i y)} \begin{Bmatrix} a_i \\ b_i \\ c_i \end{Bmatrix}$$

Il valore dell'errore viene stimato confrontando l'incremento dei coefficienti a, b, c dell'iesimo passo Δv_i con quelli del passo precedente v_i ovvero

$$\Omega = \left| \frac{\Delta v_i}{v_i} \right|$$

- Il procedimento ciclico di adattamento dei coefficienti del piano di deformazione,
 20 basato sulla condizione di minimizzazione della funzione di errore Ω , termina quando la massima deformazione del piano di deformazione coincide, a meno di un valore di errore infinitesimale, con la condizione di crisi puntuale del o dei materiali.

RIVENDICAZIONI

1. Colonna cava (1) per strutture miste acciaio calcestruzzo comprendente un tubolare (10) a sezione cava, configurato per essere riempito di calcestruzzo e
5 caratterizzata dal fatto di comprendere almeno due sistemi di connessione tra acciaio e calcestruzzo (11, 12, 13), posizionati in prossimità delle due estremità dello sviluppo longitudinale di detto tubolare (10) e configurati per trasferire gli sforzi tra la sezione cava di acciaio ed il calcestruzzo di riempimento.

10 2. Colonna secondo la rivendicazione 1 caratterizzata dal fatto che ciascuno di detti almeno due sistemi di connessione (11, 12, 13) comprende almeno un profilato in acciaio, disposto in un piano ortogonale all'asse di detto tubolare metallico e configurato per occupare parzialmente la parte cava della sezione del tubolare.

15

3. Colonna secondo la rivendicazione 1 o 2 caratterizzata dal fatto che ciascun sistema di connessione (11, 12, 13) comprende una pluralità di profilati in acciaio (111, 112), disposti ciascuno su di un piano ortogonale all'asse di detto tubolare metallico e configurati per occupare parzialmente la parte cava della sezione del
20 tubolare.

25

4. Colonna secondo la rivendicazione 3 caratterizzata dal fatto che detti piani sono disposti tra loro ad una distanza non superiore al doppio dell'ingombro massimo che i profilati metallici sviluppano sporgendo all'interno della sezione cava del
5 tubolare metallico.

5. Colonna secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto di comprendere una pluralità di detti mezzi di connessione (11, 12, 13), disposti lungo lo sviluppo longitudinale della colonna ad intervalli regolari.

10

6. Colonna secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto che ciascuno di detti sistemi di connessione è realizzato mediante un unico profilato in acciaio, vincolato a detto tubolare (10) lungo il perimetro interno della sezione e dotato di un foro centrale della medesima forma della sezione del tubolare.

15

7. Colonna secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto che la sezione cava di detto tubolare (10) è di forma circolare (101) oppure di forma quadrata (102) oppure di forma rettangolare (103).

20 8. Colonna secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto che detti profilati in acciaio sono saldati oppure imbullonati perimetralmente alla sezione cava .

9. Colonna secondo una delle rivendicazioni precedenti caratterizzata dal fatto che ciascuno di detti profilati visto in sezione ha una forma piana, oppure in forma di "L" oppure in forma di "T".
- 5 10. Struttura mista in acciaio e calcestruzzo comprendente almeno una colonna secondo una delle rivendicazioni precedenti.

