

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 674 815 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.06.2006 Patentblatt 2006/26

(51) Int Cl.:
F28F 19/02 ^(2006.01) **F28F 9/18** ^(2006.01)
C23C 28/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04030220.0**

(22) Anmeldetag: **21.12.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder:
• **Bormann, Dieter**
12105 Berlin (DE)
• **Birk, Carsten**
13409 Berlin (DE)

(71) Anmelder: **Borsig GmbH**
13507 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Radünz, Ingo**
Schumannstrasse 100
40237 Düsseldorf (DE)

(54) **Wärmetauscher zum Kühlen eines Feststoffpartikel enthaltenden heißen Gases**

(57) Ein Wärmetauscher zum Kühlen eines Feststoffpartikel enthaltenden heißen Gases besteht aus Wärmetauscherrohren (1), die von dem zu kühlenden Gas durchströmt, von einem Mantel (3) umgeben und an den Enden über eine Schweißnaht (7) in Bohrungen (6) von jeweils einer Rohrplatte (2) eingeschweißt sind. Die Stirnseite der gaseintrittsseitigen Rohrplatte (2), die In-

nenwand der Bohrungen (6), die Schweißnaht (7) und der Einlaufbereich der Wärmetauscherrohre (1) sind mit einer Schutzschicht (8) beschichtet, die aus einer metallischen Haftschrift (9), einer hochtemperatur- und erosionsbeständigen Metallschicht (10) und einer hochtemperatur- und erosionsbeständigen Keramikschrift (11) besteht.

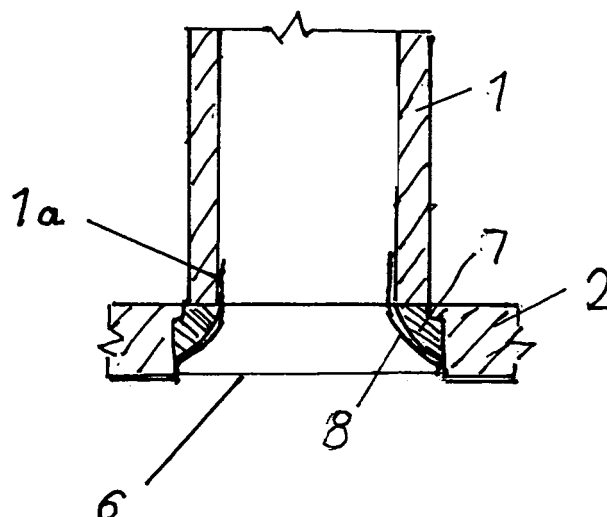


Fig. 2

EP 1 674 815 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher zum Kühlen eines Feststoffpartikel enthaltenden heißen Gases mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1.

[0002] Ein gattungsgemäßer Wärmetauscher ist aus der EP 0 567 674 B1 bekannt, der zur Kühlung von in einer Kohlevergasungsanlage erzeugtem Synthesegas dient. Bei dem bekannten Wärmetauscher ist die gaseintrittsseitige Rohrplatte zum Schutz gegen Erosion und Hochtemperaturkorrosion mit einer keramischen Schicht bedeckt. Die keramische Schicht besteht aus einzelnen nebeneinander angeordneten keramischen Tüllen, die im oberen Teil quaderförmige aneinander stoßende Außenkanten und im unteren Teil eine Öffnung aufweisen, die in die Wärmetauscherrohre hineinragt. Unter den Tüllen befindet sich auf der Rohrplatte, der Schweißnaht und den Rohreinläufen eine Schutzschicht aus metallischer Haftschrift und Keramikschrift. Diese Schutzschicht wird wirksam, wenn eine oder mehrere der Tüllen zerstört sind.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den gattungsgemäßen Wärmetauscher einfacher und wirksamer gegen Erosion zu schützen.

[0004] Die Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Wärmetauscher erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0005] Die kombinierte Schutzschicht lässt sich im Verlauf eines Beschichtungsvorganges auf alle gefährdeten Bereiche aufbringen und bietet sowohl bei senkrechtem als auch bei schrägem Aufprall der Feststoffpartikel einen optimalen Erosionsschutz. Es hat sich überraschend gezeigt, dass eine metallische Schutzschicht bei Aufprallwinkeln der Feststoffpartikel von 90 Grad zur Rohrplatte erosionsbeständiger ist als eine keramische Schutzschicht. Jedoch zeigt eine keramische Schicht bei Aufprallwinkeln um 45 Grad zur Rohrplatte - also bei schrägem Aufprall z. B. auf die Schweißnaht - eine bessere Erosionsbeständigkeit als die metallische Schicht.

