

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 420 912 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.07.2005 Patentblatt 2005/29

(51) Int Cl.7: **B22D 11/124**, B05B 1/04,
B21B 45/02

(21) Anmeldenummer: **02796224.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/009039

(22) Anmeldetag: **13.08.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/018232 (06.03.2003 Gazette 2003/10)

(54) **VORRICHTUNG ZUM KÜHLEN VON MATERIAL DURCH ERZEUGEN EINES FLACHSTRAHLS**
DEVICE FOR COOLING MATERIAL BY CREATING A FAN JET
DISPOSITIF POUR REFROIDIR DE LA MATIERE PAR PRODUCTION D'UN JET PLAN

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

(74) Vertreter: **Harlacher, Mechthild**
E.ON Ruhrgas AG,
Huttropstrasse 60
45138 Essen (DE)

(30) Priorität: **27.08.2001 DE 20114136 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.05.2004 Patentblatt 2004/22

(56) Entgegenhaltungen:
DE-U- 20 114 136 FR-A- 1 151 450
GB-A- 606 036

(73) Patentinhaber: **LOI Thermprocess GmbH**
45141 Essen (DE)

(72) Erfinder:
• **KUEHN, Friedhelm**
45472 Muelheim an der Ruhr (DE)
• **LAIQUDDIN, Sahibzada Saeedurrahman**
46282 Dorsten (DE)

• **DATABASE WPI Section Ch, Week 197746**
Derwent Publications Ltd., London, GB; Class
M21, AN 1977-82372Y XP002222670 & NL 7 604
452 A (HOOGOVS IJMUIDEN BV), 31. Oktober
1977 (1977-10-31) -& NL 7 604 452 A
(HOOGOVS IJMUIDEN BV) 31. Oktober 1977
(1977-10-31)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 420 912 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Kühlen von platten- oder bahnförmigem Material durch Erzeugen eines Flachstrahls, der auf das zu kühlende Material gerichtet ist, mit einem Gehäuse, das mit mindestens einem Anschluss zum Einleiten eines Kühlmediums versehen ist und das eine Flachstrahl-Düse bildet; mit einer Verteilerplatte, die mit einer Durchtrittsöffnung versehen ist, über die die Flachstrahl-Düse mit dem Kühlmedium beaufschlagt wird.

[0002] Derartige Vorrichtungen dienen vor allem zum gesteuerten Kühlen von Blechen und Bändern in der stahlverarbeitenden Industrie. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Kunststoffverarbeitung.

[0003] Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist aus der FR-A1 151 450 bekannt. Zwei Wände eines Gehäuses bilden eine Flachstrahl-Düse. Im Gehäuse sind hintereinander zwei Verteilerplatten mit Durchtrittsöffnungen angeordnet, um den Austritt der Kühlflüssigkeit zu vergleichmäßigen.

[0004] Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, dass geschweißte Konstruktionen zumindest dann nicht mehr in der Lage sind, eine sehr gleichmäßige Abkühlung zu erzielen, wenn mit extrem breiten Flachstrahlen in der Größenordnung von fünf Metern gearbeitet wird. Selbst nach sorgfältigem Spannungsfreiglühen führen die thermischen Belastungen zu einem Verziehen der Schweißkonstruktion. Immerhin befindet sich die Düse in geringem Abstand oberhalb oder unterhalb des zu kühlenden Materials und ist dementsprechend einer erheblichen Wärmestrahlung ausgesetzt. Ein Verziehen der Schweißkonstruktion wirkt sich insbesondere auf die Konfiguration der Düse nachteilig aus. Die Düse kann sich bogenförmig verformen, und zwar sowohl in Transportrichtung als auch senkrecht hierzu. Auch kann sie sich verwinden. Ferner kann die Verformung dazu führen, dass die Dicke des Flachstrahls über der Flachstrahlbreite variiert. Sämtliche dieser Verformungen bringen den Nachteil mit sich, dass das Material über seine Breite ungleichmäßig gekühlt wird. Entsprechende Qualitätseinbußen sind die Folge.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung dieser Art zu schaffen, die über eine große Bearbeitungsbreite verfügt und dennoch in der Lage ist, den Kühlprozess sehr gleichmäßig durchzuführen und auf diese Weise eine hohe Bearbeitungsqualität zu gewährleisten. Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Vorrichtung nach der Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse aus einem ersten Gehäuse und einem zweiten Gehäuse gebildet wird, die aus Gussstahl bestehen, miteinander verbunden sind und zwischen sich die Verteilerplatte einspannen, wobei sich das erste Gehäuse über die Breite der Flachstrahl-Düse erstreckt und dass eine Leiste mit der ersten Wand des ersten Gehäuses verbunden ist und gemeinsam mit der zweiten Wand des ersten Gehäuses die Flachstrahl-Düse bildet.

