



**MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO**  
**DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE**  
**UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI**

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102011901940122</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>28/04/2011</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>28/10/2012</b>

Classifiche IPC

Titolo

**DISPOSITIVO PER IL RECUPERO DI ENERGIA SOTTO FORMA DI CALORE DALLE SCORIE  
DERIVANTI DALLA LAVORAZIONE DELL'ACCIAIO**

GAP SPA

RM 2011 A 000219

Sovere (BG)

**Dispositivo per il recupero di energia sotto forma di calore dalle scorie  
5 derivanti dalla lavorazione dell'acciaio.**

Le acciaierie e le industrie siderurgiche primarie , produzioni di acciaio con processi da forno elettrico o da ciclo integrale , nella fase di affinazione dell'acciaio liquido producono quantità e volumi di scoria molto grandi.

- 10 La produzione della scoria è una conseguenza della fase di affinazione dell'acciaio , per la riduzione di elementi quali fosforo (P) , zolfo (S) e dei necessari processi di disossidazione e decarburazione del bagno metallico vengono aggiunti ed introdotti nel forno elementi specifici.

La composizione della scoria è quindi funzione :

- 15 della risultante composizione analitica del bagno metallico al termine del processo di fusione,  
degli scorificati utilizzati nel processo di affinazione ,quali calce, fluidificanti ecc.

- Di conseguenza la scoria è costituita in genere dai seguenti elementi ,  
20 principalmente ossidi:

MgO:5,%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:4,%, SiO<sub>2</sub>:13,0%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:0,5%, S:0,001%, CaO :18,0%,

TiO<sub>2</sub>:0,5%, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:2,0%, Mn:4,0%, FeO:53%

La scoria viene normalmente spillata dal forno prima del versamento dell'acciaio nella siviera, per la successiva fase di colaggio e/o rielaborazione sottovuoto dell'acciaio e /o altro processo di lavorazione.

La produzione di scorie spillate dal forno per ogni colata è in percentuale tra il 12% ed il 16% della quantità di acciaio liquido elaborato al forno elettrico e/o altro processo fusorio; ad esempio da un forno della capacità di 250t di acciaio vengono spillate per ogni colata tra le 30 e le 40 tonnellate di scoria. Quando viene spillata o versata la scoria, che galleggia essendo più leggera sul bagno metallico, viene rapidamente versata sul terreno o raccolta in paiole, per il trasporto ed il ribaltamento all'esterno dell'acciaieria in aree all'aperto per il semplice raffreddamento in aria o raffreddate con getti di acqua micronizzata, così da consentire la fase successiva di stoccaggio e / le successive lavorazioni.

La temperatura della scoria liquida, rilevata al momento del versamento o dello spillaggio dal forno è compresa tra 1.150°C. e 1.250 °C.

Secondo il processo di affinazione dell'acciaio attualmente utilizzato, tutto il calore e l'energia contenuta nella massa della scoria allo stato liquido, viene dispersa con il raffreddamento in aria dell'intera massa di materiale al fine di consentire la successiva evacuazione e smaltimento dei sottoprodotti.

Scopo del presente trovato, è quello di recuperare l'energia ed il calore presente nelle scorie al momento del versamento o dello spillaggio utilizzandolo per la produzione di energia.

Secondo il presente trovato tale scopo viene raggiunto con la realizzazione di manufatti assimilabili a dei box, privi della copertura superiore e di un lato perimetrale, preferibilmente un lato corto, che vengono affiancati in parallelo fino a raggiungere la capienza desiderata e necessaria a consentire lo scarico e la stratificazione della scoria alla temperatura di spillaggio per una altezza minima di 4 metri.

La superficie della base di detti manufatti presenta una platea realizzata preferibilmente in calcestruzzo armato, rivestita con materiali refrattari con conducibilità termica molto bassa così da impedire, per quanto possibile, la dispersione del calore della scoria nel terreno sottostante, su tale platea sono collocati degli scambiatori di calore opportunamente dimensionati, con superficie superiore piana in contatto con la scoria.

Gli scambiatori di calore, attraverso l'acqua od altro mezzo idoneo che vi circola all'interno, recuperano il calore consentendone il riutilizzo.

