



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 344 838 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.09.2003 Patentblatt 2003/38

(51) Int Cl.7: **C21B 7/10**

(21) Anmeldenummer: **03004701.3**

(22) Anmeldetag: **04.03.2003**

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

(72) Erfinder:
• **Dratner, Christof**
49080 Osnabrück (DE)
• **Hugenschütt, Gerhard**
49191 Belm (DE)
• **Wobker, Hans-Günter, Dr.**
49565 Bramsche (DE)
• **Boert, Frank**
49134 Wallenhorst (DE)

(30) Priorität: **12.03.2002 DE 10210785**
30.04.2002 DE 10219518

(71) Anmelder: **KM Europa Metal Aktiengesellschaft**
49074 Osnabrück (DE)

(54) **Kühlelement**

(57) Ein Kühlelement aus Kupfer oder einer niedrig legierten Kupferlegierung ist als austauschbarer Bestandteil einer inneren Verkleidung eines Lichtbogen- oder Schachtofens gestaltet und in seinem Inneren von Kühlmittelkanälen (2, 3, 4) durchzogen. Die dem Innen-

ren des Lichtbogen- oder Schachtofens abgewandte Rückseite (5) des Kühlelements (1) ist durch sich in Richtung des Inneren des Lichtbogen- oder Schachtofens erstreckende Nuten (8, 9, 12, 13) in eine Mehrzahl von Flächensegmente (10) unterteilt.

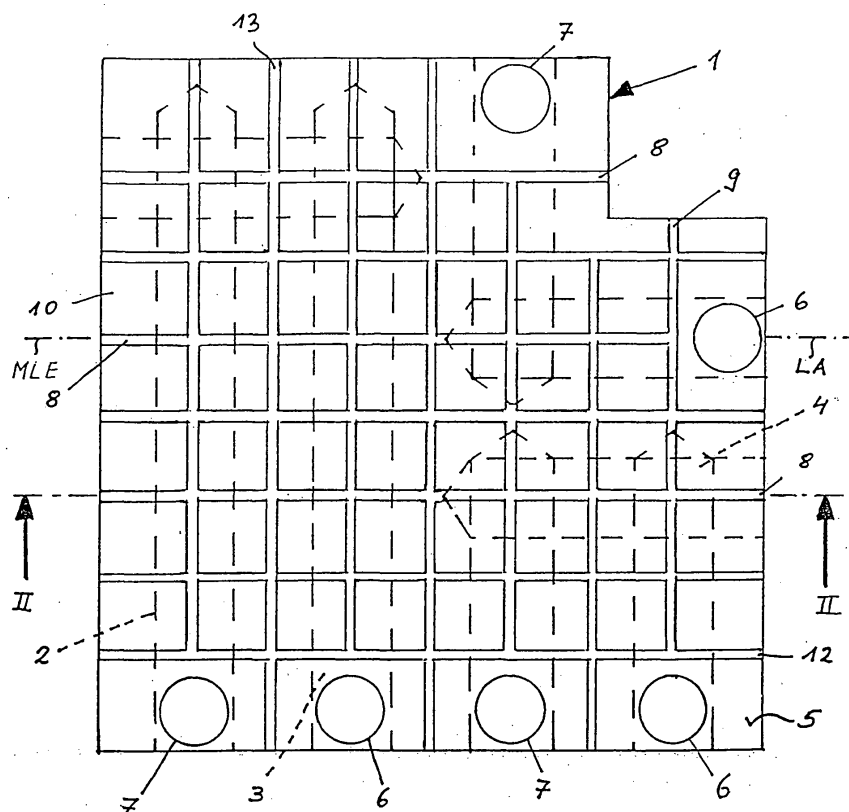


Fig. 1

EP 1 344 838 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kühlelement als austauschbaren Bestandteil einer inneren Verkleidung eines Lichtbogen- oder Schachtofens.

