



(10) **DE 11 2014 003 247 B4** 2024.05.29

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 003 247.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2014/003598**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/004899**
(86) PCT-Anmeldetag: **07.07.2014**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.01.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **07.04.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **29.05.2024**

(51) Int Cl.: **F28F 1/30 (2006.01)**
F28F 1/32 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2013-146325 12.07.2013 JP

(73) Patentinhaber:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

(72) Erfinder:
Nakamura, Mitsugu, Kariya-City, Aichi-Pref., JP;
Shimoya, Masahiro, Kariya-City, Aichi-Pref., JP;
Nakabou, Tadashi, Kariya-City, Aichi-Pref., JP

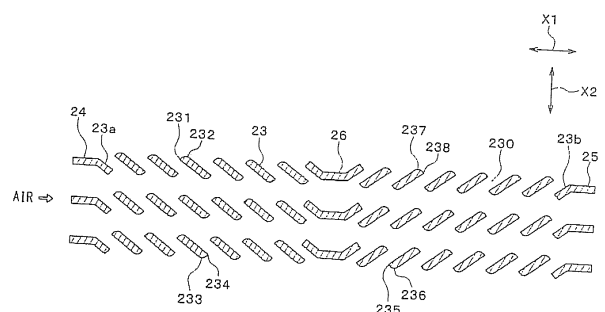
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2006 / 0 169 443	A1
US	5 360 060	A
EP	0 881 450	A1
WO	2005/ 017 436	A2
WO	2005/ 066 566	A1
JP	S61- 46 756	B2
JP	2004- 263 881	A

(54) Bezeichnung: **Rippe für Wärmetauscher**

(57) Hauptanspruch: Rippe (2) für einen Wärmetauscher, wobei die Rippe (2) mit einer Außenoberfläche eines Wärmeaustauschobjekts (1) verbunden ist und einen Wärmeaustausch zwischen dem Wärmeaustauschobjekt (1) und einem Fluid, das um das Wärmeaustauschobjekt (1) herum strömt, erleichtert, wobei die Rippe (2) umfasst: flache Abschnitte (21), die im Wesentlichen parallel zu einer Strömungsrichtung des Fluids sind; einen Gratabschnitt (22), der benachbarte zwei der flachen Abschnitte (21) verbindet; und Lüftungsschlitze (23), die in den flachen Abschnitten (21) entlang einer Luftströmungsrichtung (X1) des Fluids angeordnet sind, wobei die flachen Abschnitte (21) und der Gratabschnitt (22) in einer ersten Schnittoberfläche senkrecht zu der Strömungsrichtung des Fluids als ein Ganzes gewellt sind, die Lüftungsschlitze (23) von den flachen Abschnitten (21) in einem vorgegebenen Schnitt-und-Erhöhungswinkel (θ) geschnitten und erhöht sind, und eine Dicke jedes flachen Abschnitts (21) als t definiert ist, ein Lüftungsschlitzabstand der Lüftungsschlitze (23) als PL definiert ist und die Dicke (t) jedes flachen Abschnitts (21) und der Lüftungsschlitzabstand (PL) eine Beziehung von

$0,035 \leq t/PL \leq 0,29$ erfüllen, und zwei von vier Ecken (231, 232, 233, 234) wenigstens eines der Lüftungsschlitze (23) in einer zweiten Schnittoberfläche senkrecht zu den flachen Abschnitten (21) und parallel zu der Strömungsrichtung des Fluids Bogenformen haben und die zwei Ecken (232, 233) mit den Bogenformen auf einer Diagonallinie des wenigstens einen der Lüftungsschlitze (23) in der zweiten Schnittoberfläche positioniert sind.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Rippe für einen Wärmetauscher.

Hintergrundtechnik

[0002] Bisher wird eine gewellte Rippe als eine Rippe für einen Wärmetauscher verwendet und mehrere Lüftungsschlitze (englisch: „louvers“) sind entlang einer Luftströmungsrichtung in eine Oberfläche der gewellten Rippe geschnitten und von dieser erhöht. Eine Technik, in der eine Wärmeaustauschleistung verbessert wird, indem Spezifikationen, wie etwa eine Breite der gewellten Rippe, Rippenabständen oder eine Länge der Lüftungsschlitze, geändert werden, wurden vielfältig vorgeschlagen (siehe zum Beispiel Patentdokument 1).

[0003] Wenn im Übrigen in der Rippe für den Wärmetauscher, die mehrere Lüftungsschlitze hat, die Lüftungsschlitzeabstände miniaturisiert werden, um die Anzahl von Lüftungsschlitzen zu erhöhen, wird ein Wärmeübertragungskoeffizient der Rippe durch eine Spitzenwirkung der Lüftungsschlitze verbessert, und eine Wärmeübertragungsleistung kann verbessert werden. In den letzten Jahren können mit einem Fortschritt der Herstellungstechniken Lüftungsschlitzeabstände weiter als bei herkömmlichen Fertigungsbegrenzungsabmessungen miniaturisiert werden.

[0004] Wenn die Lüftungsschlitzeabstände jedoch miniaturisiert werden, wird der Rippenwirkungsgrad verringert, obwohl der Wärmeübertragungskoeffizient verbessert wird, und der von der Rippe emittierte Wärmedurchsatz wird verringert.

[0005] Dies führt zu einem Fall, in dem in einer realen Rippe eine Verbesserung der Wärmeübertragungsleistung, die der Miniaturisierung der Lüftungsschlitzeabstände zuzuschreiben ist, nicht ausreichend erhalten werden kann. Das heißt, in der Wärmetauscherrippe mit den mehreren Lüftungsschlitzen ist es schwierig, die Wärmeübertragungsleistung zu verbessern, indem lediglich die Lüftungsschlitzeabstände miniaturisiert werden. Patentdokumente 2 bis 7 zeigen weitere herkömmliche Rippen für Wärmetauscher.

[0006] Insbesondere zeigt Patentdokument 2 eine zwischen einer Vielzahl von jeweiligen Wärmetauscherrohren angeordnete Wellrippe. Die Wellrippe wird ausgebildet, indem Lamellenrippen, die mit einem vorgegebenen Abstand in Rohrlängsrichtung parallel angeordnet sind, mäanderförmig fortlaufend verbunden werden. Zwischen den jeweiligen Lamellenrippen ist ein Lüftungsdurchlass ausgebildet, und

in den Lamellenrippen ist in einem geeigneten Abstand eine Vielzahl von Lamellen in einer eingeschnittenen und erhabenen Weise ausgebildet. Die Luvseitigen Ränder der Lamellenrippen und der Lamellen sind in einer halbelliptischen Form ausgebildet, die zu der Luvseite hin dünner wird.

[0007] Patentdokument 5 zeigt Wärmeübertragungsrippen und Wärmetauscher mit solchen Rippen, die eine Wärmeübertragung bei akzeptablem Druckverlustanstieg verbessern sollen. Die Rippen umfassen Streifen oder Sekundärrippen, die von dem Rippenkörper mit einem ausgewählten Biege winkel nach oben und nach unten gebogen sind. Alle oder ein Großteil der Streifen sind mit einem einfachen Strömungspfad oder mit lokalen Strömungspfaden für Kühlluft neben den Rippen ausgerichtet, um Turbulenzen und Druckverlust zu minimieren. Die Streifen sind plan und im Allgemeinen parallel zu dem einfachen Strömungspfad oder zu den lokalen Strömungspfaden ausgerichtet und so angeordnet, dass sie als eine Vielzahl von Stellen zum Starten neuer Grenzschichten dienen, indem die Streifen so versetzt sind, dass stromabwärtige Streifen nicht von stromaufwärtigen Streifen abgeschattet werden. Die Streifen haben eine Höhe, die hinreichend groß ist, damit sich die Streifen bis in Grenzschichten auf der Rippe heraus erstrecken. Die Streifen stellen eine gleichmäßigere Strömung über den Rippen sicher und verkleinern eine Nachlaufgröße hinter Rohren.

Dokumente des bisherigen Stands der Technik

Patentdokumente

Patentdokument 1: JP S61 - 46756 B2

Patentdokument 2: JP 2004- 263 881 A

Patentdokument 3: EP 0 881 450 A1

Patentdokument 4 US 5 360 060 A

Patentdokument 5: WO 2005/ 017 436 A2

Patentdokument 6: WO 2005/ 066 566 A1

Patentdokument 7: US 2006/0 169 443 A1

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Angesichts des vorstehenden Punkts ist es ein Ziel der vorliegenden Offenbarung, eine Rippe für einen Wärmetauscher bereitzustellen, die fähig ist, eine Wärmeübertragungsleistung zu verbessern.

[0009] Das Ziel wird mit einer Rippe für einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1 erreicht. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Rippe für einen Wärmetauscher mit einer Außenoberfläche eines Wärmetauschobjekts verbunden und erleichtert einen Wärmeaustausch zwischen dem Wärmeaustauschobjekt und einem Fluid, das um das Wärmeaustauschobjekt herum strömt. Die Rippe umfasst flache Abschnitte, die im Wesentlichen parallel zu einer Strömungsrichtung des Fluids sind, einen Gratabschnitt, der benachbarte zwei der flachen Abschnitte verbindet, und Lüftungsschlitze (englisch: „louvers“), die in den flachen Abschnitten entlang einer Strömungsrichtung des Fluids angeordnet sind. Die flachen Abschnitte und der Gratabschnitt sind in einer Schnittoberfläche senkrecht zu der Strömungsrichtung des Fluids als ein Ganzes gewellt. Die Lüftungsschlitze sind von den flachen Abschnitten in einem vorgegebenen Schnitt- und Erhöhungswinkel geschnitten und erhöht. Eine Dicke jedes flachen Abschnitts ist als t definiert, ein Lüftungsschlitzabstand der Lüftungsschlitze ist als PL definiert und die Dicke jedes flachen Abschnitts und der Lüftungsschlitzabstand erfüllen eine Beziehung von $0,035 \leq t/PL \leq 0,29$.

[0011] Wenn gemäß dem vorstehenden Aufbau die Dicke des flachen Abschnitts und die Lüftungsschlitzabstände in einen Bereich von $0,035 \leq t/PL \leq 0,29$ fallen, kann die Verbesserung der Wärmetauscherübertragungsleistung der Rippe oder des Wärmetauschers aufgrund der Miniaturisierung der Lüftungsschlitzabstände PL ausreichend erhalten werden. Aus diesem Grund kann die Wärmeübertragungsleistung verbessert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine schematische Vorderansicht, die einen Strahler gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung darstellt.

Fig. 2 ist eine entlang einer Linie II-II in **Fig. 1** genommene Schnittansicht.

Fig. 3 ist eine Vorderansicht, die eine Rippe gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 4 ist eine entlang einer Linie IV-IV in **Fig. 2** genommene Schnittansicht.

Fig. 5 ist ein Diagramm, das einen Abschnitt V in **Fig. 4** darstellt.

Fig. 6 ist ein Charakteristikdiagramm, das Änderungen in dem Wärmeübertragungskoeffizienten einer Rippe abhängig von Rippenabständen gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 7 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen der Dicke der Rippe und einem Verringerungsverhältnis des Wärmeübertragungskoeffizienten der Rippe zu dem Wärmeübertragungskoeffizienten der Lüftungs-

schlitze gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 8 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen der Dicke der Rippe und einem Lüftungswiderstand gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 9 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Änderung in einer Wärmeübertragungsleistung der Rippe darstellt, wenn die Spezifikationen der Rippe gemäß der ersten Ausführungsform geändert werden.