Il pavimento dei box, sul quale viene versata la scoria della lavorazione a temperatura elevata, è costituito dalla faccia superiore dello scambiatore di calore e deve quindi possedere le caratteristiche sia di resistenza a temperature elevatissime, che al peso ed alla azione dei mezzi meccanici che vi passeranno sopra per rimuovere le scorie una volta raffreddate.

Il dispositivo di cui al presente trovato verrà descritto in una forma di realizzazione indicativa ma non limitativa data a solo titolo di esempio con riferimento ai disegni allegati in cui:

La fig. 1 mostra una vista in sezione longitudinale

La fig. 2 mostra un particolare dei un box per lo stivaggio delle scorie

La fig. 3 mostra una vista in sezione e pianta dello scambiatore di calore

Come accennato in precedenza il trovato prevede la realizzazione di aree apposite, attrezzate con box (1) di dimensioni opportune al fine di consentire la stratificazione della scoria liquida (2) per un'altezza minima di 4-6 metri; il box è chiuso su tre lati perimetrali e sul fondo ed è privo della copertura in modo da consentire il versamento della scoria liquida (2) dall'alto e di un lato perimetrale in modo tale da consentire l'ingresso dei mezzi quali ad esempio pale meccaniche e simili, per provvedere all'asportazione della scoria una volta che si è raffreddata.

I box (1) come mostrato nelle fig. 1 e 2 poggiano su un terreno compattato (3), sopra al quale è disposto uno strato misto stabilizzato (4), sul quale è posto il calcestruzzo armato (5), su cui è collocato il materiale refrattario (6), sopra al quale è posto lo scambiatore di calore (7), la cui superficie superiore esterna costituisce il pavimento del box (1) sul quale viene versata la scoria liquida (2).

In funzione della quantità di scorie, viene utilizzato un congruo numero di box (1) ad esempio 3 - 4 box affiancati ed in parallelo ognuno delle dimensioni indicative di 20/25 metri di larghezza per 50/60 metri di lunghezza ed un'altezza perimetrale tale da consentire una stratificazione omogenea delle scorie per 4/6 metri di altezza.

La tecnica di posa dei box e la loro realizzazione è stata studiata in funzione delle caratteristiche delle scorie e del carico, che grava sia sulla superficie superiore dello scambiatore che sul fondo dei box.

Tale carico può essere stimato in circa 10 ton/m<sup>2</sup> considerando una massa di scoria di circa 4-5 metri di altezza.

Come detto la platea (5) in calcestruzzo armato viene rivestita con materiali refrattari (6) a bassissima conducibilità termica, al fine di non disperdere il calore della scoria liquida (2) nel terreno sottostante lo scambiatore di calore.

Da esperimenti effettuati si è trovato che i materiali che possono essere impiegati per il rivestimento della platea in calcestruzzo armato (5) hanno preferibilmente le caratteristiche chimico fisiche elencate di seguito.

10 Analisi chimica : AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiO<sub>2</sub>:45%,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:5%,SiO<sub>2</sub>:40%,CaO:5%

Temperatura massima di esercizio: 1.400°C, densità :2.000KG/m<sup>3</sup>

Conducibilità termica: 0,90W/mk installazione a spruzzo/pompato o per getto.

Anche lo scambiatore di calore (7) collocato come detto sullo strato di materiale refrattario , ha caratteristiche tali da resistere ai carichi determinati dalle scorie liquide (2) che vengono riversate sulla superficie superiore che, per ovvi motivi, sarà piana.

Un esempio di scambiatore di calore (7) preferibilmente impiegato è mostrato nella figura 3 ed ha le caratteristiche di seguito riportate:

impiego di tubi /profili ad alta resistenza con sezione a "C" o "V" aperta saldati direttamente sulla lamiera che verrà a contatto con la scoria liquida (2) .

resistenza e portanza al carico delle scorie che agisce sulla superficie di scambio per oltre 10 ton/m<sup>2</sup>

resistenza all'usura della superficie a contatto diretto con la scoria a temperatura di 1.000° C

resistenza alla carrabilità per consentire l'impiego di grosse macchine operative di movimento terra , quali pale meccaniche, escavatrici ecc. che, 5 quando le scorie si sono raffreddate , provvedono a svuotare i box (1) delle scorie raffreddate per avviarle alle successive lavorazioni ;

facilità di manutenzione e riparazione o sostituzione poiché lo scambiatore (7) è costituito da moduli standard intercambiabili.