[0002] Es sind Kühlelemente für Schachtofen bekannt, die aus Kupfer oder einer niedrig legierten Kupferlegierung bestehen und aus einem geschmiedeten oder gewalzten Rohblock gefertigt sind (DE 29 07 511 C1). Im Inneren des Kühlelements sind in der Gebrauchslage vertikal verlaufende Kühlmittelkanäle angeordnet, die durch mechanisches Tiefbohren eingebracht sind. Auf der dem Inneren eines Schachtofens zugekehrten Seite des Kühlelements sind horizontal verlaufende Nuten zur Lagefixierung von feuerfestem Material eingearbeitet.

[0003] Beim Einsatz derartiger Kühlelemente in einem Lichtbogen- oder Schachtofen hat sich gezeigt, daß sich die Kühlelemente verformen, bedingt durch die in den Schmelzöfen herrschenden hohen Temperaturen. Durch die Schmelzzyklen treten in einem Lichtbogenofen zudem extreme Temperaturschwankungen auf.

[0004] Während einer Schmelzphase dehnt sich das Kühlelement thermisch bedingt aus, wobei die dem Ofeninneren zugewandte Elementenseite wesentlich höheren Temperaturen ausgesetzt ist als die rückwärtige Elementenseite. Fällt die Temperatur während oder nach dem Schmelzvorgang wieder ab, schrumpft das Kühlelement bedingt durch Gefügeveränderung auf der dem Inneren des Lichtbogen- oder Schachtofens zugewandten Elementenseite stärker als auf der außen liegenden Elementenseite. Dies führt zu einer zum Ofeninneren gerichteten Krümmung des Kühlelements, die mit zunehmender Einsatzdauer und den damit einhergehenden Temperaturwechseln zunimmt.

[0005] Eine verbesserte Formbeständigkeit kann dadurch erreicht werden, daß die dem Inneren des Lichtbogenofens zugewandte Elementenseite mittels sich in Richtung auf die Kühlmittelkanäle erstreckender gitterartig angeordneter Nuten in eine Vielzahl von Flächensegmenten unterteilt ist (DE 199 37 291 A1). Die einzelnen Flächensegmente ziehen sich beim Abkühlvorgang zwar lateral zusammen, allerdings sind diese Längenänderungen lokal auf das jeweilige Flächensegment begrenzt, so daß sich Spannungen nicht auf benachbarte Flächensegmente auswirken und im Ergebnis Eigenspannungen und Krümmungen der Kühlelemente wirkungsvoll reduziert werden können. Bei dieser Ausgestaltung der Kühlelemente kann es jedoch vorkommen, daß sich die Nuten im Betrieb mit hochfester Schlacke zusetzen, so daß beim Auftreten einer thermischen Wechselbeanspruchung wiederum Kräfte zwischen den einzelnen Flächensegmenten übertragen werden können, woraus letztlich eine unerwünschte Krümmung eines Kühlelements resultieren kann.

[0006] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Kühlelement als austauschbaren

Bestandteil einer inneren Verkleidung eines Lichtbogen- oder Schachtofens bereit zu stellen, das verbesserte Eigenschaften hinsichtlich seiner Formbeständigkeit besitzt.

[0007] Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in einem Kühlelement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0008] Hiernach ist ein Kühlelement aus Kupfer oder einer niedrig legierten Kupferlegierung von Kühlmittelkanälen durchzogen, wobei die dem Inneren eines Lichtbogen- oder Schachtofens abgewandte Rückseite des Kühlelements durch sich in Richtung zum Inneren dieser Schmelzöfen erstreckende Nuten in eine Mehrzahl von Flächensegmenten unterteilt ist. Der Vorteil, die Nuten auf der Rückseite des Kühlelements vorzusehen, besteht darin, daß sich die Nuten während des Betriebs nicht mit Schlacke zusetzen können und thermisch bedingte Längenänderungen der einzelnen Flächensegmente nicht in nachteiliger Weise auf benachbarte Flächensegmente übertragen werden können. Durch diese Ausgestaltung des Kühlelements behalten die Nuten die ihnen zugedachte Funktionalität als Dehnungsfuge über hohe Standzeiten bei, ohne daß die Gefahr gegeben ist, daß sich die Nuten zusetzen oder sich durch Eigenspannungen bedingte Verformungen ergeben.