Fig. 10 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen den Lüftungsschlitzabständen und der Dicke der Rippe und der Wärmeübertragungsleistung der Rippe in einem Heizungskern gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 11 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen den Lüftungsschlitzabständen und der Wärmeübertragungsleistung der Rippe in dem Heizungskern gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 12 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen der Dicke der Rippe und der Wärmeübertragungsleistung der Rippe in dem Heizungskern gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 13 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen einer Rippenhöhe und der Wärmeübertragungsleistung der Rippe in dem Heizungskern gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 14 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen einem Schnitt- und Erhöhungswinkel der Lüftungsschlitze und der Wärmeübertragungsleistung der Rippe in dem Heizungskern gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 15 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen Lüftungsschlitzabständen und der Wärmeübertragungsleistung einer Rippe in einem Strahler gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung darstellt.

Fig. 16 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen der Dicke der Rippe und der Wärmeübertragungsleistung der Rippe in dem Strahler gemäß der zweiten Ausführungsform darstellt.

Fig. 17 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen einer Rippenhöhe und der Wärmeübertragungsleistung der Rippe in dem Strahler gemäß der zweiten Ausführungsform darstellt.

Fig. 18 ist ein Charakteristikdiagramm, das eine Beziehung zwischen einem Schnitt-und-Erhöhungswinkel der Lüftungsschlitze und der Wärmeübertragungsleistung der Rippe in dem Strahler gemäß der zweiten Ausführungsform darstellt.

Fig. 19 ist eine Schnittansicht, die eine Schnittoberfläche senkrecht zu einem flachen Abschnitt einer Rippe und parallel zu einer Luftströmungsrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung darstellt.

Fig. 20 ist eine Schnittansicht, die eine Schnittoberfläche senkrecht zu einem flachen Abschnitt einer Rippe und parallel zu einer Luftströmungsrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung darstellt.

Ausführungsformen zur Nutzung der Erfindung

[0012] Hier nachstehend werden mehrere Ausführungsformen zum Implementieren der vorliegenden Erfindung Bezug nehmend auf die Zeichnungen beschrieben. In den jeweiligem Ausführungsformen kann ein Teil, der einem Gegenstand entspricht, der in einer vorhergehenden Ausführungsform beschrieben wurde, die gleiche Bezugszahl zugewiesen werden, und eine redundante Erklärung für den Teil kann weggelassen werden. Wenn in einer Ausführungsform nur ein Teil eines Aufbaus beschrieben wird, kann eine andere vorhergehende Ausführungsform auf die anderen Teile des Aufbaus angewendet werden. Die Teile können selbst dann kombiniert werden, wenn nicht ausdrücklich beschrieben ist, dass die Teile kombiniert werden können. Die Ausführungsformen können auch dann teilweise kombiniert werden, wenn nicht ausdrücklich beschrieben ist, dass die Ausführungsformen kombiniert werden können, vorausgesetzt es liegt kein Nachteil in der Kombination.

(Erste Ausführungsform)

[0013] Anschließend wird eine erste Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung unter Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 14** beschrieben. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird eine Rippe für einen Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Offenbarung auf eine Rippe mit einem Heizungskern zum Heizen einer Gebläseluft mit einem Kühlmittel einer wassergekühlten Brennkraftmaschine (auf die hier nachstehend als Verbrennungsmotor Bezug genommen wird) als eine Wärmequelle angewendet.

[0014] Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst der Heizungskern Rohre 1, in denen Kühlmittel als ein inneres Fluid strömt. Die Rohre 1 sind in einem Querschnitt senkrecht zu einer Längsrichtung der Rohre

1 zu einer flachen elliptischen Form (abgeflachte Form) ausgebildet, so dass eine Strömungsrichtung einer Luft (auf die hier nachstehend als „Luftströmungsrichtung X1“ Bezug genommen wird) als ein äußeres Fluid mit einer Hauptachsenrichtung der Rohre übereinstimmt. Mehrere Rohre 1 sind parallel zu einer Horizontalrichtung angeordnet, so dass die Längsrichtung der Rohre 1 mit einer Vertikalrichtung übereinstimmt.

[0015] Jedes der Rohre 1 hat zwei flache Oberflächen 10a und 10b, die einander über einen Fluiddurchgang, in dem das Kühlmittel in dem Rohr 1 strömt, zugewandt sind. Eine Rippe 2, die zu einer Wellenform als ein Wärmeübertragungselement ausgebildet ist, ist mit jeder der flachen Oberflächen 10a und 10b auf beiden Seiten des Rohrs 1 verbunden. Die Rippen 2 lassen zu, dass eine Wärmeübertragungsfläche an die Luft vergrößert wird, um einen Wärmeaustausch zwischen dem Kühlmittel und der Luft zu verbessern. Aus diesem Grund entspricht das Rohr 1 einem Wärmeaustauschobjekt der vorliegenden Offenbarung. Hier nachstehend wird eine im Wesentlichen rechteckige Wärmeaustauscheinheit mit den Rohren 1 und den Rippen 2 als „Kernabschnitt 3“ bezeichnet.

[0016] Sammelbehälter 4 stehen an Enden (in der vorliegenden Ausführungsform oberen und unteren Enden) der Längsrichtung der Rohre 1 (auf die hier nachstehend als „Rohrlängsrichtung X2“ der Rohre 1 Bezug genommen wird), mit den mehreren Rohren 1 in Verbindung, und die Sammelbehälter 4 erstrecken sich in eine Richtung (in der vorliegenden Ausführungsform eine Horizontalrichtung) orthogonal zu der Rohrlängsrichtung X2. Die Sammelbehälter 4 umfassen jeweils eine Kernplatte 4a, in welche die Rohre 1 eingesetzt sind und damit verbunden sind, und einen Behälterhauptkörper 4b, der zusammen mit der Kernplatte 4a einen Behälterraum aufbaut. In der vorliegenden Ausführungsform sind die Kernplatte 4a und der Behälterhauptkörper 4b aus Metall (zum Beispiel Aluminiumlegierung) hergestellt. Einsätze 5 sind auf beiden Enden des Kernabschnitts 3 angeordnet, und die Einsätze 5 erstrecken sich im Wesentlichen parallel zu der Rohrlängsrichtung X2 und verstärken den Kernabschnitt 3.

[0017] Eine Einlassrohrleitung 4c ist in dem Behälterhauptkörper 4b eines einlassseitigen Behälters 41 angeordnet und lässt zu, dass das Kühlmittel, das in dem Motor gekühlt wurde, in den Behälterhauptkörper 4b strömt. Der einlassseitige Behälter 41 ist einer der zwei Sammelbehälter 4, die auf einer Oberseite angeordnet sind, und verzweigt das Kühlmittel in die Rohre 1. Eine Auslassrohrleitung 4d ist in dem Behälterhauptkörper 4b eines auslassseitigen Behälters 42 angeordnet und lässt zu, dass das Kühlmittel, das durch einen Wärmeaustausch mit der Luft gekühlt wurde, in Richtung des Verbrennungs-

motors strömt. Der auslassseitige Behälter 42 ist einer der Sammelbehälter 4, die auf einer Unterseite angeordnet sind, und sammelt das aus den Rohren 1 strömende Kühlmittel.

[0018] Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist ein innerer Stützteil 11 im Inneren jedes Rohrs 1 ausgebildet, um die zwei flachen Oberflächen 10a und 10b miteinander zu verbinden, und erhöht eine Druckbeständigkeit des Rohrs 1. Der innere Stützteil 11 ist in der Mitte jedes Rohrs 1 in einer Luftströmungsrichtung X1 angeordnet. Ein Strömungsdurchgang im Inneren des Rohrs 1 ist durch den inneren Stützteil 11 in zwei Durchgänge getrennt.

[0019] Wie in **Fig. 3** dargestellt, ist jede der Rippen 2 eine gewellte Rippe, die in einer Wellenform mit plattenförmigen flachen Abschnitten 21 (Plattenteilen) und Gratabschnitten 22 ausgebildet ist, die die benachbarten flachen Abschnitte 21 um einen vorgegebenen Abstand voneinander entfernt positionieren. Die flachen Abschnitte 21 stellen Oberflächen bereit, die sich entlang einer Luftströmungsrichtung X1 (Richtung senkrecht zu einer Papierebene in **Fig. 3**) ausdehnen. Die flachen Abschnitte 21 können durch flache Platten bereitgestellt werden.

[0020] Die Gratabschnitte 22 haben jeweils einen flachen oberen Plattenteil, der derart bereitgestellt ist, dass er einer flachen Oberfläche mit einer schmalen Breite nach außen zugewandt ist. Ein im Wesentlichen in einem rechten Winkel gebogener Teil ist zwischen dem oberen Plattenteil und dem flachen Abschnitt 21 angeordnet. Jeder obere Plattenteil ist mit dem Rohr 1 verbunden, und die Rippen 2 und die Rohre 1 sind in einer wärmeübertragbaren Weise miteinander verbunden. Wenn jeder der Gratabschnitte 22 derart ausgebildet ist, dass er eine ausreichend schmale Breite des oberen Plattenteils hat und mit dem gebogenen Teil mit einem großen Radius ausgebildet ist, kann der Gratabschnitt 22 als ein gekrümmter Abschnitt, der als Ganzes gekrümmt ist, betrachtet werden. Folglich können in der folgenden Beschreibung die Gratabschnitte 22 auch als „gekrümmte Teile“ bezeichnet werden.

[0021] In der vorliegenden Ausführungsform sind die gewellten Rippen 2 geformt, indem ein dünnes Plattenmetallmaterial einem Walzausbildungsverfahren unterzogen wird. Die gekrümmten Teile der Rippen 2 sind durch Hartlöten mit den flachen Oberflächen 10a und 10b der Rohre 1 verbunden.

[0022] Wie in **Fig. 4** und **5** dargestellt, sind lüftungsschlitzförmige Lüftungsschlitze 23 integral und nahtlos in jedem der flachen Abschnitte 21 der Rippen 2 ausgebildet, indem der flache Abschnitt 21 geschnitten und erhöht ist. Wenn sie aus einer Stapelrichtung X3 der Rohre 1 (auf die hier nachstehend als „Rohrstapelrichtung X3“ Bezug genommen wird) betrach-

tet werden, werden die Lüftungsschlitze 23 in einem vorgegebenen Winkel geschnitten und erhöht (auf den hier nachstehend als „Schnitt-und-Erhöhungswinkel θ “ Bezug genommen wird). Die mehreren Lüftungsschlitze 23 sind in jedem der flachen Abschnitte 21 in der Luftströmungsrichtung X1 angeordnet. Ein Zwischenlüftungsschlitzdurchgang 230, in dem Luft strömen kann, ist zwischen den benachbarten Lüftungsschlitzen 23 definiert.

[0023] In der vorliegenden Ausführungsform sind die mehreren Lüftungsschlitze 23, die in jedem der flachen Abschnitte 21 ausgebildet sind, in eine strömungsaufwärtige Lüftungsschlitzgruppe mit den mehreren Lüftungsschlitzen 23, die auf einer luftströmungsaufwärtigen Seite angeordnet sind, und eine strömungsabwärtige Lüftungsschlitzgruppe mit den mehreren Lüftungsschlitzen 23, die auf einer luftströmungsabwärtigen Seite angeordnet sind, halbiert. Eine Schnitt-und-Erhöhrungsrichtung der Lüftungsschlitze 23, die zu der strömungsaufwärtigen Lüftungsschlitzgruppe gehören, unterscheidet sich von einer Schnitt-und-Erhöhrungsrichtung der Lüftungsschlitze 23, die zu der strömungsabwärtigen Lüftungsschlitzgruppe gehören. Mit anderen Worten sind die strömungsaufwärtige Lüftungsschlitzgruppe und die strömungsabwärtige Lüftungsschlitzgruppe in einer derartigen Weise ausgebildet, dass die Schnitt-und-Erhöhrungsrichtungen der Lüftungsschlitze 23, die zu den jeweiligen Gruppen gehören, entgegengesetzt zueinander sind.