Lo scambio termico tra la scoria e la piastra dello scambiatore permette di 10 raggiungere una temperatura dello scambiatore di circa 400°C su una superficie di circa 50m<sup>2</sup> il calore recuperato è di circa 2.700.000 Kcal corrispondenti a circa 4 ton/ora di vapore surriscaldato.

Le sperimentazioni e le prove pratiche hanno dato i seguenti risultati:

Il monitoraggio e la verifica con opportune termocoppie delle temperatura 15 superficiale raggiunta da una lamiera di acciaio al carbonio posta sul fondo di un box sperimentale ha fornito valori medi rilevati su più cicli continui di 7 giorni compresi tra 350°C a 470°C

Il rilievo dei dati di scambio termico di uno scambiatore sperimentale di 6m<sup>2</sup> di superficie collocato sul fondo del box ha fornito i seguenti valori rilevati 20 ,analizzati ed elaborati su più cicli continui di 9 giorni

-temperatura media di H<sub>2</sub>O in ingresso : 14°C

-portata 12 l/min ad una pressione di 3bar

-temperatura media in uscita maggiore di 80°C

- delta t medio : 65°C.

Lo scambiatore (7) ha sopportato senza problemi il versamento della scoria liquida (2), il peso di una stratificazione della scoria sino a 5m e non ha riportato danni nella successiva fase di svuotamento del box.

Al fine di consentire lo sfruttamento della scoria liquida (2) per tutti i cicli produttivi i box (1) sono , come detto ,in numero congruo rispetto alla quantità della scoria e sono utilizzati a rotazione in modo tale che sia sempre possibile avere dei box (1) ove riversare la scoria liquida (2) prelevata dalla lavorazione; inoltre gli scambiatori (7) di ciascun box (1) sono collegati a circuito chiuso così da garantire la continua e costante disponibilità di calore di recupero per il collegamento e l'alimentazione diretta di apparecchi di sfruttamento quali caldaie, surriscaldatori, turbine , alternatori per la produzione di energia elettrica e/altro impiego della sola acqua calda ottenuta.

Al fine di sfruttare al meglio il calore della scoria liquida (2) i box (1) sono posizionati in zone più vicine possibile alla stabilimento di lavorazione così da limitare il raffreddamento durante il trasporto. Inoltre i box (1) sono collocati in posizione tale da facilitare il versamento delle scorie nei box , preferibilmente dalle paiole , così da evitare schizzi e piccole esplosioni che possono derivare dal contatto della scoria a temperatura elevatissima con l'aria fredda o peggio ancora pioggia o neve.

E evidente che le caratteristiche dimensionali costruttive dei box (1) e della platea (5), il dimensionamento delle superfici di scambio e degli scambiatori (7), l'ottimizzazione delle portate e dei gruppi di recupero , possono variare in

funzione delle caratteristiche e delle quantità della scoria , delle turnazioni e del numero di giorni/anno di produzione.

5

10

15

20

## RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo per il recupero di energia sotto forma di calore dalle scorie  
5 derivanti dalla lavorazione dell'acciaio caratterizzato dal comprendere  
almeno :  
- un box (1) chiuso su tre dei quattro lati perimetrali ,privo della copertura;  
- uno scambiatore di calore (7) posto a formare il fondo del box (1) , in  
cui la faccia superiore di detto scambiatore di calore costituisce il piano  
10 del box sul quale vengono versate le scorie liquide (2) aventi  
temperatura elevata spillate dalla lavorazione dell'acciaio;  
ed in cui dette scorie liquide (2) a temperatura elevata versate su detto  
faccia superiore di detto scambiatore di calore (7) , trasmettono il calore  
al fluido presente in detto scambiatore di calore recuperando energia  
15 sotto forma di acqua calda o sfruttandola con appositi apparecchi  
collegati allo scambiatore.
2. Dispositivo per il recupero di energia sotto forma di calore dalle scorie  
derivanti dalla lavorazione dell'acciaio secondo la rivendicazione 1 in cui  
ciascun box (1) poggia su un terreno compattato (3) ,sopra al quale è  
20 disposto uno strato inerte misto stabilizzato (4), sul quale è posto il  
calcestruzzo armato (5) , su cui è collocato il materiale refrattario (6)  
sopra al quale è posto lo scambiatore di calore (7) la cui superficie  
superiore esterna costituisce il pavimento del box (1) sul quale viene  
versata la scoria liquida (2).