[0006] Die Erfindung arbeitet mit den beiden mitein-

ander verbundenen Gehäusen, die aus Gussstahl bestehen und zwischen sich die Verteilerplatte einspannen. Auf diese Weise entsteht eine starre, verwindungsfreie Konstruktion, die selbst bei extremer Flachstrahlbreite hohen thermischen Belastungen standhält, ohne dass es zu einer Verformung der Düse kommt. Der Kühlprozess läuft also sehr gleichmäßig ab, so dass Bleche hoher Qualität erzeugt werden können.

[0007] Das zweite Gehäuse, das sich vorzugsweise ebenfalls über die Breite des Flachstrahls erstreckt, nimmt das Kühlmedium auf und gibt es über die Verteilerplatte gleichmäßig an den Innenraum des ersten Gehäuses ab. Entsprechend gleichmäßig ist die Beaufschlagung der Düse über der Breite des Flachstrahls.

[0008] Dieser Effekt lässt sich noch dadurch verbessern, dass das zweite Gehäuse eine Mehrzahl von Anschlüssen zum Einleiten des Kühlmediums aufweist und dass deren Fläche mindestens der Fläche der Durchtrittsöffnungen der Verteilerplatte entspricht.

[0009] Ferner lässt sich die Stabilität der Konstruktion noch dadurch erhöhen, dass der Innenraum des ersten und/oder des zweiten Gehäuses mit in Strömungsrichtung verlaufenden Gussstegen versehen ist. Insgesamt ergibt sich eine relativ flache, aufrechte Baugruppe, die aufgrund der Gusskonstruktion der beiden Gehäuse und der Einspannung der Verteilerplatte auch bei extremer Länge verwindungssteif und thermisch hochbelastbar ist.

[0010] Die Gussstege des ersten Gehäuses enden in einem Abstand vor der Düse, der vorzugsweise mindestens dem eineinhalbfachen der Düsenlänge entspricht. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die durch die Gussstege verursachten Störungen der Strömung abgeklungen sind, bevor das Kühlmedium in die Düse eintritt.

[0011] Die Länge der Düse beträgt vorzugsweise 10 mm bis 40 mm, um einer Strahlaufweitung nach dem Austritt aus der Düse zu begegnen.

[0012] In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Leiste auf der Außenfläche der ersten Wand des ersten Gehäuses angeordnet ist. Die Leiste kann also nicht zu einer Schwächung der Gehäusekonstruktion führen. Außerdem treten keine Abdichtungsprobleme auf. Undichtigkeiten würden die Gleichmäßigkeit des Flachstrahls beeinträchtigen und eine entsprechende Qualitätsminderung des Arbeitsergebnisses bewirken.

[0013] Unter diesem Gesichtspunkt ist es besonders vorteilhaft, dass die Leiste metallisch abdichtend an der Außenfläche der ersten Wand des ersten Gehäuses anliegt.

[0014] Vorzugsweise stützt sich die Leiste an einer aus der ersten Wand des ersten Gehäuses vorstehenden Schulter ab. Hierdurch wird ebenfalls die Steifigkeit der gesamten Konstruktion gesteigert.

[0015] In Weiterbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Dicke des Flachstrahls, die vorzugsweise 1 mm bis 4 mm beträgt, über eine zwischen der

Leiste und der Schulter angeordnete Unterlegleiste einstellbar ist. Es hat sich gezeigt, dass Unterlegleisten am besten geeignet sind, eine exakte DüsenEinstellung auch bei großer Düsenerstreckung zuverlässig zu ermöglichen.

[0016] Vorzugsweise ist die erste Wand des ersten Gehäuses abgewinkelt und so ausgeführt, dass sie im Düsenbereich senkrecht zur zweiten Wand ausgerichtet ist.

[0017] Die Düse wird zwischen planparallelen Flächen gebildet, von denen die eine an der Leiste und die andere an der zweiten Wand des ersten Gehäuses angeordnet ist. Dabei kann die Anordnung so getroffen werden, daß die beiden Gehäuse eine aufrechte, lotrecht zu dem zu kühlenden Material angeordnete Baugruppe bilden, wobei die erste Wand des ersten Gehäuses um 40° bis 50° abgewinkelt ist, so daß also der Flachstrahl ebenfalls unter einem Winkel von 90° bis 50° auf das zu kühlende Material auftrifft.