[0024] Ein Ende jedes flachen Abschnitts 21 auf der luftströmungsaufwärtigen Seite ist mit einem strömungsaufwärtigen flachen Abschnitt 24 versehen, in dem kein Lüftungsschlitz 23 ausgebildet ist. Ebenso ist ein Ende jedes flachen Abschnitts 21 auf der luftströmungsabwärtigen Seite mit einem strömungsabwärtigen flachen Abschnitt 25 versehen, in dem kein Lüftungsschlitz 23 ausgebildet ist.

[0025] Im Wesentlichen in der Mitte jedes flachen Abschnitts 21 ist in der Luftströmungsrichtung X1, das heißt zwischen der strömungsaufwärtigen Lüftungsschlitzgruppe und der strömungsabwärtigen Lüftungsschlitzgruppe, kein Lüftungsschlitz ausgebildet und als ein Wendeteil aufgebaut, in dem die Luftströmungsrichtung umgekehrt wird. Mit anderen Worten ist der Wendeteil 26 zwischen der strömungsaufwärtigen Lüftungsschlitzgruppe und der strömungsabwärtigen Lüftungsschlitzgruppe angeordnet und im Wesentlichen parallel zu der Luftströmungsrichtung X1 ausgebildet. Die strömungsaufwärtige Lüftungsschlitzgruppe und die strömungsabwärtige Lüftungsschlitzgruppe sind in den Schnitt-und-Erhöhrungsrichtungen der Lüftungsschlitze 23, die zu den jeweiligen Gruppen gehören, durch den Wendeteil 26 umgekehrt.

[0026] Ein Lüftungsschlitze 23a am strömungsaufwärtigen Ende der mehreren Lüftungsschlitz 23, der auf einer strömungsaufwärtigen Seite in der Luftströmung angeordnet ist, ist mit dem strömungsaufwärtigen flachen Abschnitt 24 verbunden. Ein Lüftungsschlitze 23b an dem strömungsabwärtigen Ende der mehreren Lüftungsschlitz 23, der auf einer strömungsabwärtigen Seite in der Luftströmung angeordnet ist, ist mit dem strömungsabwärtigen flachen Abschnitt 25 verbunden.

[0027] Die Lüftungsschlitz 23 sind auf der luftströmungsaufwärtigen Seite und der luftströmungsabwärtigen Seite des Wendeteils 26 in gleich großer Anzahl angeordnet. Die mehreren Lüftungsschlitz 23 sind in Bezug auf eine Mittellinie (virtuelle Linie) C1 der flachen Abschnitte 21 in der Luftströmungsrichtung symmetrisch angeordnet. In **Fig. 5** zeigt eine Strichpunktlinie eine Mittellinie (virtuelle Linie) C2 in einer Dickenrichtung der Rippe 2 an.

[0028] Eine Änderung in dem Wärmeübertragungskoeffizient der Lüftungsschlitz 23 und dem Wärmeübertragungskoeffizient der Rippe 2, wenn die Lüftungsschlitzabstände PL der Lüftungsschlitz 23 geändert werden, ist in **Fig. 6** dargestellt. Die Ordinateachse in **Fig. 6** stellt den Wärmeübertragungskoeffizienten der Lüftungsschlitz 23 und den Wärmeübertragungskoeffizient der Rippen 2 dar, wenn der Wärmeübertragungskoeffizient der Rippe 2 (auf die hier als „Referenzrippe“ Bezug genommen wird), die die vorhandene Rippe 2 ist, deren Lüftungsschlitzabstand PL 0,7 mm ist, 100% ist.

[0029] Eine Dicke t der Referenzrippe ist 0,05 mm. in der vorliegenden Ausführungsform bedeutet die Dicke t der Rippen 2 die Dicke der flachen Abschnitte 21 der Rippen 2 und ist gleich der Dicke der Lüftungsschlitz 23.

[0030] Wie in **Fig. 6** dargestellt wird, in den Rippen 2 der Wärmeübertragungskoeffizient der Lüftungsschlitz 23 weiter verbessert, wenn die Lüftungsschlitzabstände PL der Lüftungsschlitz 23 kleiner sind. Da jedoch der Rippenwirkungsgrad weiter verringert ist, wenn die Lüftungsschlitzabstände PL kleiner sind, kann eine Erhöhungswirkung in dem Wärmeübertragungskoeffizient der Rippen 2, die der Miniaturisierung der Lüftungsschlitzabstände PL zuzuschreiben ist, nicht ausreichend erhalten werden. Wie ferner aus **Fig. 6** offensichtlich ist, wird eine Differenz zwischen dem Wärmeübertragungskoeffizient der Lüftungsschlitz 23 und dem Wärmeübertragungskoeffizient (Lüftungsschlitzwärmeübertragungskoeffizient x Rippenkoeffizient) der Rippen 2 größer, wenn die Lüftungsschlitzabstände PL kleiner sind.

[0031] Anschließend ist eine Beziehung zwischen der Dicke t der Rippen 2 und einem Verringerungs-

verhältnis des Wärmeübertragungskoeffizienten der Rippen 2 zu dem Wärmeübertragungskoeffizienten der Lüftungsschlitz 23 mit verschiedenen Lüftungsschlitzabständen PL in den Rippen 2 in **Fig. 7** dargestellt. In der Referenzrippe ist das Verringerungsverhältnis des Wärmeübertragungskoeffizienten der Rippen 2 zu dem Wärmeübertragungskoeffizienten der Lüftungsschlitz 23 3%.

[0032] Wie in **Fig. 7** dargestellt, wird die Differenz zwischen dem Wärmeübertragungskoeffizienten der Lüftungsschlitz 23 und dem Wärmeübertragungskoeffizienten der Rippen 2 größer, wenn die Dicke t der Rippen 2 kleiner ist. Wenn die Lüftungsschlitzabstände PL kleiner festgelegt sind, besteht aus diesem Grund ein Bedarf, die Dicken t der Rippen 2 im Vergleich zu den Lüftungsschlitzabständen PL relativ dicker zu machen, um das Verringerungsverhältnis des Wärmeübertragungskoeffizienten der Rippen 2 zu dem Wärmeübertragungskoeffizient der Lüftungsschlitz 23 gleich der Referenzrippe zu halten.

[0033] Anschließend ist eine Beziehung zwischen der Dicke t und einem Lüftungswiderstand der Rippen 2 in den Rippen 2 mit verschiedenen Lüftungsschlitzabständen PL in **Fig. 6** dargestellt. Die Ordinateachse in **Fig. 8** stellt ein Vergrößerungsverhältnis des Lüftungswiderstands dar, wenn der Lüftungswiderstand der Referenzrippe auf 100% festgelegt ist. Wie in **Fig. 8** dargestellt, nimmt der Lüftungswiderstand weiter zu, wenn die Dicke t der Rippen 2 größer ist.

[0034] Unter diesen Gegebenheiten haben die gegenwärtigen Erfinder die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 untersucht, wenn die Lüftungsschlitzabstände PL miniaturisiert sind, wobei der Wärmeübertragungskoeffizient und der Lüftungswiderstand berücksichtigt werden.

[0035] Wenn in diesem Fall eine Nußelt-Zahl Nu ist, der Wärmeübertragungskoeffizient der Rippen 2 α ist, der Rippenabstand der Rippen 2 Pf ist (siehe **Fig. 3**), der Wärmeübertragungskoeffizient einer Luft λ_a ist, der Widerstandkoeffizient Cf ist, der Lüftungswiderstand Δpa ist, eine Luftdicke p_a ist, eine Luftgeschwindigkeit U_a ist und die Breite der Rippen 2, das heißt, eine Länge der Rippen 2 in der Luftströmungsrichtung $X1 D$ ist (siehe **Fig. 2**), werden die Nußelt-Zahl und der Widerstandskoeffizient jeweils durch die folgenden mathematischen Ausdrücke 1 und 2 dargestellt.

$$Nu = \alpha * Pf / \lambda_a \quad (\text{Ausdruck 1})$$

$$Cf = \Delta pa / (0,5 * p_a * U_a^2 Pf / D) \quad (\text{Ausdruck 2})$$

[0036] In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Verhältnis (Nu/Cf) der Nußelt-Zahl Nu und des Widerstandskoeffizienten Cf als ein Index des Wär-

meübertragungskoeffizienten der Rippen 2 verwendet. Der Index stellt dar, dass der Wärmeübertragungskoeffizient der Rippen 2 höher ist, wenn ein Wert von Nu/C_f größer ist. Es ist definiert, dass in Rippen 2 eines Vergleichsbeispiels, in dem kein Lüftungsschlitz 23 in den flachen Abschnitten 21 der Rippen 2 ausgebildet ist, die Nußelt-Zahl Nu_{Nu0} ist und der Widerstandskoeffizient C_{f0} ist.

[0037] Eine Änderung in der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, wenn die Spezifikationen der Rippen 2 geändert werden, ist in **Fig. 9** dargestellt. Die Abszissenachse in **Fig. 9** stellt die Lüftungsschlitzabstände PL dar. Die Ordinatenachse in **Fig. 9** stellt Nu/C_f der Rippen 2 in der vorliegenden Ausführungsform zu Nu_0/C_{f0} der Rippen 2 in dem Vergleichsbeispiel dar und stellt dar, dass die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 höher ist, wenn ein Wert der Ordinatenachse größer ist.

[0038] Insbesondere wird die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, das heißt $(Nu/C_f)/(Nu_0/C_{f0})$ in Bezug auf die jeweiligen Lüftungsschlitzabstände PL, wenn t/PL konstant gehalten wird, und die Rippenhöhe H_f (siehe **Fig. 3**) 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 und 5,0 (Einheit: mm) ist, berechnet. Bei den fünf Arten von Rippenhöhen H_f erzeugen Werte, wenn die Wärmeübertragungsleistung $((Nu/C_f)/(Nu_0/C_{f0}))$ der Rippen 2 gezeichnet werden, eine Diagrammkurve.

[0039] Bezug nehmend auf **Fig. 9** stellt eine durchgezogene Linie die Wärmeübertragungsleistung dar, wenn t/PL 0,05 ist, eine gestrichelte Linie stellt die Wärmeübertragungsleistung dar, wenn t/PL 0,1 ist, eine abwechselnd lang und kurz gestrichelte Linie stellt die Wärmeübertragungsleistung dar, wenn t/PL 0,2 ist, und eine Zweipunktstrichlinie stellt die Wärmeübertragungsleistung dar, wenn t/PL 0,4 ist.

[0040] Wenn der Lüftungsschlitzabstand PL kleiner oder gleich 0,1 mm ist, bewirkt eine Zunahme des Lüftungswiderstands, wie aus **Fig. 9** offensichtlich ist, dass die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 ungeachtet der Dicke t der Rippen 2 verringert wird. Wenn die Dicke t der Rippen 2 relativ klein ist (t/PL ist kleiner als 0,1), bewirkt eine Verringerung des Rippenwirkungsgrads, dass ein Maximalwert der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 verringert wird. Wenn andererseits die Dicke t der Rippen 2 relativ groß ist (t/PL ist größer als 0,1) bewirkt eine Zunahme des Lüftungswiderstands, dass ein Maximalwert der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 verringert wird. Wenn daher t/PL auf etwa 0,1 festgelegt ist, wird ein Maximalwert der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 am größten, was wünschenswert ist.

[0041] In dem Heizungskern gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist eine Beziehung zwischen t/PL und einer Wärmeübertragungsleistung der Rip-

pen 2, wenn die Lüftungsschlitzabstände PL geändert werden, in **Fig. 10** dargestellt. In dieser Situation ist eine Größe des Heizungskerns in einer seitlichen Richtung 200 mm, in einer Längsrichtung 150 mm und in einer Breitenrichtung 16 mm, und ein Durchsatz von Luft, die den Heizungskern durchläuft, ist 300 m³/h, eine Lufttemperatur ist 20°C und eine Kühlmitteltemperatur ist 85°C. Eine Rippenhöhe H_f ist 3 mm und der Schnitt-und-Erhöhungswinkel θ der Lüftungsschlitze 23 ist 32°.