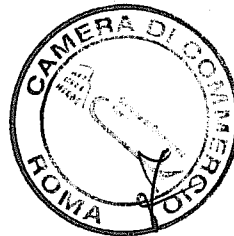
3. Dispositivo per il recupero di energia sotto forma di calore dalle scorie derivanti dalla lavorazione dell'acciaio secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che lo scambiatore (7) ha una portanza struttura di almeno 30 tonnellate per m<sup>2</sup>, così da sopportare il peso delle scorie liquide (2) e dei macchinari necessari a rimuoverle dopo il raffreddamento.
4. Dispositivo per il recupero di energia sotto forma di calore dalle scorie derivanti dalla lavorazione dell'acciaio secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che la superficie esterna dello scambiatore (7), ha una elevata resistenza superficiale all'usura derivante dall'azione delle scorie liquide (2) e dall'azione dei mezzi pesanti necessari alla svuotamento dei box (1)
5. Dispositivo per il recupero di energia sotto forma di calore dalle scorie derivanti dalla lavorazione dell'acciaio secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che le scorie liquide (2) vengono versate nei box (1) dall'alto e preferibilmente dalle paiole.
6. Dispositivo per il recupero di energia sotto forma di calore dalle scorie derivanti dalla lavorazione dell'acciaio secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che il numero dei box (1) utilizzato è superiore a 2
7. Dispositivo per il recupero di energia sotto forma di calore dalle scorie derivanti dalla lavorazione dell'acciaio secondo la rivendicazione 1 caratterizzato dal fatto che gli scambiatori (7) di ciascun box (1) sono collegati a circuito chiuso così da garantire la continua e costante disponibilità di calore di recupero per il collegamento e l'alimentazione

diretta di apparecchi di sfruttamento quali caldaie, surriscaldatori, turbine  
, alternatori per la produzione di energia elettrica e/altro impiego della  
sola acqua calda ottenuta.

8. Dispositivo per il recupero di energia sotto forma di calore dalle scorie

5 derivanti dalla lavorazione dell'acciaio secondo la rivendicazione 1  
caratterizzato dal fatto che lo scambiatore (7) è costituito da moduli  
standard intercambiabili