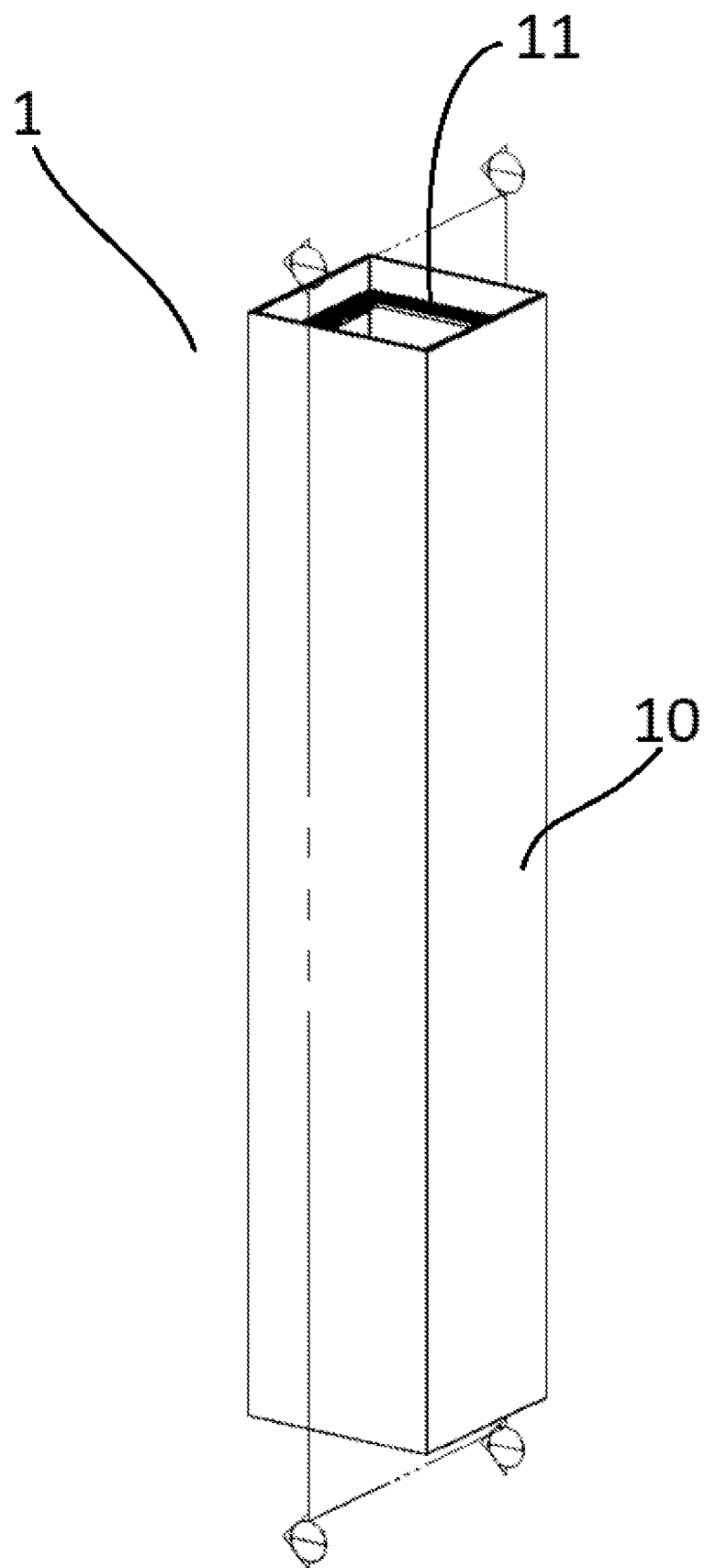


Fig. 1