[0042] Die Ordinatenachse in **Fig. 10** stellt ein Wärmeübertragungsleistungsverhältnis der jeweiligen Rippen 2 dar, wenn ein Maximalwert der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, deren Lüftungsschlitzabstände PL 0,3 mm sind, 100% ist. Eine gestrichelte Linie in **Fig. 10** stellt eine Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 dar, deren t/PL 0,03 ist.

[0043] Bezug nehmend auf **Fig. 10** stellen schwarze Darstellungspunkte einen Maximalwert der Wärmeübertragungsleistung der jeweiligen Rippen 2 mit verschiedenen Lüftungsschlitzabständen PL dar, und eine abwechselnd kurz und lang gestrichelte Linie ist eine Diagrammkurve, die durch die schwarzen graphischen Darstellungspunkte geht. Bezug nehmend auf **Fig. 10** stellen schwarze dreieckige graphische Darstellungen einen Maximalwert der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 dar, deren t/PL 0,03 ist.

[0044] Wenn, wie vorstehend beschrieben, t/PL auf etwa 0,1 festgelegt wird, wird der Maximalwert der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 (auf den hier als „Rippenwärmeübertragungsleistungsmaximalwert“ Bezug genommen wird) am größten. Wenn jedoch, wie in **Fig. 10** dargestellt ist, t/PL größer oder gleich 0,035 und kleiner oder gleich 0,29 ist, kann die Wärmeübertragungsleistung, die größer oder gleich 95% des Rippenwärmeübertragungsleistungsmaximalwerts ist, sichergestellt werden. Wenn mit anderen Worten t/PL größer oder gleich 0,035 und kleiner oder gleich 0,29 ist, kann die Verbesserung der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, die der Miniaturisierung der Lüftungsschlitzabstände PL zuzuschreiben ist, ausreichend erhalten werden.

[0045] Eine Beziehung zwischen den Lüftungsschlitzabständen PL und der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 in dem Heizungskern gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist in **Fig. 11** dargestellt. In diesem Fall sind die Bedingungen identisch mit denen in **Fig. 10**, abgesehen davon, dass die Dicke t der Rippen 2 in dem Heizungskern auf 0,03 mm festgelegt ist. Die Ordinatenachse in **Fig. 11** stellt ein Wärmeübertragungsleistungsverhältnis der Rippen 2 dar, wenn die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, deren Lüftungsschlitzabstände PL 0,3 mm sind, auf 100% festgelegt sind.

[0046] Wenn, wie in **Fig. 11** dargestellt, die Lüftungsschlitzabstände PL größer als 0,09 mm und kleiner als 0,62 festgelegt sind, kann die Wärmeübertragungsleistung, die größer oder gleich 95% des Rippenwärmeübertragungsleistungsmaximalwerts ist, sichergestellt werden.

[0047] Eine Beziehung zwischen der Dicke t der Rippen 2 und der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 in dem Heizungskern gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist in **Fig. 12** dargestellt. In diesem Fall sind die Bedingungen identisch mit denen in **Fig. 10**, abgesehen davon, dass die Lüftungsschlitzabstände PL in dem Heizungskern auf 0,3 mm festgelegt sind. Die Ordinatennachse in **Fig. 12** stellt ein Wärmeübertragungsverhältnis der Rippen 2 dar, wenn die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, deren Dicke t 0,03 mm ist, auf 100% festgelegt ist.

[0048] Wenn, wie in **Fig. 12** dargestellt, die Dicke t der Rippen 2 größer als 0,006 mm und kleiner als 0,05 mm festgelegt ist, kann die Wärmeübertragungsleistung, die größer oder gleich 95% des Rippenwärmeübertragungsleistungsmaximalwerts ist, sichergestellt werden. Es wird bevorzugt, dass die Dicke t der Rippen 2 größer als 0,006 mm und kleiner als 0,04 mm festgelegt wird.

[0049] Eine Beziehung zwischen der Rippenhöhe Hf und der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 in dem Heizungskern gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist in **Fig. 13** dargestellt. In diesem Fall sind die Bedingungen identisch mit denen in **Fig. 10**, abgesehen davon, dass die Lüftungsschlitzabstände PL in dem Heizungskern auf 0,3 mm festgelegt sind und die Dicke t der Rippen 2 auf 0,03 mm festgelegt ist. Die Ordinatennachse in **Fig. 13** stellt ein Wärmeübertragungsverhältnis der Rippen 2 dar, wenn die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, deren Rippenhöhe Hf 3 mm ist, auf 100% festgelegt ist.

[0050] Wenn die Rippenhöhe Hf, wie in **Fig. 13** dargestellt, größer als 1,4 mm und kleiner als 6,5 mm festgelegt ist, kann die Wärmeübertragungsleistung, die größer oder gleich 95% des Rippenwärmeübertragungsleistungsmaximalwerts ist, sichergestellt werden.

[0051] Eine Beziehung zwischen dem Schnitt- und Erhöhungswinkel θ der Lüftungsschlitze 23 und der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 in dem Heizungskern gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist in **Fig. 14** dargestellt. In diesem Fall sind die Bedingungen identisch mit denen in **Fig. 10**, abgesehen davon, dass die Lüftungsschlitzabstände PL in dem Heizungskern auf 0,3 mm festgelegt sind und die Dicke t der Rippen 2 auf 0,03 mm festgelegt ist. Die Ordinatennachse in **Fig. 14** stellt ein

Wärmeübertragungsverhältnis der Rippen 2 dar, wenn die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, in denen der Schnitt- und Erhöhungswinkel θ der Lüftungsschlitze 23 32° ist, auf 100% festgelegt ist.

[0052] Wenn, wie in **Fig. 14** dargestellt, der Schnitt- und Erhöhungswinkel θ der Lüftungsschlitze 23 größer als $22,5^\circ$ und kleiner als $43,5^\circ$ festgelegt wird, kann die Wärmeübertragungsleistung, die größer oder gleich 95% des Rippenwärmeübertragungsleistungsmaximalwerts ist, sichergestellt werden.

[0053] Wenn, wie vorstehend beschrieben, die Dicke t des flachen Abschnitts 21 der Rippen 2 und die Lüftungsschlitzabstände PL in einen Bereich von $0,035 \leq t/PL \leq 0,29$ fallen, kann die Verbesserung der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, die der Miniaturisierung der Lüftungsschlitzabstände PL zuzuschreiben ist, hinreichend erhalten werden. Aus diesem Grund kann die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 verbessert werden.

[0054] Es ist wünschenswert, dass die Dicke t des flachen Abschnitts 21 der Rippen 2 und die Lüftungsschlitzabstände PL in einen Bereich von $0,035 \leq t/PL \leq 0,17$ fallen. Wenn in diesem Fall, wie in **Fig. 10** gezeigt, die Lüftungsschlitzabstände PL größer als 0,3 mm und kleiner als 0,62 mm festgelegt sind, kann die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 weiter verbessert werden.

(Zweite Ausführungsform)

[0055] Nachfolgend wird eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung unter Bezug auf **Fig. 15** bis 18 beschrieben. Eine zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehenden ersten Ausführungsform darin, dass die Rippe für einen Wärmetauscher gemäß der vorliegenden Offenbarung auf eine Rippe auf einem Strahler angewendet wird, der einen Wärmeaustausch zwischen einem Kühlmittel, das eine wassergekühlte Brennkraftmaschine gekühlt hat, und einer Luft durchführt.

[0056] Eine Beziehung zwischen den Lüftungsschlitzabständen PL und der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 in dem Strahler gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist in **Fig. 15** dargestellt. In dieser Situation ist eine Größe des Strahlers in einer seitlichen Richtung 313 mm, in einer Längsrichtung 400 mm und in einer Breitenrichtung 16 mm, und ein Durchsatz von Luft, die den Strahler durchläuft, ist 4 m/s, eine Lufttemperatur ist 20°C und eine Kühlmitteltemperatur ist 80°C . Eine Rippenhöhe Hf ist 3 mm, eine Dicke t der Rippen 2 ist 0,03 mm, und der Schnitt- und Erhöhungswinkel θ der Lüftungsschlitze 23 ist 32° . Die Ordinatennachse in **Fig. 15** stellt ein Wärmeübertragungsver-

hältnis der Rippen 2 dar, wenn die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, deren Lüftungsschlitzabstände PL 0,3 mm ist, auf 100% festgelegt ist.

[0057] Wenn, wie in **Fig. 15** dargestellt, die Lüftungsschlitzabstände PL größer als 0,09 mm und kleiner als 0,62 mm festgelegt werden, kann die Wärmeübertragungsleistung, die größer oder gleich 95% des Rippenwärmeübertragungsleistungsmaximalwerts ist, sichergestellt werden.

[0058] Eine Beziehung zwischen der Dicke t der Rippen 2 und der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 in dem Strahler gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist in **Fig. 16** dargestellt. In diesem Fall sind die Bedingungen identisch mit denen in **Fig. 15**, abgesehen davon, dass die Lüftungsschlitzabstände PL in dem Strahler auf 0,3 mm festgelegt sind. Die Ordinatennachse in **Fig. 16** stellt ein Wärmeübertragungsverhältnis der Rippen 2 dar, wenn die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, deren Dicke t 0,3 mm ist, auf 100% festgelegt ist.

[0059] Wenn, wie in **Fig. 16** dargestellt, die Dicke t der Rippen 2 größer als 0,006 mm und kleiner als 0,05 mm festgelegt ist, kann die Wärmeübertragungsleistung, die größer oder gleich 95% des Rippenwärmeübertragungsleistungsmaximalwerts ist, sichergestellt werden.

[0060] Eine Beziehung zwischen der Rippenhöhe H_f und der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 in dem Strahler gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist in **Fig. 17** dargestellt. In diesem Fall sind die Bedingungen identisch mit denen in **Fig. 15**, abgesehen davon, dass die Lüftungsschlitzabstände PL in dem Strahler auf 0,3 mm festgelegt sind und die Dicke t der Rippen 2 auf 0,03 mm festgelegt ist. Die Ordinatennachse in **Fig. 17** stellt ein Wärmeübertragungsverhältnis der Rippen 2 dar, wenn die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, deren Höhe H_f 3 mm ist, auf 100% festgelegt ist.

[0061] Wenn, wie in **Fig. 17** dargestellt, die Rippenhöhe H_f größer als 1,4 mm und kleiner als 6,5 mm festgelegt ist, kann die Wärmeübertragungsleistung, die größer oder gleich 95% des Rippenwärmeübertragungsleistungsmaximalwerts ist, sichergestellt werden.

[0062] Eine Beziehung zwischen dem Schnitt- und Erhöhungswinkel θ der Lüftungsschlitze 23 und der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 in dem Strahler gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist in **Fig. 18** dargestellt. In diesem Fall sind die Bedingungen identisch mit denen in **Fig. 15**, abgesehen davon, dass die Lüftungsschlitzabstände PL in dem Strahler auf 0,3 mm festgelegt sind und die Dicke t der Rippen 2 auf 0,03 mm festgelegt ist. Die Ordinatennachse in **Fig. 14** stellt ein Wärmeübertra-

gungsverhältnis der Rippen 2 dar, wenn die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2, in denen der Schnitt- und Erhöhungswinkel θ der Lüftungsschlitze 23 32° ist, auf 100% festgelegt ist.