[0018] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in:

Figur 1 einen Vertikalschnitt durch eine Vorrichtung nach der Erfindung.

[0019] Die Vorrichtung dient zum Erzeugen eines Flachstrahls, der gegen ein Stahlblech 1 gerichtet ist. Das Stahlblech 1 wird von links nach rechts in Figur 1 transportiert. Die Breite des Flachstrahls, gemessen senkrecht zur Zeichenebene von Figur 1, beträgt fünf Meter.

[0020] Die Vorrichtung weist ein erstes Gehäuse 2 aus Gußstahl auf, das sich über die gesamte Breite des Flachstrahls erstreckt. Es besteht im wesentlichen aus einer ersten Wand 3 und einer zweiten Wand 4, die über Gußstege 5 sowie nicht dargestellte Stirnwände miteinander verbunden sind.

[0021] Auf der Außenfläche der ersten Wand 3 ist eine Leiste 6 angeordnet, die mit der zweiten Wand 4 eine Flachstrahl-Düse bildet. Die erste Wand 3 ist abgewinkelt, und die zweite Wand 4 ist so geführt, daß sie im Düsenbereich mit der ersten Wand 3 einen rechten Winkel bildet. Aus dieser Konfiguration resultiert derjenige Winkel, unter dem der Flachstrahl auf das Stahlblech 1 auftrifft.

[0022] Die Länge der Düse beträgt im vorliegenden Falle 20 mm. Damit ist gewährleistet, daß sich die Dicke des Flachstrahls nach dem Austritt aus der Düse nur unwesentlich aufweitet.

[0023] Die Gußstege 5 enden in einem Abstand vor der Düse, der dem Mehrfachen der Düsenlänge entspricht. Die durch die Gußstege 5 hervorgerufenen Störungen in der Strömung des Kühlmediums sind also bereits abgeklungen, wenn das Kühlmedium in die Düse eintritt. Eine sehr gleichmäßige Ausbildung des Flachstrahls ist die Folge.

[0024] Die Anordnung der Leiste 6 auf der Außenfläche der ersten Wand 3 des ersten Gehäuses 2 trägt zur Erhöhung der Stabilität des ersten Gehäuses 2 bei. Dabei ist die Anordnung so getroffen, daß die Leiste 6 metallisch abdichtend an der Außenfläche der ersten Wand 3 anliegt. Undichtigkeiten, die zur Störung des Flachstrahls führen könnten, werden also vermieden.

[0025] Die Leiste 6 ist mittels einer Schraube 7 gegen die Außenfläche der ersten Wand 3 gespannt. Außerdem stützt sich die Leiste 6 an einer aus der ersten Wand 3 des ersten Gehäuses 2 vorstehenden Schulter 8 ab. Die Höhe des Düsenpaltes, also die Dicke des Flachstrahls, wird von einer Unterlegleiste 9 bestimmt, die zwischen der Leiste 6 und der Schulter 8 angeordnet ist und von einer zusätzlichen Schraube 10 fixiert wird. Bei einer Änderung der Düse wird die Unterlegleiste 9 ausgetauscht.

[0026] Im Abstand zur Leiste 6 ist das erste Gehäuse 2 mit einem zweiten Gehäuse 11 verschraubt. Letzteres besteht ebenfalls aus Gußstahl und erstreckt sich einteilig, wie auch das erste Gehäuse 2, über die gesamte Breite des Flachstrahls. In seinem Inneren ist auch das zweite Gehäuse 11 mit Gußstegen 12 versehen.

[0027] Zwischen den beiden Gehäusen 2 und 11 ist eine Verteilerplatte 13 eingespannt. Sie weist Durchtrittsöffnungen 14 für das Kühlmedium auf. Die beiden aus Stahl bestehenden Gehäuse 2 und 11 bilden unter Zwischenschaltung der Verteilerplatte 13 einen starren Verbund, der auch unter den herrschenden thermischen Belastungen formstabil bleibt. Der Flachstrahl kann also ungestört und in definierter Formation auf das Stahlblech 1 auftreffen. Dadurch läßt sich ein optimales Kühlresultat erzielen, woraus eine hohe Werkstoffqualität resultiert.