[0009] In vorteilhafter Ausgestaltung des Erfindungsgedankens sind die Nuten im wesentlichen gitterförmig angeordnet. Das Gitter kann über die gesamte Rückseite eines Kühlelements gleichförmig gestaltet sein, wobei insbesondere quadratische oder rautenförmige Flächenelemente fertigungstechnisch besonders günstig realisierbar sind. Es ist im Rahmen der Erfindung auch vorstellbar, daß die gitterförmige Anordnung der Nuten bzw. der Flächensegmente bereichsweise variiert. Zum Beispiel können in Bereichen besonders hoher thermischer Beanspruchung mehr Nuten bzw. Flächensegmente vorgesehen sein als in Bereichen geringerer thermischer Beanspruchung, um durch diese Ausgestaltung bereichsweise differierende Eigenspannungen berücksichtigen zu können.

[0010] Als besonders vorteilhaft werden Nuten angesehen, die sich in Richtung der Kühlmittelkanäle erstrecken (Patentanspruch 2). Im Bereich der Kühlmittelkanäle treten die höchsten thermischen Schwankungen und damit auch Spannungsschwankungen auf, so daß in diesen Bereichen auch die thermisch bedingten Längenänderungen des Kühlelements am größten sind.

[0011] Es ist daher günstig, jedem Kühlkanal eine Nut zuzuordnen (Patentanspruch 3), wobei die Kühlmittelkanäle insbesondere im Fußbereich der ihnen zugeordneten Nuten verlaufen können (Patentanspruch 4).

[0012] Nach den Merkmalen des Patentanspruchs 5 liegen die Mittellängsachsen der Kühlmittelkanäle zumindest abschnittsweise in der Mittellängsebene der ihnen zugeordneten Nuten. Die Nuten sind vorzugsweise senkrecht in die Rückseite des Kühlelements eingebracht, so daß die Mittellängsebenen der Nuten senk-

recht zur Rückseite des Kühlelements verlaufen. Durch diese Ausrichtung der Mittellängsebenen auf die Mittellängsachsen der Kühlmittelkanäle ist eine besonders effektive Verringerung der thermisch bedingten Eigenspannungen in dem Kühlelement möglich.

[0013] Gegenstand des Patentanspruchs 6 ist, daß die zwischen dem Nutgrund einer Nut und der Rückseite des Kühlelements gemessene Nuttiefe über den Verlauf einer Nut variiert. Es ist zwar grundsätzlich möglich, daß eine Nut über ihren gesamten Verlauf eine konstante Nuttiefe besitzt, durch unterschiedliche Nuttiefen können allerdings Schwankungen des Temperaturverlaufs innerhalb des Kühlelements und damit auch lokal variierte Längenveränderungen vorteilhaft berücksichtigt werden.

[0014] Eine besonders wirkungsvolle Schwächung des infolge thermischer Wechselbeanspruchung in einem Kühlelement entstehenden Biegemoments wird bei einem Kühlelement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7 erreicht. Danach ist vorgesehen, daß die Nuttiefe beispielsweise größer oder gleich ist, als der kleinste gemessene Abstand zwischen der Rückseite des Kühlelements und den die Kühlmittelkanäle umgebenden Wandungen. Diese Ausgestaltung des Erfindungsgedankens berücksichtigt den Umstand, daß Nuten, die gewissermaßen zwischen zwei Kühlmittelkanälen angeordnet sind, in ihren Nuttiefen nur dann beschränkt sind, wenn ein Kühlmittelkanal den Verlauf der Nut kreuzt.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in schematischen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Kühlelement in Blickrichtung auf ihre Rückseite und

Figur 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II durch das Kühlelement der Figur 1.

[0016] Figur 1 zeigt ein Kühlelement 1 aus Kupfer oder einer niedrig legierten Kupferlegierung. Das Kühlelement 1 ist in seinem Inneren von mit unterbrochener Linie eingezeichneten Kühlmittelkanälen 2, 3, 4 durchsetzt, wobei an der Rückseite 5 des Kühlelements 1 für Fluid leitend miteinander verbundene Kühlmittelkanäle 2, 3 jeweils ein Kühlmittelinlaß 6 und einen Kühlmittelauslaß 7 angeordnet sind. Die Kühlmittelkanäle 2, 3, 4 erstrecken sich in diesem Ausführungsbeispiel in Vertikalrichtung und Horizontalrichtung.