[0006] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in Folgendem näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 den Längsschnitt durch den unteren Teil eines Wärmetauschers,
- Fig. 2 die Einzelheit Z nach Fig. 1,
- Fig. 3 eine Schutzschicht und
- Fig. 4 die Draufsicht auf eine Rohrplatte eines Wärmetauschers nach Fig. 1.

[0007] Von einem Wärmetauscher zur Kühlung von Spaltgas ist in Fig. 1 nur der eintrittsseitige Teil gezeigt. Der Wärmetauscher besteht aus einem Rohrbündel aus geraden Wärmetauscherrohren 1, die in jeweils einer Rohrplatte 2 zu beiden Seiten des Rohrbündels gehalten

sind. Das Rohrbündel ist von einem äußeren Mantel 3 umschlossen, der zusammen mit den jeweiligen Rohrplatten 2 einen von siedendem und unter hohem Druck stehendem Wasser durchflossenen Innenraum begrenzt. An die Rohrplatte 2 schließt sich auf der gezeigten Gaseintrittsseite und auf der nicht gezeigten Gasaustrittsseite jeweils eine Endkammer 4 an, die mit einem Stutzen 5 zur Zuführung oder Abführung des Gases versehen ist. Die Endkammer 4 erweitert sich konisch ausgehend von dem Stutzen 5 auf den Durchmesser der Rohrplatte 2. Alle Teile des Wärmetauschers sind aus einem warmfesten Stahl gefertigt.

[0008] Die Rohrplatte 2 ist von Bohrungen 6 durchdrungen, in die jeweils konzentrisch eines der Wärmetauscherrohre 1 eingesetzt und durch eine Schweißnaht 7 mit der Rohrplatte 2 verschweißt ist (Fig. 2). Die Schweißnaht 7 setzt an der Innenkante des Wärmetauscherrohres an und ist als konkav gewölbte Kehlnaht ausgebildet. Das durch die Endkammer herangeführte, heiße Gas trifft auf die Rohrplatte 2 und strömt durch die Bohrungen 6 der Rohrplatte 2 entlang der Schweißnaht 7 in die Wärmetauscherrohre 1. Die von dem Gas mitgeführten Feststoffpartikel treffen senkrecht auf die Stirnseite der Rohrplatte 2 und schräg auf die Schweißnaht 7 und führen dort zu Erosion. Erosion tritt auch infolge von Verwirbelung in dem Einlaufbereich der Wärmetauscherrohre 1 auf. Zum Schutz gegen Erosion sind die Stirnseite der Rohrplatte 2, die Schweißnaht 7 an der Innenkante jedes Wärmetauscherrohres 1 und der Einlaufbereich 1a der Wärmetauscherrohre 1 mit einer dreilagigen Schutzschicht 8 überzogen.

[0009] Gemäß Fig. 3 besteht die Schutzschicht 8 aus einer auf die Oberfläche der Rohrplatte 2, der Schweißnaht 7 an der Innenkante jedes Wärmetauscherrohres 1 und der Innenseite jedes Wärmetauscherrohres 1 im Einlaufbereich 1a aufgetragenen Haftschrift 9. Die Haftschrift 9 dient als Haftvermittler für die folgenden Schichten, die den eigentlichen Erosionsschutz bilden. Auf die Haftschrift 9 ist eine hochtemperatur- und erosionsbeständige Metallschicht 10 und auf die Metallschicht 10 ist eine hochtemperatur- und erosionsbeständige Keramikschrift 11 aufgebracht.

[0010] Die einzelnen Schichten werden durch Flamm-spritzen aufgetragen. Die Metallschicht 10 und die Haftschrift 9 bestehen jeweils aus einer Nickel-Basislegierung, die mit einem oder mehreren der Elemente Aluminium, Cer, Eisen, Molybdän und Silizium legiert ist. Die Keramikschrift 11 besteht aus mit Calcium stabilisiertem Zirkonoxid.

[0011] Die gesamte Schutzschicht 8 ist 0,5 bis 1,5 mm, vorzugsweise etwa 1 mm dick. Beispielsweise weist die Haftschrift 9 eine Dicke von etwa 0,1 bis 0,5 mm, vorzugsweise 0,2 mm, die Metallschicht 10 eine Dicke von etwa 0,2 bis 0,8 mm, vorzugsweise 0,4 mm, und die Keramikschrift 11 eine Dicke von etwa 0,1 bis 0,6 mm, vorzugsweise 0,3 mm, auf.