[0028] Das zweite Gehäuse 11 ist mit einer Mehrzahl von Anschlüssen 15 zum Einleiten des Kühlmittels versehen. Das Kühlmittel tritt in den Innenraum des zweiten Gehäuses 11 ein und wird von der Verteilerplatte 13 gleichmäßig über die Breite des Strahls verteilt. Durch die Durchtrittsöffnungen 14 gelangt es sodann in den Innenraum des ersten Gehäuses 2 und an dessen Austrittsende in die Flachstrahl-Düse. Die Anordnung ist so getroffen, daß die Anschlüsse 15 insgesamt eine Durchtrittsfläche definieren, die mindestens der Summe der Durchtrittsflächen der Durchtrittsöffnungen 14 entspricht, wobei sich mit zunehmendem Verhältnis die Verteilung des Kühlmediums verbessert.

[0029] Im Rahmen der Erfindung sind durchaus Abwandlungsmöglichkeiten gegeben. Dies gilt beispielsweise für den Winkel, unter dem der Flachstrahl auf das Werkstück auftrifft. Auch muß die Erstreckung des zweiten Gehäuses in Flachstrahl-Breitenrichtung nicht unbedingt der des ersten Gehäuses entsprechen, obwohl gleiche Abmaße im Hinblick auf die Stabilität der Gesamtanordnung vorzuziehen sind. Auf die Gußstege des ersten und/oder des zweiten Gehäuses kann ggf. verzichtet werden. Auch hier allerdings gilt, daß die Stabilität der Anordnung insbesondere bei breiten Flach-

strahlen durch die Gußstege gefördert wird. Im übrigen erfüllen die Gußstege neben ihrer Festigkeitsfunktion auch eine Funktion als Strömungsleiteinrichtungen. Letzteres gilt auch für die Verteilerplatte. Die metallische Abdichtung zwischen der Leiste und dem ersten Gehäuse kann durch ein eingelegtes Dichtelement ersetzt oder ergänzt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Kühlen von platten- oder bahnförmigem Material durch Erzeugen eines Flachstrahls, der auf das zu kühlende Material gerichtet ist, mit einem Gehäuse, das mit mindestens einem Anschluss zum Einleiten eines Kühlmediums versehen ist und das eine Flachstrahl-Düse bildet, mit einer Verteilerplatte, die mit einer Durchtrittsöffnung (14) versehen ist, über die die Flachstrahl-Düse mit dem Kühlmedium beaufschlagt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gehäuse aus einem ersten Gehäuse (2) und einem zweiten Gehäuse (11) gebildet wird, die aus Gussstahl bestehen, miteinander verbunden sind und zwischen sich die Verteilerplatte (13) einspannen,
wobei sich das erste Gehäuse (2) über die Breite der Flachstrahl-Düse erstreckt, und dass eine Leiste (6) mit der ersten Wand (3) des ersten Gehäuses (2) verbunden ist und gemeinsam mit der zweiten Wand (4) des ersten Gehäuses (2) die Flachstrahl-Düse bildet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zweite Gehäuse (11) eine Mehrzahl von Anschlüssen (15) zum Einleiten des Kühlmediums aufweist und dass deren Fläche mindestens der Fläche der Durchtrittsöffnungen (14) der Verteilerplatte (13) entspricht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Innenraum des ersten und/oder des zweiten Gehäuses (2, 11) mit in Strömungsrichtung verlaufenden Gussstegen (5, 12) versehen ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Gussstege (5) des ersten Gehäuses (2) in einem Abstand von der Düse enden, der mindestens dem eineinhalbfachen der Düsenlänge entspricht.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Länge der Düse 10 mm bis 40 mm beträgt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leiste (6) auf der Außenfläche der ersten Wand (3) des ersten Gehäuses (2) angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leiste (6) metallisch abdichtend an der Außenfläche der ersten Wand (3) des ersten Gehäuses (2) anliegt.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Leiste (6) an einer aus der ersten Wand (3) des ersten Gehäuses (2) vorstehenden Schulter (8) abstützt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dicke des Flachstrahls über eine zwischen der Leiste (6) und der Schulter (8) angeordnete Unterlegleiste (9) einstellbar ist
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Wand (3) des ersten Gehäuses (2) abgewinkelt und so ausgeführt ist, dass sie im Düsenbereich senkrecht zur zweiten Wand (4) ausgerichtet ist.