10



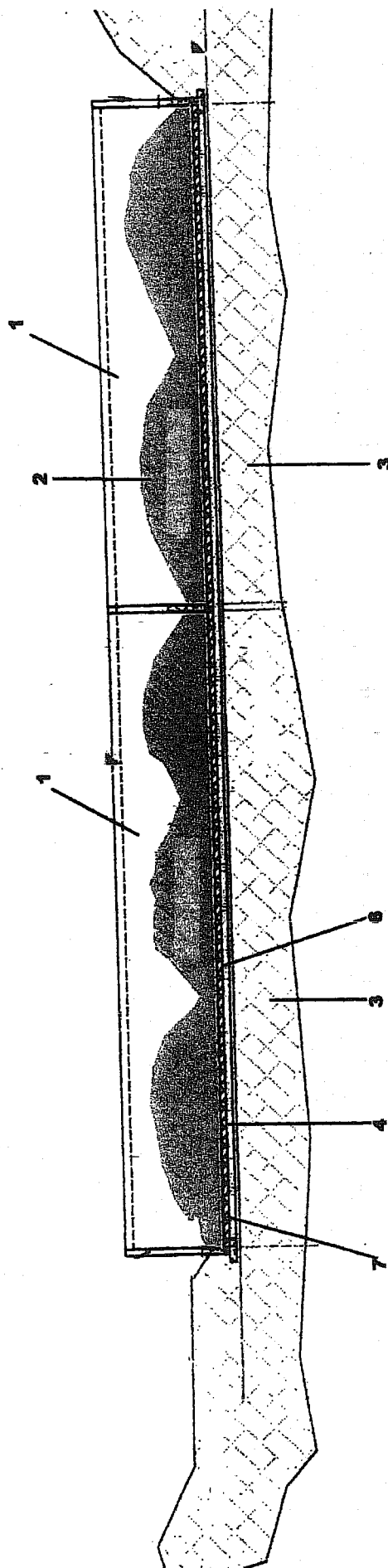
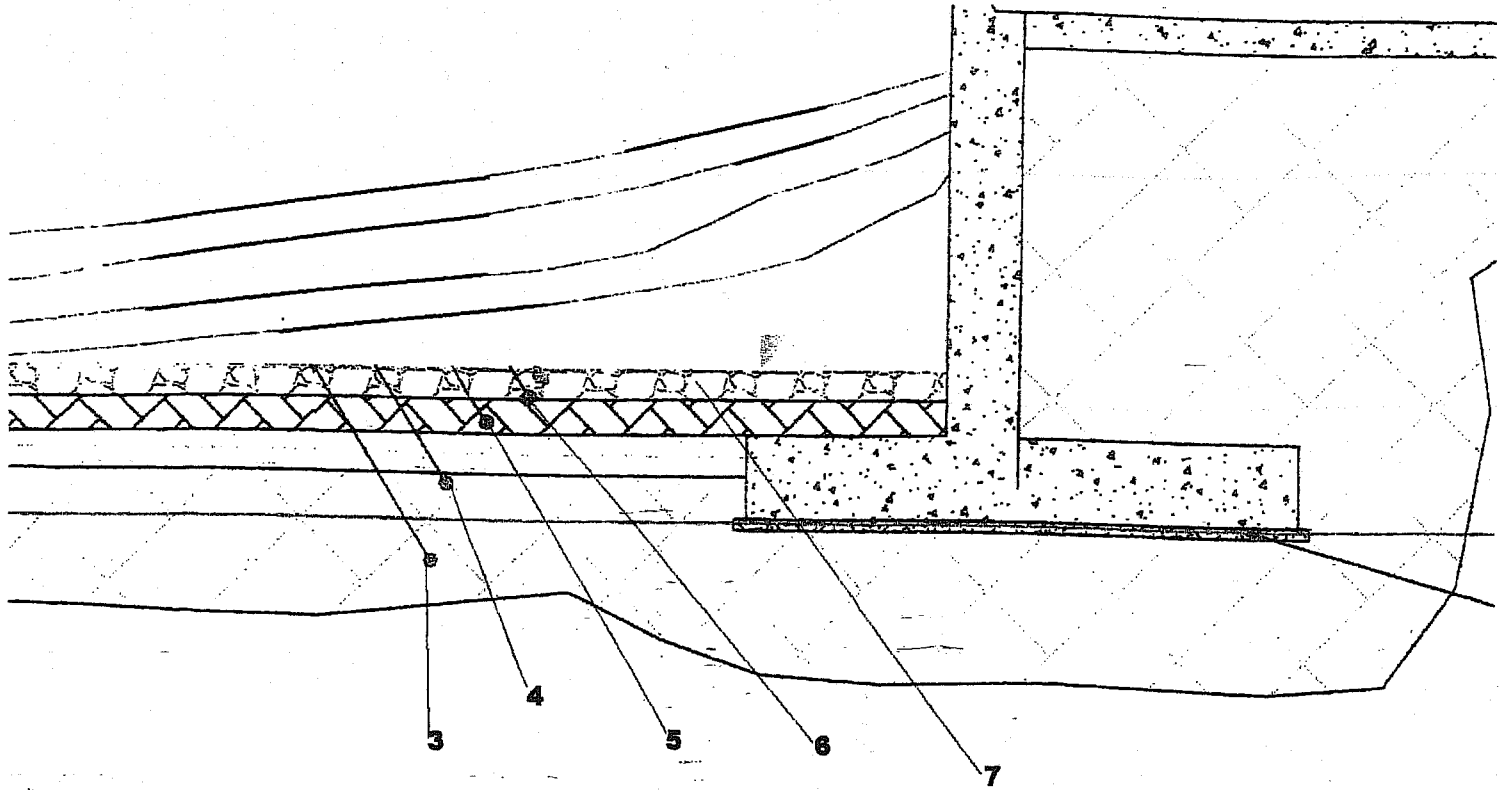
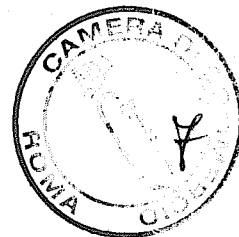