[0063] Wenn, wie in **Fig. 18** dargestellt, der Schnitt- und Erhöhungswinkel θ größer als $22,5^\circ$ und kleiner als $43,5^\circ$ festgelegt ist, kann die Wärmeübertragungsleistung, die größer oder gleich 95% des Rippenwärmeübertragungsleistungsmaximalwerts ist, sichergestellt werden.

[0064] Selbst wenn, wie vorstehend beschrieben, die auf dem Strahler montierte erste Rippe als die Wärmetauscherrippe der vorliegenden Offenbarung verwendet wird, können die gleichen Vorteile wie die in der ersten Ausführungsform erhalten werden.

(Dritte Ausführungsform)

[0065] Nachfolgend wird eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung unter Bezug auf **Fig. 19** beschrieben. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform in der Form der Lüftungsschlitze 23.

[0066] Wie in **Fig. 19** dargestellt, hat in allen Lüftungsschlitzen 23, die in flachen Abschnitten 21 jeder Rippe 2 ausgebildet sind, eine Form in einer Schnittoberfläche senkrecht zu dem flachen Abschnitt 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung Bogenformen in Bereichen, die zwei Ecken eines Rechtecks entsprechen. In der vorliegenden Ausführungsform hat die Form jedes Lüftungsschlitzes 23 in der Schnittoberfläche senkrecht zu dem flachen Abschnitt 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung die Bogenformen in den Bereichen, die zwei von vier Ecken des Rechtecks entsprechen, die auf einer Diagonallinie des Rechtecks positioniert sind, und die anderen zwei Ecken sind rechtwinklig ausgebildet.

[0067] Detaillierter ist in jedem der Lüftungsschlitze 23, der zu einer strömungsaufwärtigen Lüftungsschlitzgruppe gehört, in der Schnittoberfläche senkrecht zu den flachen Abschnitten 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung eine Ecke 232 auf einer Seite näher an einem Wendeteil 26 in zwei Ecken 231 und 232 (zwei Ecken auf einer Oberseite einer Papierebene) des Rechtecks auf der luftströmungsaufwärtigen Seite bogenförmig. In jedem der Lüftungsschlitze 23, der zu der strömungsaufwärtigen Lüftungsschlitzgruppe gehört, ist in der Schnittoberfläche senkrecht zu den flachen Abschnitten 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung eine Ecke 233 auf einer Seite weiter weg von dem Wendeteil 26 in den zwei Ecken 233 und 234 (zwei Ecken auf einer Unterseite einer Papierebene) das Rechtecks der luftströmungsabwärtigen Seite bogenförmig.

[0068] Andererseits ist in jedem der Lüftungsschlitze 23, der zu der strömungsabwärtigen Lüftungsschlitzzgruppe gehört, in der Schnittoberfläche senkrecht zu den flachen Abschnitten 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung eine Ecke 236 auf einer Seite weiter weg von dem Wendeteil 26 in zwei Ecken 235 und 236 (zwei Ecken auf einer Unterseite einer Papierebene) des Rechtecks auf der luftströmungsaufwärtigen Seite bogenförmig. In jedem der Lüftungsschlitze 23, der zu der strömungsabwärtigen Lüftungsschlitzzgruppe gehört, ist in der Schnittoberfläche senkrecht zu den flachen Abschnitten 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung eine Ecke 237 auf einer Seite näher an dem Wendeteil 26 in zwei Ecken 237 und 236 (zwei Ecken auf der Oberseite einer Papierebene) des Rechtecks auf der luftströmungsabwärtigen Seite bogenförmig.

[0069] Wenn im Übrigen die Dicke t der Lüftungsschlitze 23 im Vergleich zu den Lüftungsschlitzzabständen PL relativ groß festgelegt ist, sind die Zwischenlüftungsschlitzzdurchgänge 230 verengt. Dies macht es schwierig, die Strömung der Luft in den Zwischenlüftungsschlitzzdurchgängen 230 zuzulassen, was zu einer Verringerung in der Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 führt.

[0070] Im Gegensatz dazu ist wie in der vorliegenden Ausführungsform die Form jedes Lüftungsschlitzes 23 in der Schnittoberfläche senkrecht zu dem flachen Abschnitt 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung in den Bereichen, die den zwei Ecken des Rechtecks entsprechen, bogenförmig, wodurch es leicht gemacht wird, zuzulassen, dass die Luft in die Zwischenlüftungsschlitzzdurchgänge 230 strömt. Wenn bei dem vorstehenden Aufbau die Dicke t der Lüftungsschlitze 23 im Vergleich zu den Lüftungsschlitzzabständen PL relativ dick festgelegt ist, kann die Wärmeübertragungsleistung der Rippen 2 davon abgehalten werden, verringert zu werden.

(Vierte Ausführungsform)

[0071] Nachfolgend wird eine vierte Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung unter Bezug auf **Fig. 20** beschrieben. Die vierte Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehend beschriebenen dritten Ausführungsform in der Form der Lüftungsschlitze 23.

[0072] Wie in **Fig. 20** dargestellt, ist in allen Lüftungsschlitzen 23, die in einem flachen Abschnitt 21 jeder Rippe 2 ausgebildet sind, eine Form einer Schnittoberfläche senkrecht zu dem flachen Abschnitt 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung in einem Bereich, der einer Ecke eines Rechtecks entspricht, bogenförmig.

[0073] Insbesondere ist in jedem der Lüftungsschlitze 23, der zu einer strömungsaufwärtigen Lüftungsschlitzzgruppe gehört, in der Schnittoberfläche senkrecht zu den flachen Abschnitten 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung eine Ecke 232 auf einer Seite näher an einem Wendeteil 26 in zwei Ecken 231 und 232 (zwei Ecken auf einer Oberseite einer Papierebene) des Rechtecks auf der luftströmungsaufwärtigen Seite bogenförmig. Andererseits ist in jedem der Lüftungsschlitze 23, der zu der strömungsabwärtigen Lüftungsschlitzzgruppe gehört, in der Schnittoberfläche senkrecht zu den flachen Abschnitten 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung eine Ecke 236 auf einer Seite weiter weg von dem Wendeteil 26 in zwei Ecken 235 und 236 (zwei Ecken auf einer Unterseite einer Papierebene) des Rechtecks auf der luftströmungsaufwärtigen Seite bogenförmig.

[0074] Da in der vorliegenden Ausführungsform die Form jedes Lüftungsschlitzes 23 in der Schnittoberfläche senkrecht zu dem flachen Abschnitt 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung in dem Bereich, der einer Ecke des Rechtecks entspricht, bogenförmig ist, strömt die Luft leicht in die Zwischenlüftungsschlitzzdurchgänge 230. Mit dem vorstehenden Aufbau können die gleichen Vorteile wie die in der vorstehenden dritten Ausführungsform erhalten werden.

[0075] Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern es können wie folgt verschiedene Modifikationen daran vorgenommen werden, ohne von dem Geist der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

(1) In den vorstehenden jeweiligen Ausführungsformen wird das Beispiel, in dem die Rohre 1 als das Wärmeaustauschobjekt verwendet werden, und ein sogenannter „Rippen- und Rohrwärmetauscher“ als der Wärmetauscher verwendet wird, beschrieben. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf den vorstehenden Aufbau beschränkt. Zum Beispiel kann eine elektronische Komponente oder eine Maschine, die eine Wärme erzeugt, wie etwa eine Leistungskarte oder ein Inverterelement, als das Wärmeaustauschobjekt verwendet werden, und ein Wärmetauscher, der derart aufgebaut ist, dass die Rippe direkt mit der elektronischen Komponente verbunden ist, kann als der Wärmetauscher verwendet werden.

(2) In den vorstehenden jeweiligen Ausführungsformen wurde das Beispiel beschrieben, in dem der Heizungskern oder der Strahler als der Wärmetauscher verwendet wird. Jedoch ist der Wärmetauscher nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Zum Beispiel kann ein Kondensator, der einen Wärmeaustausch zwischen

einem Kältemittel und Luft, die in einem Fahrzeugkältekreislauf (Klimatisierungsvorrichtung) strömt, um das Kältemittel zu kühlen, oder ein Zwischenkühler, der eine Verbrennungsluft (Ansaugluft), die an eine Brennkraftmaschine (ein Verbrennungsmotor) zugeführt werden soll, als der Wärmetauscher verwendet werden.

(3) In den vorstehenden jeweiligen Ausführungsform wurde das Beispiel beschrieben, in dem die Lüftungsschlitze 23 in jeder Rippe (Außenrippe) 2 ausgebildet sind, die mit den Außenoberflächen der Rohre 1 verbunden ist. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diesen Aufbau beschränkt, sondern die Lüftungsschlitze 23 können in Innenrippen ausgebildet sein, die im Inneren der Rohre 1 angeordnet sind.

(4) In den vorstehenden dritten und vierten Ausführungsformen wurde das Beispiel beschrieben, in dem die Form jedes Lüftungsschlitzes 23 in der Schnittoberfläche senkrecht zu dem flachen Abschnitt 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung in dem Bereich, der zwei oder einer Ecke des Rechtecks entspricht, bogenförmig ist. Jedoch ist die vorliegende Offenbarung nicht auf diesen Aufbau beschränkt, sondern die Bereiche, die drei oder vier Ecken des Rechtecks entsprechen, können bogenförmig sein.

[0076] Mit anderen Worten kann die Form jedes Lüftungsschlitzes 23 in der Schnittoberfläche senkrecht zu dem flachen Abschnitt 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung in einem Bereich, der wenigstens einer Ecke des Rechtecks entspricht, bogenförmig sein. In diesem Fall kann eine beliebige Ecke des Rechtecks bogenförmig sein.

[0077] (5) In den vorstehenden dritten und vierten Ausführungsformen wurde das Beispiel beschrieben, in dem alle der Lüftungsschlitze 23, die in jedem der flachen Abschnitte 21 der Rippen 2 ausgebildet sind, die Form haben, die in der Schnittoberfläche senkrecht zu dem flachen Abschnitt 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung in dem Bereich, der wenigstens einer Ecke des Rechtecks entspricht, bogenförmig ist. Die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht auf diesen Aufbau beschränkt. Mit anderen Worten kann in wenigstens einem Lüftungsschlitz der mehreren Lüftungsschlitze 23, die in jedem flachen Abschnitt 21 der Rippen 2 ausgebildet sind, die Form in der Schnittoberfläche senkrecht zu dem flachen Abschnitt 21 und parallel zu der Luftströmungsrichtung in dem Bereich, der wenigstens einer Ecke des Rechtecks entspricht, bogenförmig sein.

Patentansprüche

1. Rippe (2) für einen Wärmetauscher, wobei die Rippe (2) mit einer Außenoberfläche eines Wärme-

austauschobjekts (1) verbunden ist und einen Wärmeaustausch zwischen dem Wärmeaustauschobjekt (1) und einem Fluid, das um das Wärmeaustauschobjekt (1) herum strömt, erleichtert, wobei die Rippe (2) umfasst:

flache Abschnitte (21), die im Wesentlichen parallel zu einer Strömungsrichtung des Fluids sind; einen Gratabschnitt (22), der benachbarte zwei der flachen Abschnitte (21) verbindet; und Lüftungsschlitze (23), die in den flachen Abschnitten (21) entlang einer Luftströmungsrichtung (X1) des Fluids angeordnet sind, wobei

die flachen Abschnitte (21) und der Gratabschnitt (22) in einer ersten Schnittoberfläche senkrecht zu der Strömungsrichtung des Fluids als ein Ganzes gewellt sind,

die Lüftungsschlitze (23) von den flachen Abschnitten (21) in einem vorgegebenen Schnitt-und-Erhöhungswinkel (θ) geschnitten und erhöht sind, und eine Dicke jedes flachen Abschnitts (21) als t definiert ist, ein Lüftungsschlitzabstand der Lüftungsschlitze (23) als PL definiert ist und die Dicke (t) jedes flachen Abschnitts (21) und der Lüftungsschlitzabstand (PL) eine Beziehung von $0,035 \leq t/PL \leq 0,29$ erfüllen, und

zwei von vier Ecken (231, 232, 233, 234) wenigstens eines der Lüftungsschlitze (23) in einer zweiten Schnittoberfläche senkrecht zu den flachen Abschnitten (21) und parallel zu der Strömungsrichtung des Fluids Bogenformen haben und die zwei Ecken (232, 233) mit den Bogenformen auf einer Diagonallinie des wenigstens einen der Lüftungsschlitze (23) in der zweiten Schnittoberfläche positioniert sind.