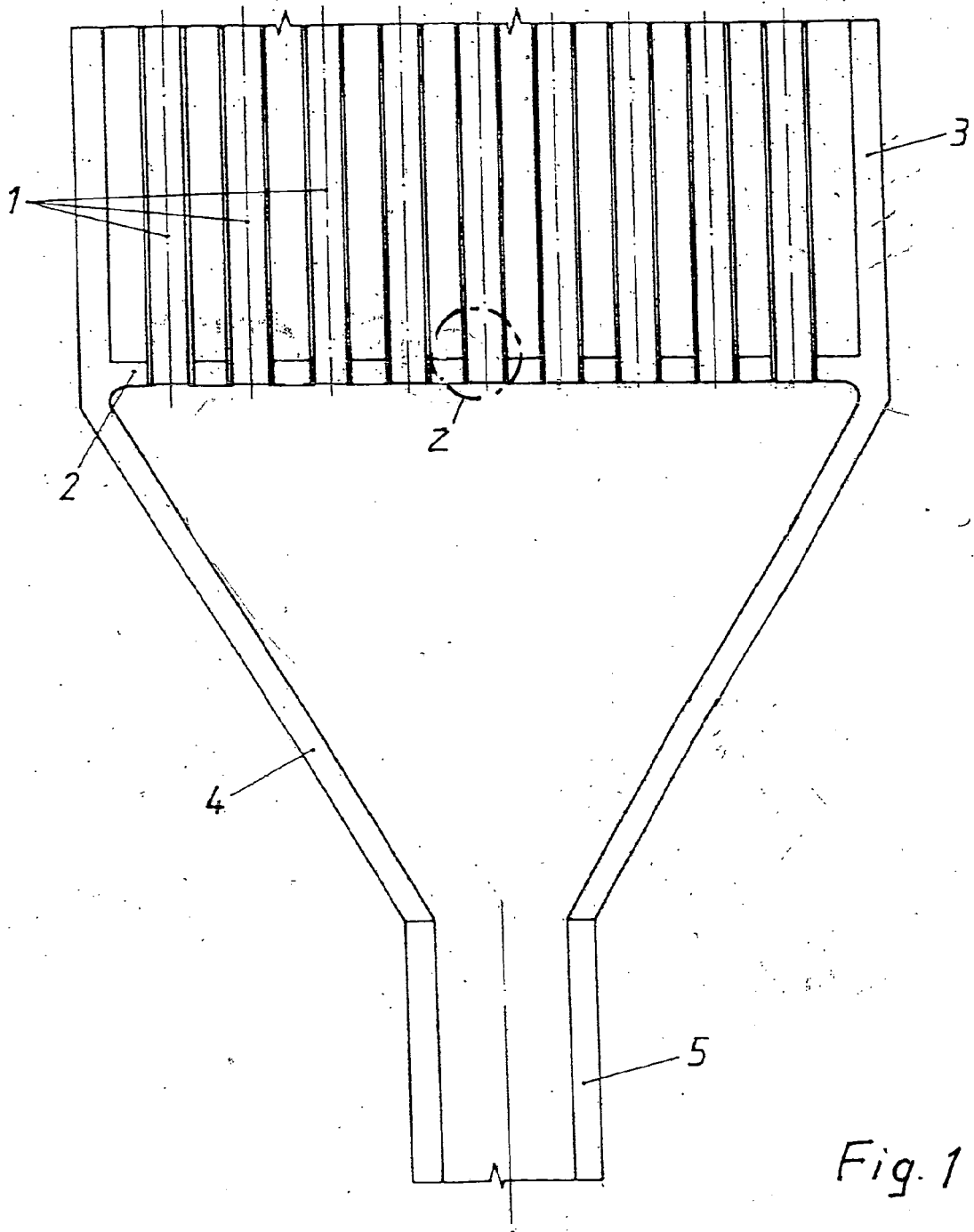
Patentansprüche

1. Wärmetauscher zum Kühlen eines Feststoffpartikel enthaltenden heißen Gases bestehend aus Wärmetauscherrohren (1), die von dem zu kühlenden Gas durchströmt, von einem Mantel (3) umgeben und an den Enden über eine Schweißnaht (7) in Bohrungen (6) von jeweils einer Rohrplatte (2) eingeschweißt sind, wobei die Stirnseite der gaseintrittsseitigen Rohrplatte (2), die Innenwand der Bohrungen (6), die Schweißnaht (7) und der Einlaufbereich (1a) der Wärmetauscherrohre (1) mit einer Schutzschicht (8) beschichtet sind, die aus einer metallischen Haftschrift (9) und einer hochtemperatur- und erosionsbeständigen Keramikschrift (11) besteht, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der metallischen Haftschrift (9) und der hochtemperatur- und erosionsbeständigen Keramikschrift (11) eine hochtemperatur- und erosionsbeständige Metallschrift (10) aufgebracht ist. 5
10
15
20
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallschrift (10) und die Haftschrift (9) jeweils aus einer Nickel-Basislegierung besteht, die mit Aluminium, Cer, Eisen, Molybdän und Silizium legiert ist. 25
3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Keramikschrift (11) aus mit Calcium stabilisiertem Zirkonoxid besteht. 30
4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (8) eine Gesamtdicke von 0,5 bis 1,5 mm aufweist. 35
5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haftschrift (9) eine Dicke von etwa 0,2 mm, die Metallschrift (10) eine Dicke von etwa 0,4 mm und die Keramikschrift (11) eine Dicke von etwa 0,3 mm aufweist. 40