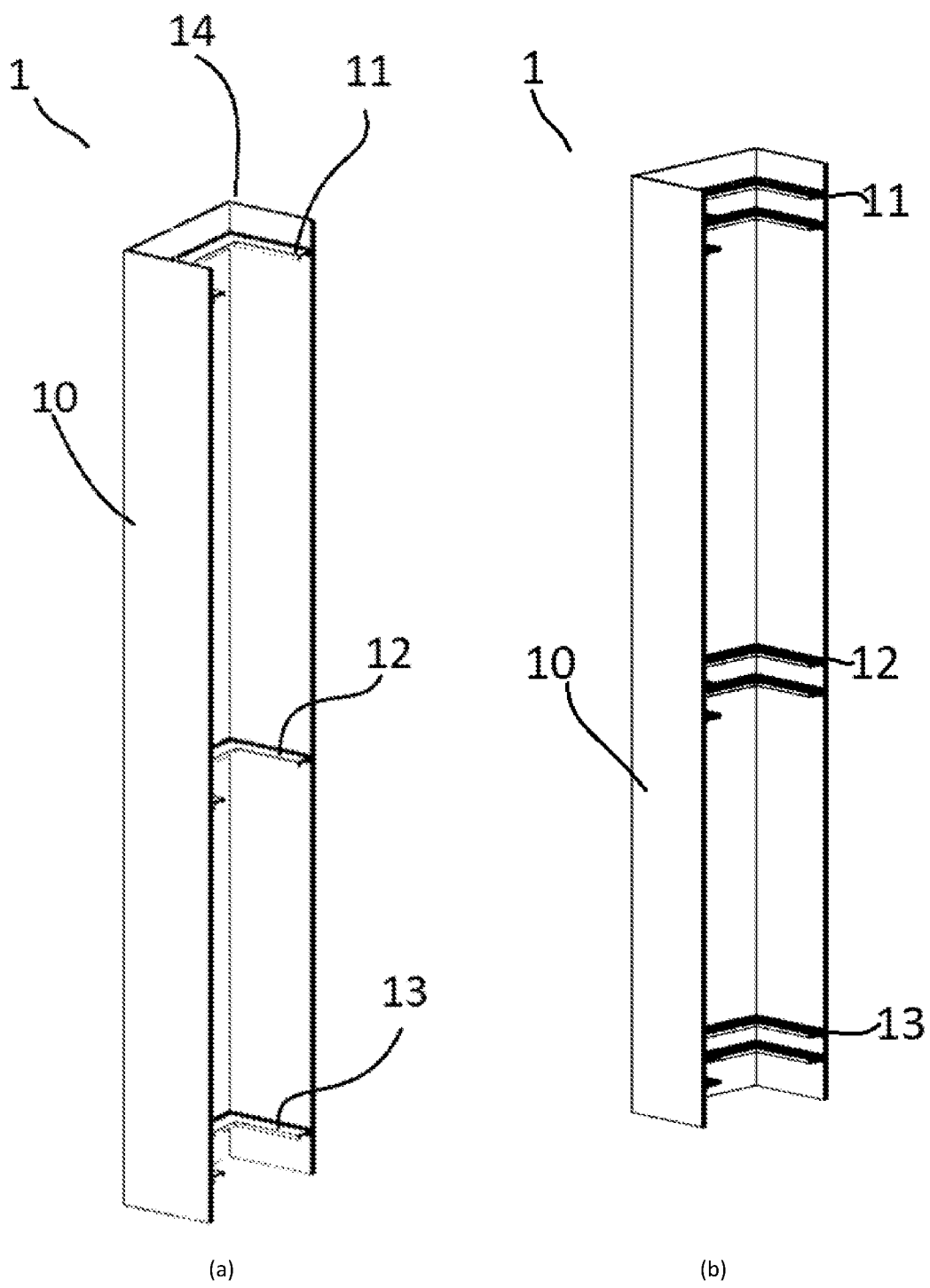


Fig. 2

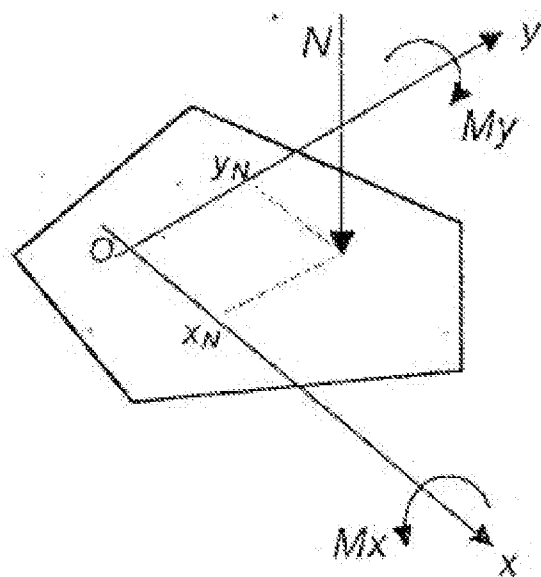