[0017] In die Rückseite 5 des Kühlelements 1 sind sich in Richtung der Kühlmittelkanäle 2, 3, 4 erstreckende horizontal verlaufende Nuten 8 und vertikal verlaufende Nuten 9 eingebracht. Die horizontal verlaufenden Nuten 8 und vertikal verlaufenden Nuten 9 erstrecken sich unter Aussparung der Kühlmittelinlässe 6 und der Kühlmittelauslässe 7 über die gesamte Rückseite 5 des Kühlelements 1 und gliedern die Rückseite 5 in eine gitterartige Anordnung von Flächensegmenten 10. Bei

diesem Ausführungsbeispiel ist jedem Kühlmittelkanal 2, 3, 4 eine Nut 8, 9 zugeordnet, wobei die Kühlmittelkanäle 2, 3, 4 jeweils im Fußbereich 11 der ihnen zugeordneten Nuten 8, 9 verlaufen. Hierbei liegen die Mittellängsachsen LA der Kühlmittelkanäle 2, 3, 4 zumindest abschnittsweise in der Mittellängsebene MLE der ihnen zugeordneten Nuten 8, 9. Die Mittellängsebenen MLE der Nuten 8, 9 stehen bei diesem Ausführungsbeispiel senkrecht auf der Rückseite 5 des Kühlelements 1.

[0018] Zusätzlich zu den den Kühlmittelkanälen 2, 3, 4 zugeordneten Nuten 8, 9 sind sich ebenfalls in Richtung der Kühlmittelkanäle 2, 3, 4 erstreckende horizontal verlaufende Nuten 12 und vertikal verlaufende Nuten 13 in die Rückseite 5 des Kühlelements 1 eingebracht. Diese zusätzlichen Nuten 12, 13 sind so angeordnet, daß sie zu den benachbarten Nuten einen gleich bleibenden Abstand einnehmen, so daß sich ein gleichförmiges Gitter von Flächensegmenten 10 auf der Rückseite 5 des Kühlelements 1 ergibt.

[0019] Figur 2 zeigt einen horizontalen Querschnitt durch das Kühlelement 1 der Figur 1. Es wird deutlich, daß die zwischen der Rückseite 5 des Kühlelements 1 und dem Nutgrund 14 gemessene Nuttiefe T über den Verlauf der Nut 8 variiert. Die Nuttiefe T ist dabei abhängig von den innerhalb des Kühlelements 1 verlaufenden Kühlmittelkanälen 2, 3, 4, die sich entweder in Richtung der Nut 8 erstrecken oder aber ihren Verlauf kreuzen, wie in diesem Ausführungsbeispiel die Nuten 2 und 3. Da eine die Kühlmittelkanäle 2, 3, 4 umgebende Wandung 15 in jedem Fall vorhanden sein muß, kann die Nuttiefe T nur in den Bereichen größer sein als der kleinste zwischen der Rückseite 5 des Kühlelements 1 und den Wandungen 15 gemessene Abstand, in denen keine Kühlmittelkanäle 2, 3, 4 verlaufen. Dadurch ergibt sich der in Figur 2 beispielhaft dargestellte Verlauf.

[0020] Auf der dem Inneren des Lichtbogen- oder Schachtofens zugewandten Seite 16 des Kühlelements 1 kann in nicht näher dargestellter Weise vollständig oder nur bereichsweise eine Wärmedämmschicht 17 angeordnet sein, die beispielsweise auch durch Schlackeablagerungen gebildet sein kann.