2. Rippe (2) für einen Wärmetauscher gemäß Anspruch 1, wobei die Dicke (t) jedes flachen Abschnitts (21) und der Lüftungsschlitzabstand (PL) eine Beziehung von $0,035 \leq t/PL \leq 0,17$ erfüllen.

3. Rippe (2) für einen Wärmetauscher gemäß Anspruch 1, wobei der Lüftungsschlitzabstand (PL) der Lüftungsschlitze (23) in einen Bereich fällt, der größer als 0,09 mm und kleiner als 0,62 mm ist, die Dicke (t) jedes flachen Abschnitts (21) in einen Bereich von größer als 0,006 mm und kleiner als 0,05 mm fällt, eine Rippenhöhe (H_f) in einen Bereich von größer als 1,4 mm und kleiner als 6,5 mm fällt, und der vorgegebene Schnitt-und-Erhöhungswinkel (θ) in einen Bereich fällt, der größer als $22,5^\circ$ und kleiner als $43,5^\circ$ ist.

4. Rippe (2) für einen Wärmetauscher gemäß Anspruch 2, wobei der Lüftungsschlitzabstand (PL) der Lüftungsschlitze (23) in einen Bereich von größer 0,3 mm und kleiner als 0,62 mm fällt,

die Dicke (t) jedes flachen Abschnitts (21) in einen Bereich von größer als 0,006 mm und kleiner als 0,05 mm fällt,
eine Rippenhöhe (Hf) in einen Bereich von größer als 1,4 mm und kleiner als 6,5 mm fällt, und
der vorgegebene Schnitt-und-Erhöhungswinkel (θ) in einen Bereich fällt, der größer als 22,5° und kleiner als 43,5° ist.

5. Rippe (2) für einen Wärmetauscher gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, wobei andere zwei der vier Ecken (231, 232, 233, 234) des wenigstens einen Lüftungsschlitzes (23) rechtwinklig sind.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