Fig.3

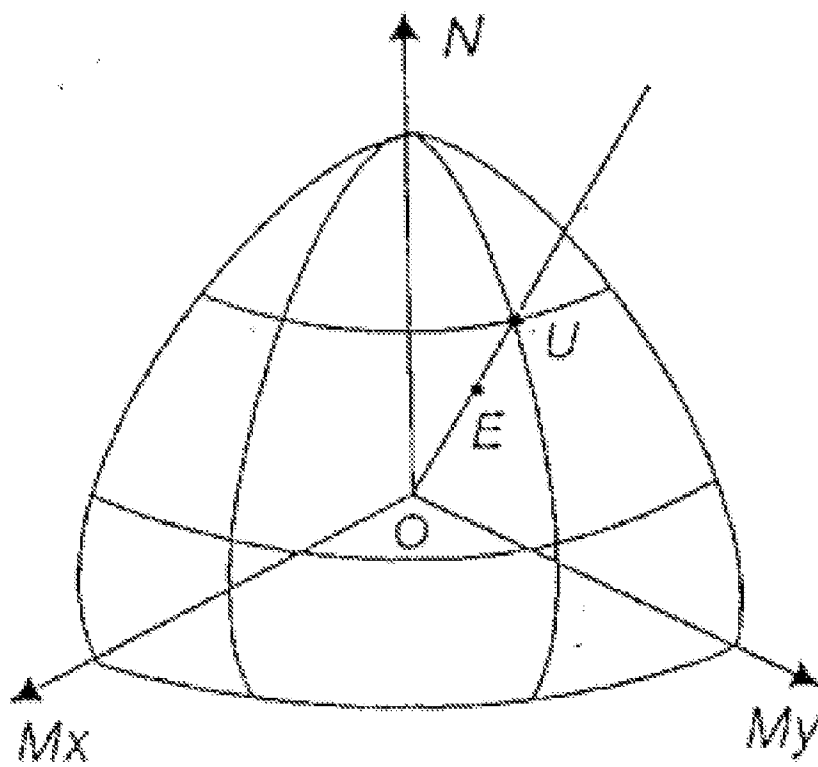


Fig. 4