FIG. 1

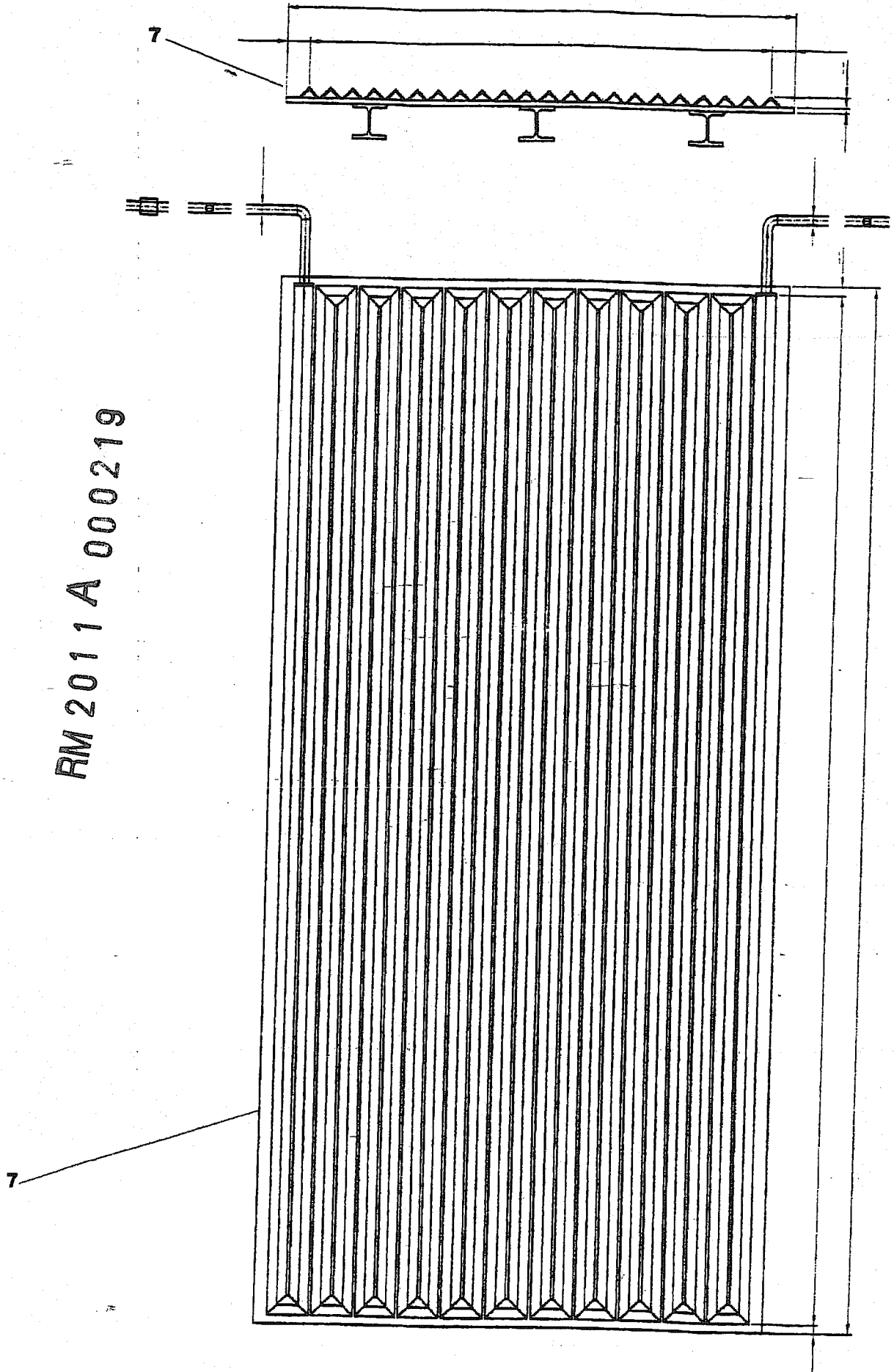




**FIG. 2**



RM 2011A 000219



**FIG.3**