FIG. 2

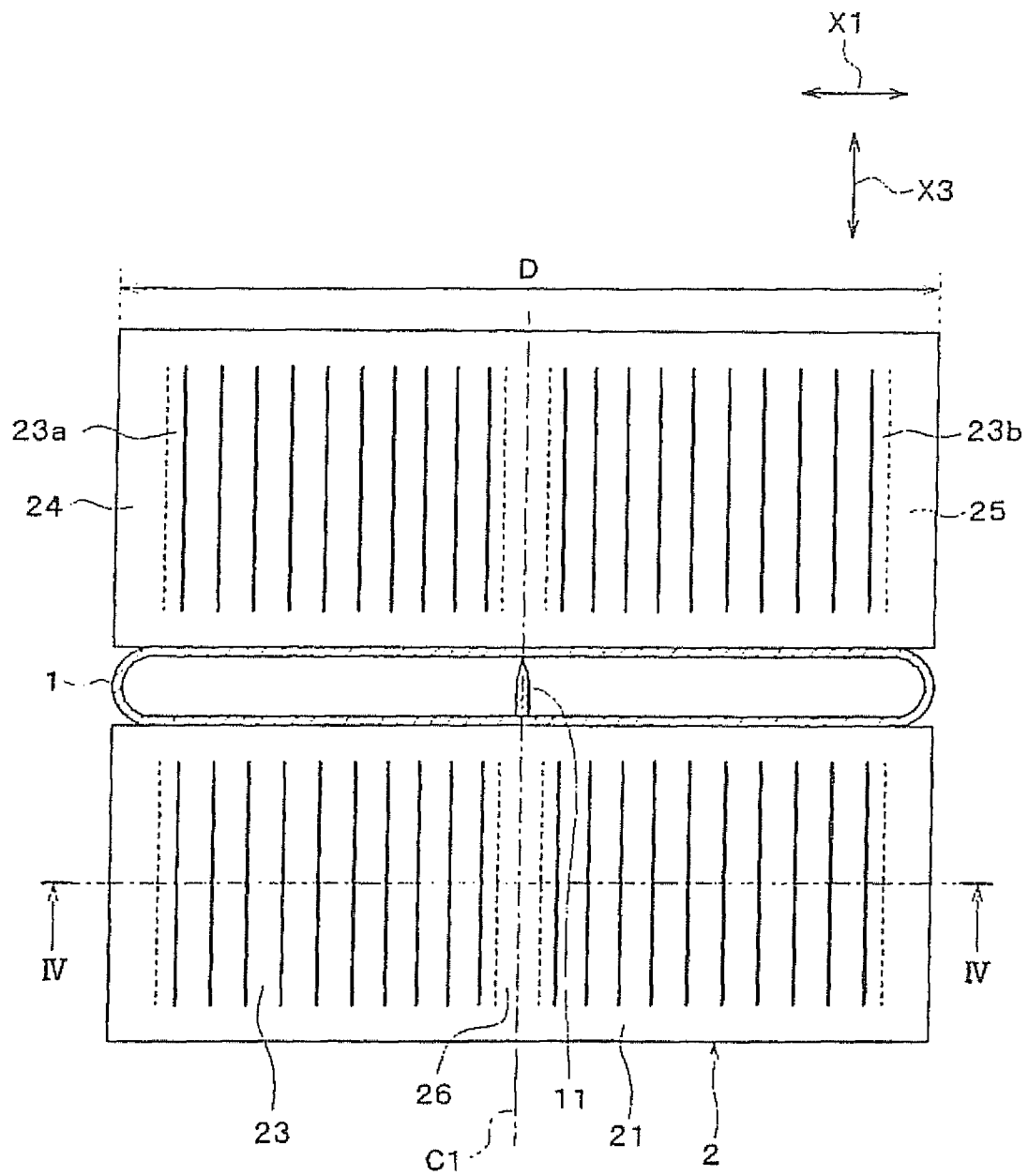


FIG. 3

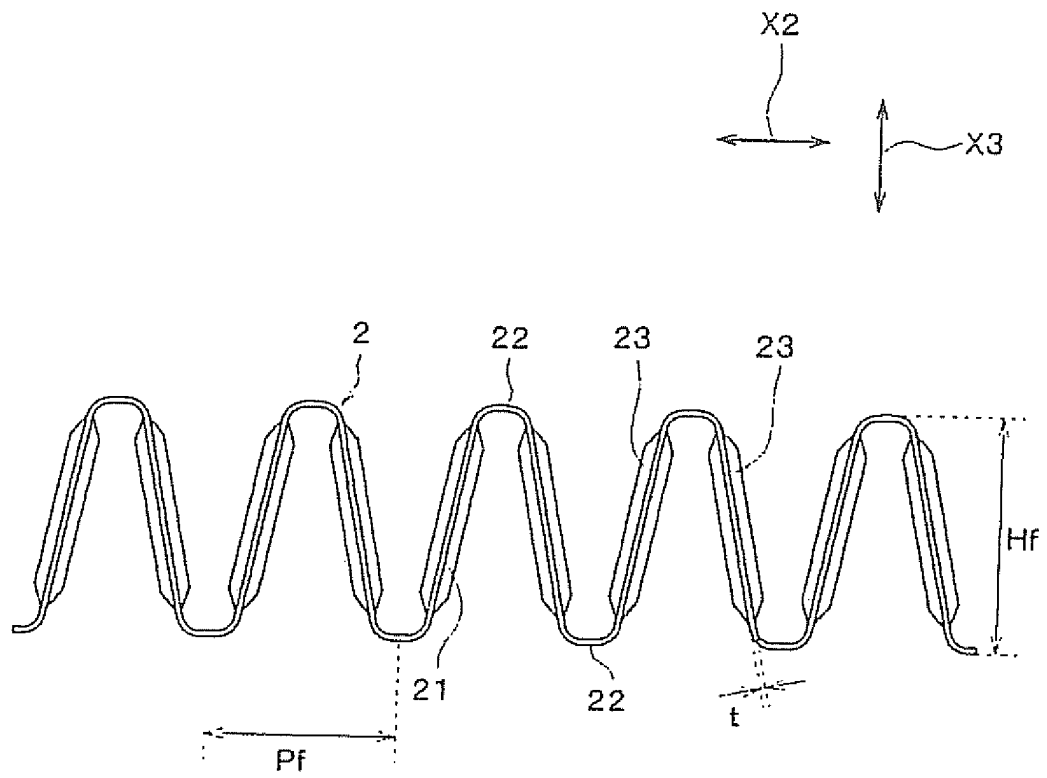


FIG. 4

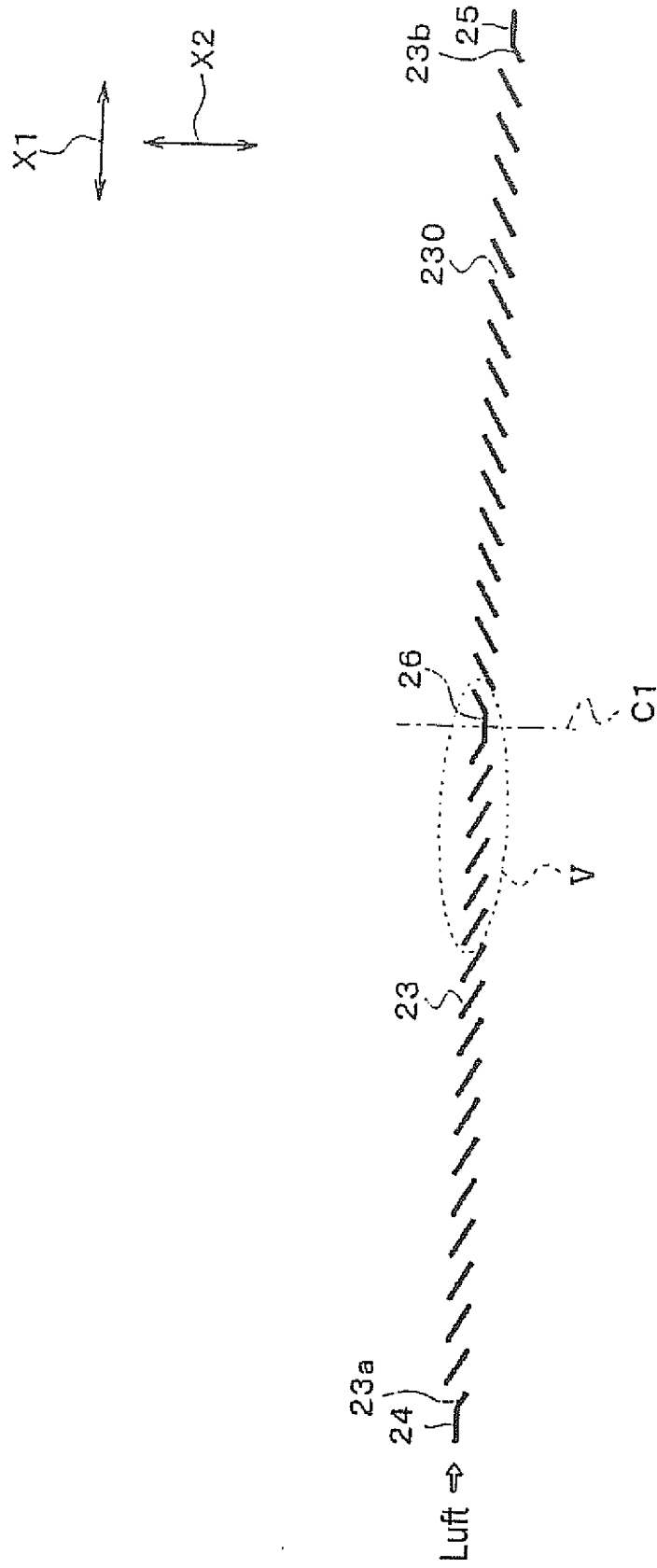


FIG. 5

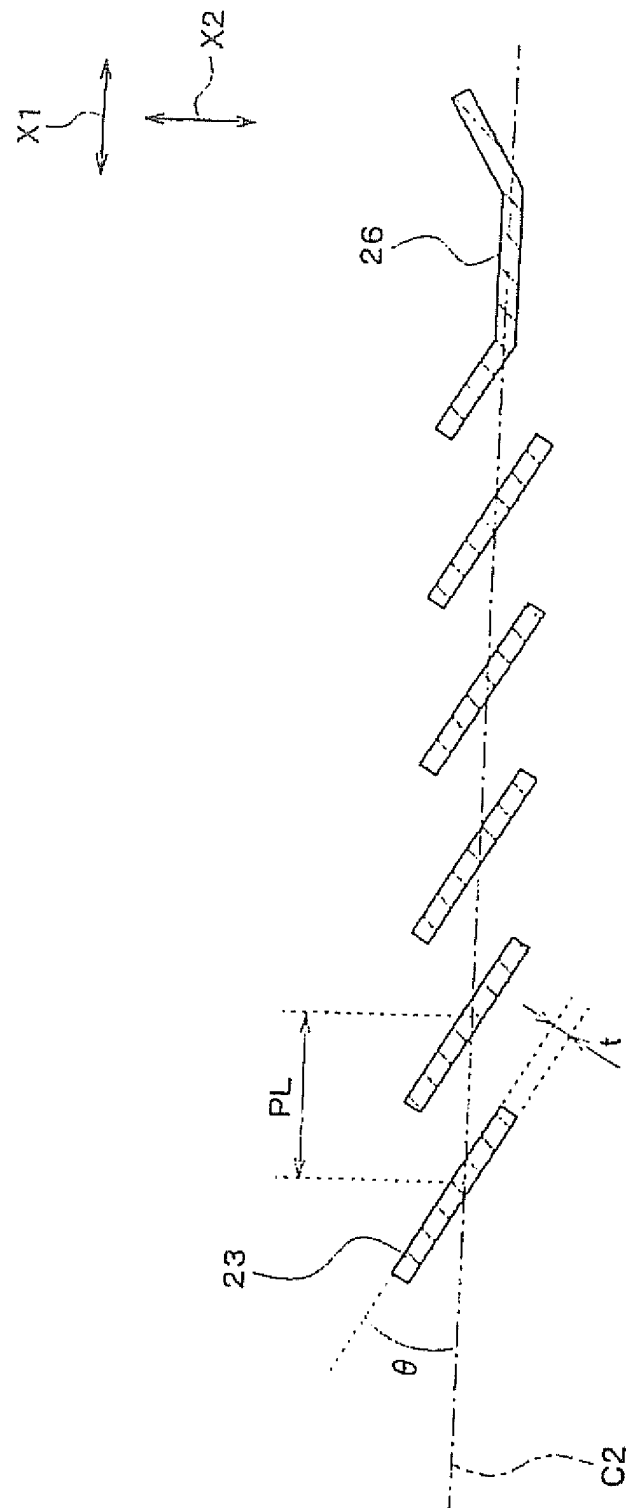


FIG. 6

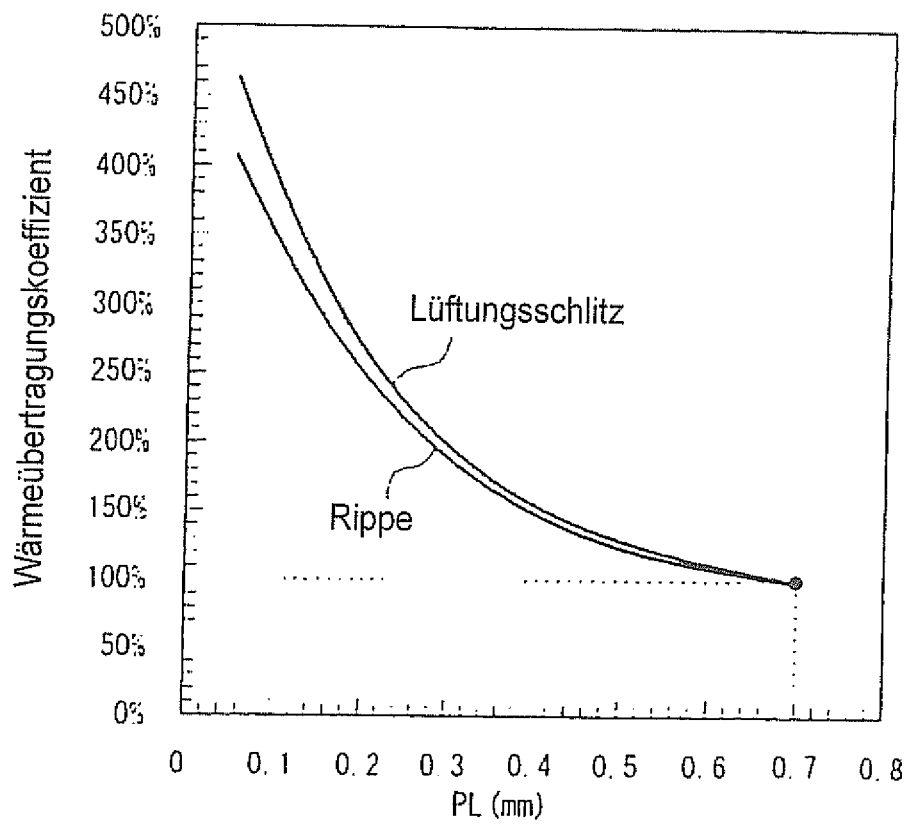


FIG. 7

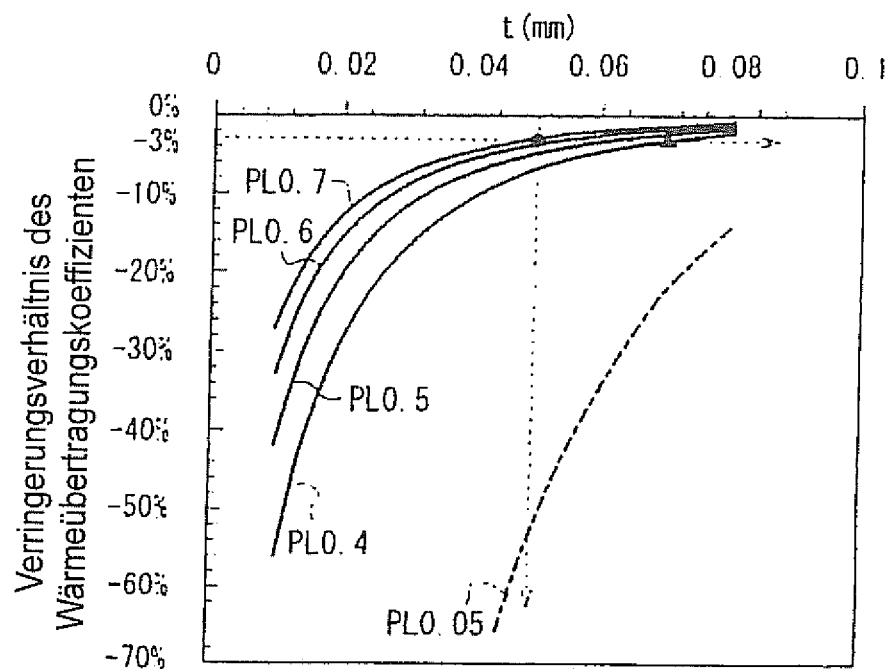


FIG. 8

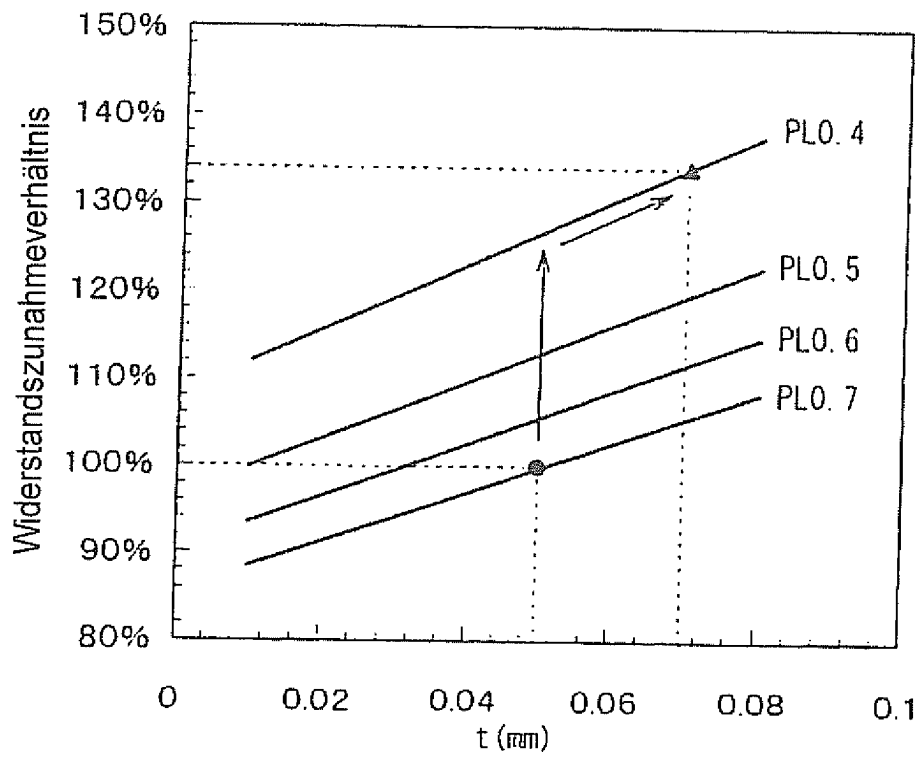