Bezugszeichenaufstellung

[0021]

- 1 - Kühlelement
- 2 - Kühlmittelkanal
- 3 - Kühlmittelkanal in 2
- 4 - Kühlmittelkanal in 2
- 5 - Rückseite v. 1
- 6 - Kühlmittelinlaß
- 7 - Kühlmittelauslaß
- 8 - Nut in 5
- 9 - Nut in 5
- 10 - Flächensegment v. 5
- 11 - Fußbereich v. 8, 9
- 12 - Nut in 5

13 -	Nut in 5	
14 -	Nutgrund	
15 -	Wandung v. 4	
16 -	Seite v. 1	
17 -	Wärmedämmschicht	5
LA -	Mittellängsachse v. 2, 3, 4	
MLE -	Mittellängsebene v. 8, 9	
T -	Nuttiefe	10

Patentansprüche

1. Kühlelement als austauschbarer Bestandteil einer inneren Verkleidung eines Lichtbogen- oder Schachtofens, welches aus Kupfer oder einer niedrig legierten Kupferlegierung besteht und von Kühlmittelkanälen (2, 3, 4) durchzogen ist, wobei die dem Inneren des Lichtbogen- oder Schachtofens abgewandte Rückseite (5) des Kühlelements (1) durch sich in Richtung zum Inneren des Lichtbogen- oder Schachtofens erstreckende Nuten (8, 9, 11, 13) in eine Mehrzahl von Flächensegmente (10) unterteilt ist. 15 20 25
2. Kühlelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Nuten (8, 9) in Richtung der Kühlmittelkanäle (2, 3, 4) erstrecken. 30
3. Kühlelement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** jedem Kühlmittelkanal (2, 3, 4) eine Nut (8, 9) zugeordnet ist. 35
4. Kühlelement nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kühlmittelkanäle (2, 3, 4) im Fußbereich (11) der ihnen zugeordneten Nuten (8, 9) verlaufen. 40
5. Kühlelement nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittellängsachsen (LA) der Kühlmittelkanäle (2, 3, 4) zumindest abschnittsweise in der Mittellängsebene (MLE) der ihnen zugeordneten Nuten (8, 9) liegen. 45
6. Kühlelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zwischen dem Nutgrund (14) einer Nut (8) und der Rückseite (5) des Kühlelements (1) gemessene Nuttiefe (T) über den Verlauf einer Nut (8, 9, 13, 14) variiert. 50
7. Kühlelement nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Nuttiefe (T) einer Nut (8, 9, 13, 14) bereichsweise größer oder gleich ist, als der kleinste zwischen der Rückseite (5) des Kühlelements (1) und den die Kühlmittelkanäle (2, 3, 4) umgebenden Wandungen (15) gemessene Abstand. 55