45

50

55



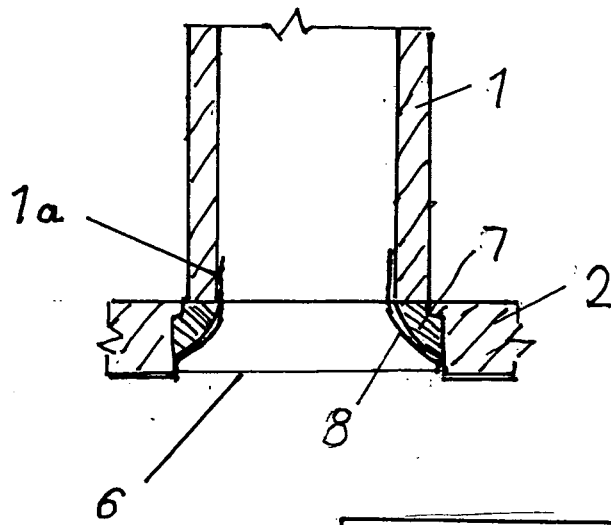


Fig. 2

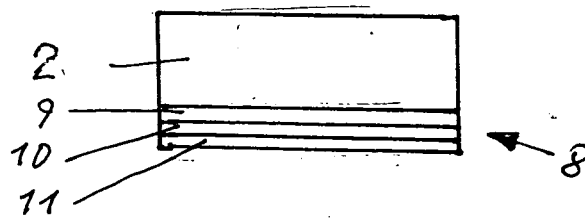


Fig. 3

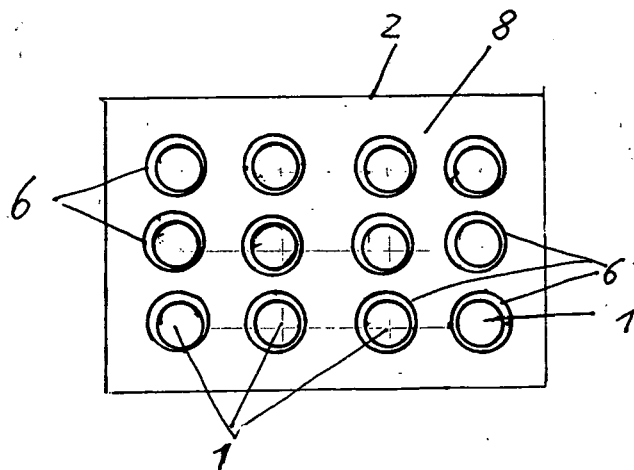


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 03 0220

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	EP 0 567 674 A (DEUTSCHE BABCOCK-BORSIG AKTIENGESELLSCHAFT) 3. November 1993 (1993-11-03) * Spalte 3, Zeile 19 - Zeile 36; Abbildungen *	1	F28F19/02 F28F9/18 C23C28/00
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 018, Nr. 517 (C-1254), 29. September 1994 (1994-09-29) -& JP 06 173034 A (HIROYUKI YOSHIURA), 21. Juni 1994 (1994-06-21) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	
A	----- FR 2 795 748 A (ELECTRICITE DE FRANCE - SERVICE NATIONAL) 5. Januar 2001 (2001-01-05) * Seite 8, Zeile 4 - Seite 9, Zeile 23; Abbildungen 1,2 *	1	
A	----- US 6 093 454 A (BRINDLEY ET AL) 25. Juli 2000 (2000-07-25) * Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 4, Zeile 45 * -----	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F28F C23C
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 24. Mai 2005	Prüfer Mootz, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 03 0220

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-05-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0567674	A	03-11-1993	EP	0567674 A1		03-11-1993
			DE	59200074 D1		31-03-1994
			JP	3362170 B2		07-01-2003
			JP	5306893 A		19-11-1993
			US	5246063 A		21-09-1993

JP 06173034	A	21-06-1994	KEINE			

FR 2795748	A	05-01-2001	FR	2795748 A1		05-01-2001
			WO	0102616 A1		11-01-2001

US 6093454	A	25-07-2000	US	5863668 A		26-01-1999

EPO FORM P0461

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