Claims

1. Device for cooling slab or sheet material by creating a fan jet which is directed at the material to be cooled, comprising a housing which is provided with at least one connection for introducing a cooling medium and which forms a fan jet nozzle, a distributor plate which is provided with an orifice (14) through which the fan jet nozzle is supplied with cooling medium,
characterised in that,
the housing consists of a first housing (2) and a second housing (11) which are made of cast steel, connected to each other and between which the distributor plate (13) is clamped, the first housing (2) stretches over the width of the fan jet nozzle, and further **characterised in that** a bar (6) is connected to the first wall (3) of the first housing (2) and forms together with the second wall (4) of the first housing (2) the fan jet nozzle.
2. Device according to claim 1,
characterised in that
the second housing (11) exhibits a plurality of connections (15) for introducing the cooling medium and that their surface area corresponds at least to the surface area of the orifices (14) of the distributor plate (13).

3. Device according to claim 1 or 2,
characterised in that
the interior of the first and/or the second housing (2, 11) is provided with cast bridges (5, 12) running in the direction of flow. 5
4. Device according to claim 3,
characterised in that
the cast bridges (5) of the first housing (2) end at a distance from the nozzle which corresponds at least to one and a half times the nozzle length. 10
5. Device according to any one of claims 1 through 4,
characterised in that
the length of the nozzle is 10 mm to 40 mm. 15
6. Device according to any one of claims 1 through 5,
characterised in that
the bar (6) is arranged on the outer surface of the first wall (3) of the first housing (2). 20
7. Device according to claim 6,
characterised in that
the bar (6) rests on the outer surface of the first wall (3) of the first housing (2) to form a metallic seal. 25
8. Device according to any one of claims 1 through 7,
characterised in that
the bar (6) rests on a shoulder (8) protruding from the first wall (3) of the first housing (2). 30
9. Device according to claim 8,
characterised in that
the thickness of the fan jet can be set using a shim plate (9) arranged between the bar (6) and the shoulder (8). 35
10. Device according to any one of claims 1 through 9,
characterised in that
the first wall (3) of the first housing (2) is bent and designed such that it is directed vertical to the second wall (4) in the nozzle zone. 40

Revendications 45

1. Dispositif pour refroidir de la matière en forme de plaques ou bandes par production d'un jet plan qui est dirigé sur la matière à refroidir, avec une enveloppe dotée d'au moins un raccordement pour l'injection d'un fluide refroidisseur et qui forme un injecteur de jet plan, avec une plaque de distribution dotée d'une orifice de passage (14) à travers de laquelle l'injecteur de jet plan est alimenté en le fluide refroidisseur, 50
caractérisé par le fait
que l'enveloppe est formée par une première boîte (2) et une deuxième boîte (11), fabriquées en acier

coulé, liées l'une à l'autre et serrant entre elles la plaque de distribution (13), la première boîte (2) s'étendant sur la largeur de l'injecteur de jet plan, et qu'une barre (6) est liée à la première paroi (3) de la première boîte (2), formant avec la deuxième paroi (4) de la première boîte (2) l'injecteur de jet plan.

2. Dispositif suivant la revendication 1,
caractérisé par le fait
que la deuxième boîte (11) présente une pluralité de raccords (15) pour l'injection du fluide refroidisseur et que leur surface correspond au moins à la surface des orifices de passage (14) de la plaque de distribution (13).
3. Dispositif suivant l'une des revendications 1 ou 2,
caractérisé par le fait
que l'intérieur de la première et/ou de la deuxième boîte (2, 11) est munie de barreaux coulés (5, 12) s'étendant en direction de l'écoulement.
4. Dispositif suivant la revendication 3,
caractérisé par le fait
que les barreaux coulés (5) de la première boîte (2) finissent à une distance de l'injecteur qui correspond au moins à une fois et demie la longueur de l'injecteur.
5. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé par le fait
que la longueur de l'injecteur est de 10 mm à 40 mm.
6. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé par le fait
que la barre (6) est disposée sur la surface extérieure de la première paroi (3) de la première boîte (2).
7. Dispositif suivant la revendication 6,
caractérisé par le fait
que la barre (6) adhère par contact métallique étanche à la surface extérieure de la première paroi (3) de la première boîte (2).
8. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 7,
caractérisé par le fait
que la barre (6) s'appuie sur une épaule (8) saillante de la première paroi (3) de la première boîte (2).
9. Dispositif suivant la revendication 8,
caractérisé par le fait
que l'épaisseur du jet plan peut être réglée à l'aide d'une barre de calage (9) disposée entre la barre (6) et l'épaule (8).
10. Dispositif suivant l'une des revendications 1 à 9,

caractérisé par le fait

que la première paroi (3) de la première boîte (2) est coudée et conçue de la sorte qu'elle est dirigée, au niveau de l'injecteur, verticalement par rapport à la deuxième paroi (4).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG.1