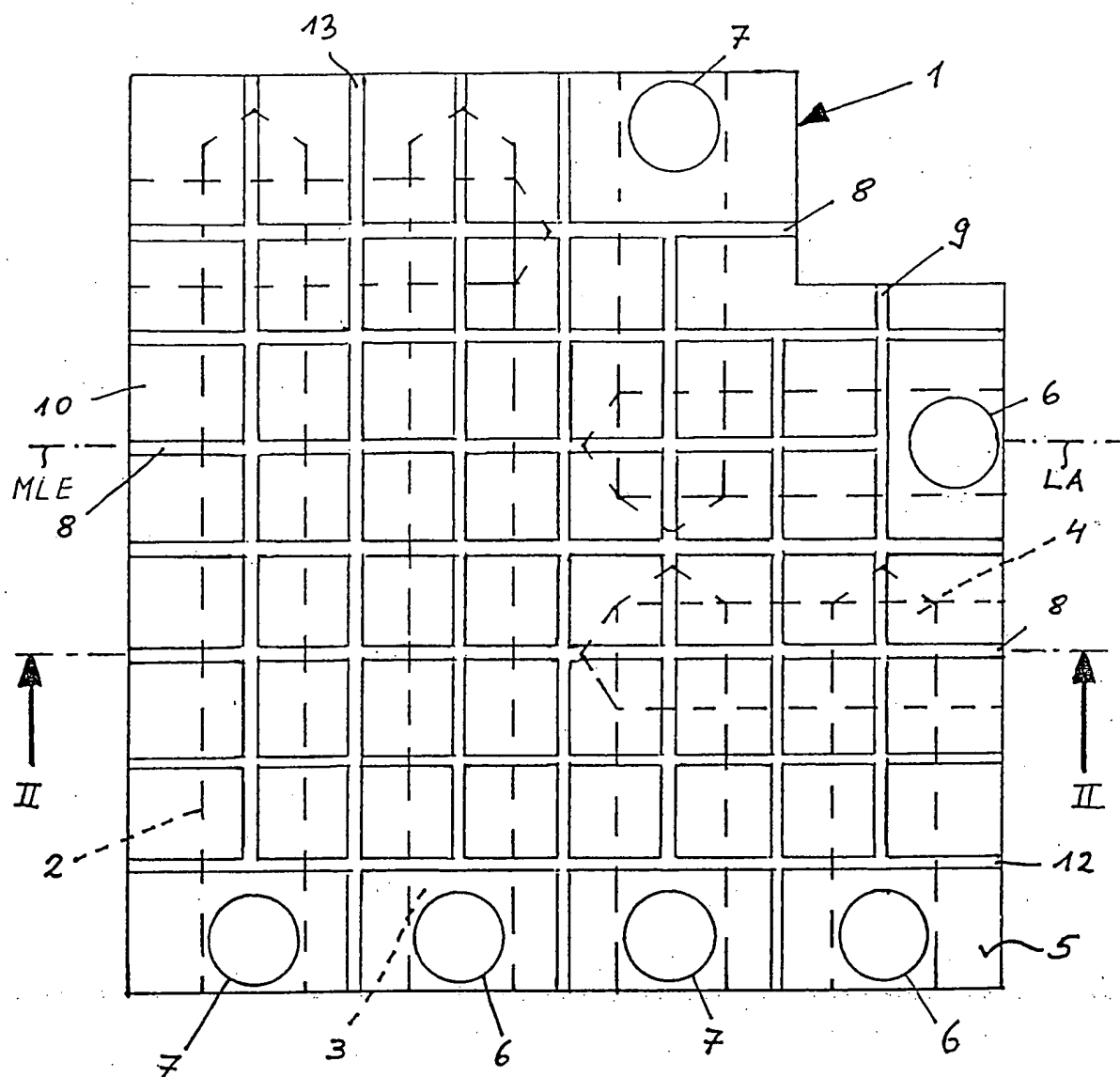


Fig. 1

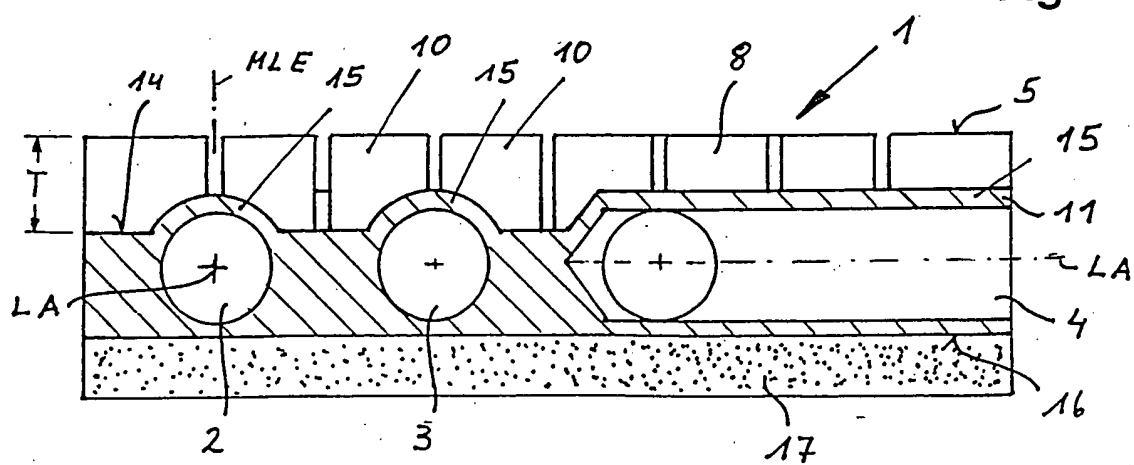


Fig. 2