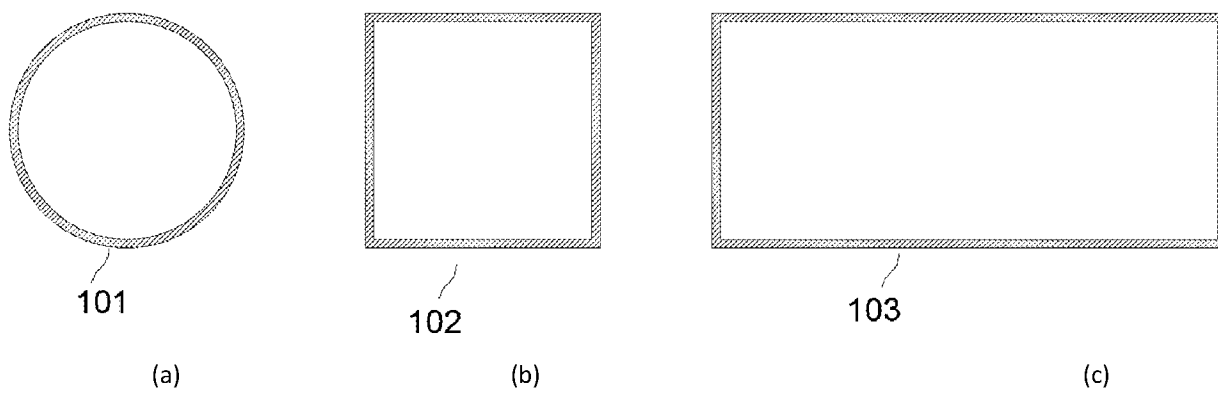


Fig. 5

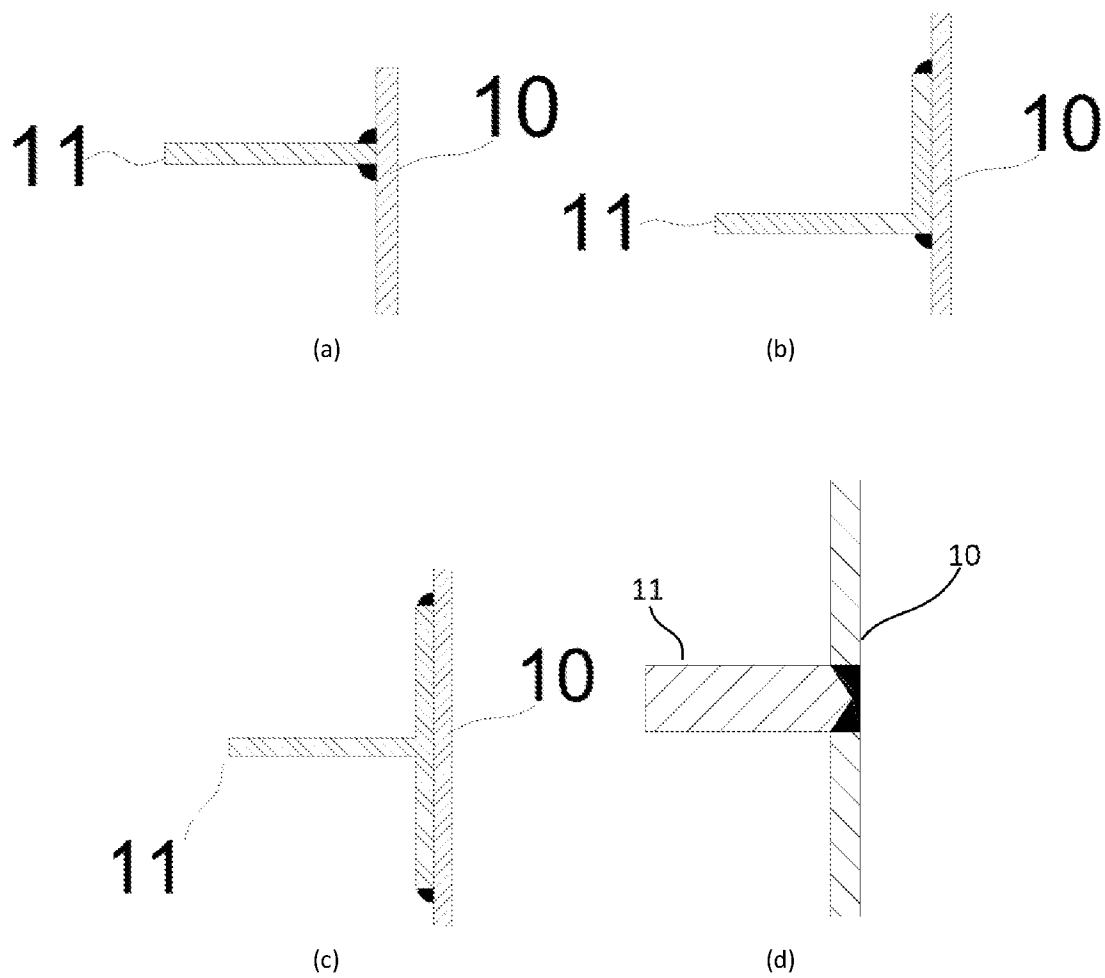


Fig. 6

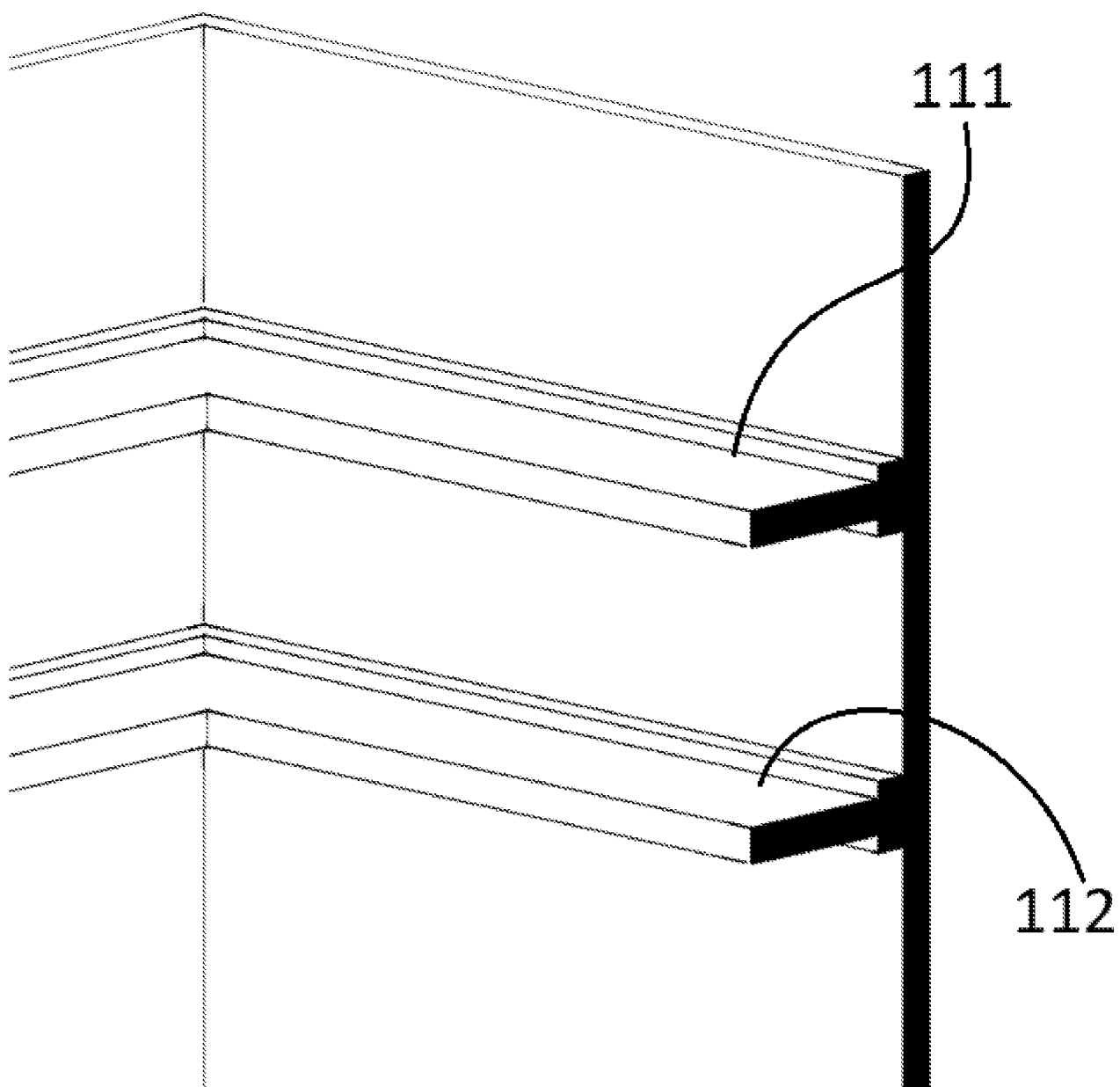


Fig. 7