FIG. 9

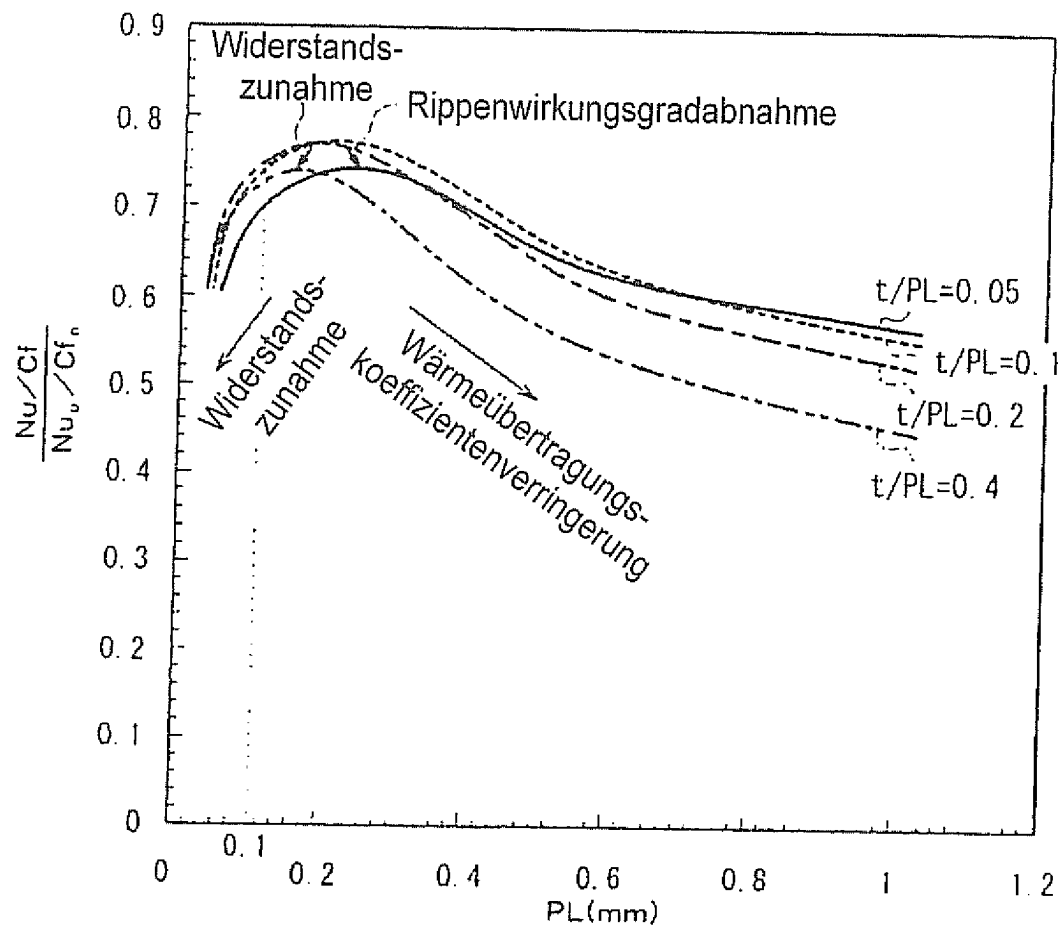


FIG. 10

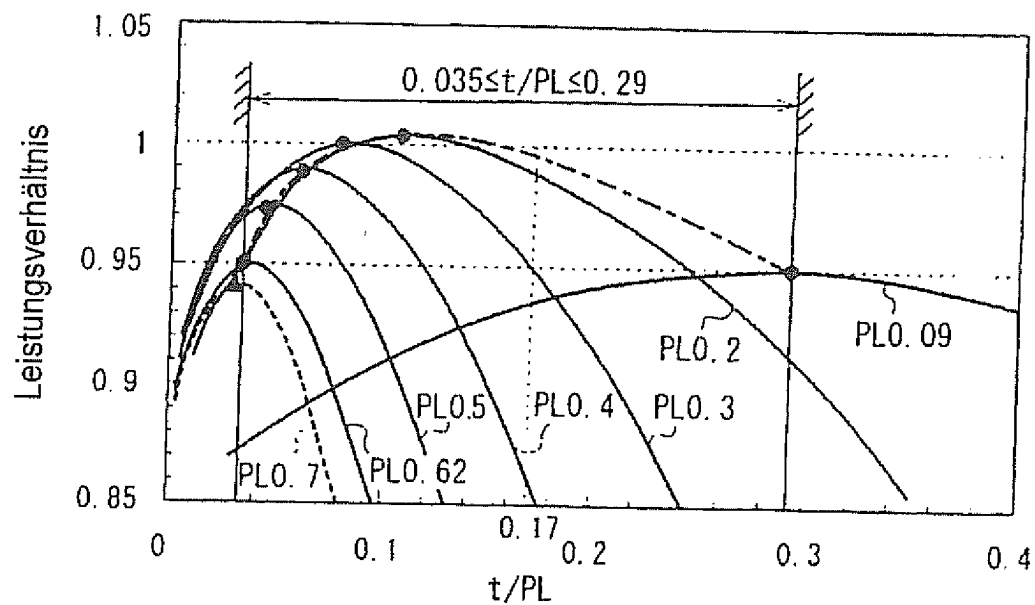


FIG. 11

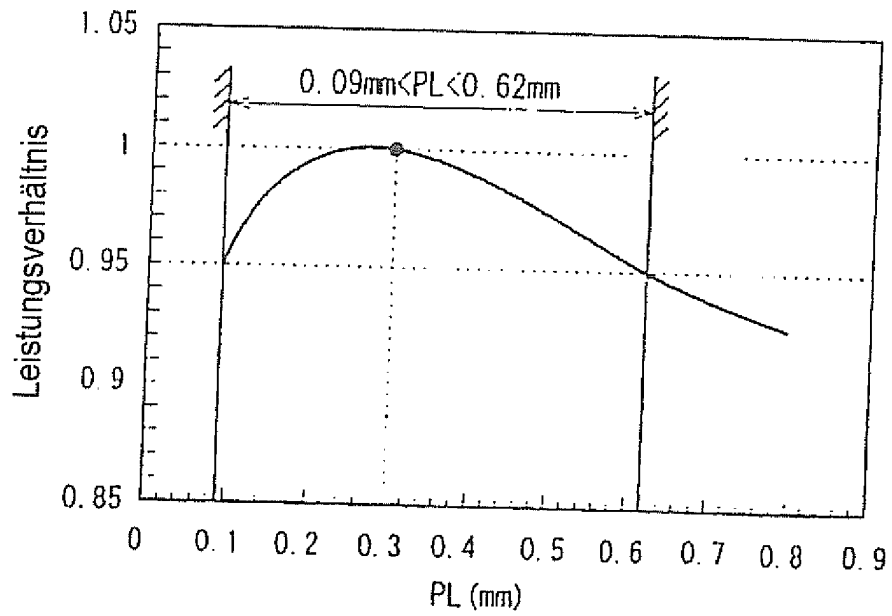


FIG. 12

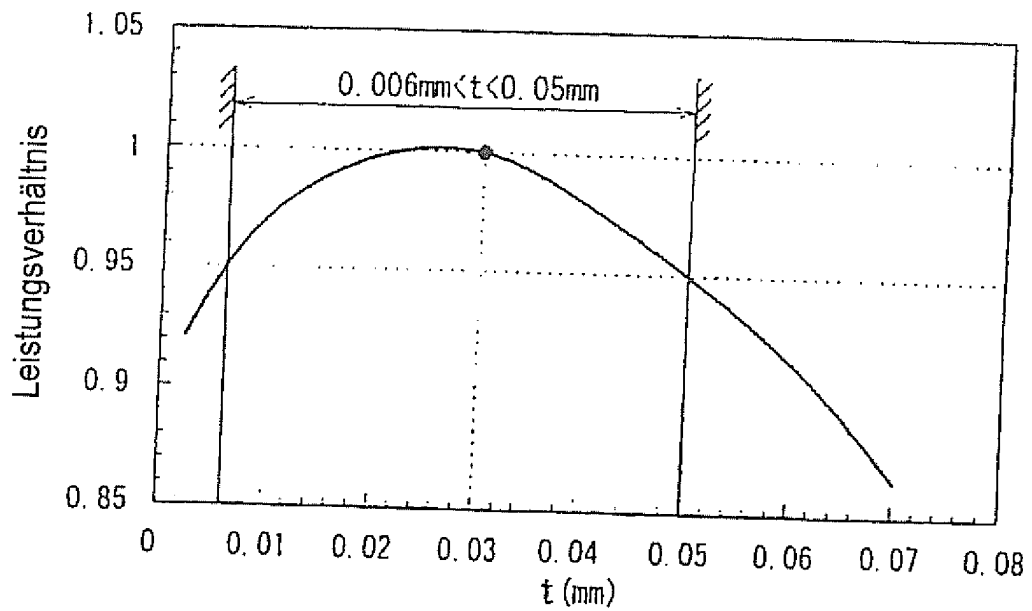


FIG. 13

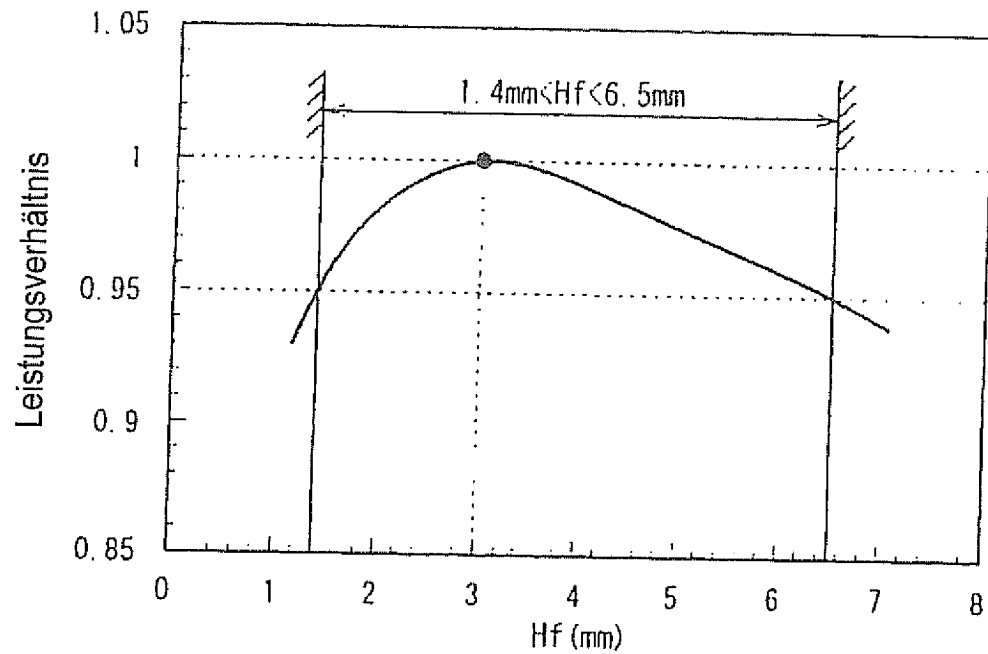


FIG. 14

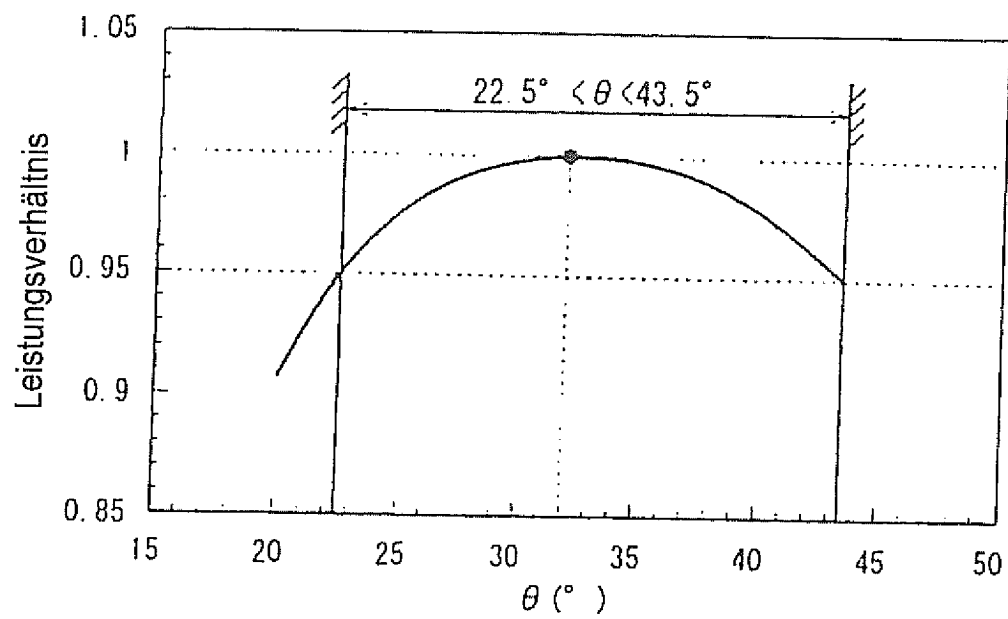


FIG. 15

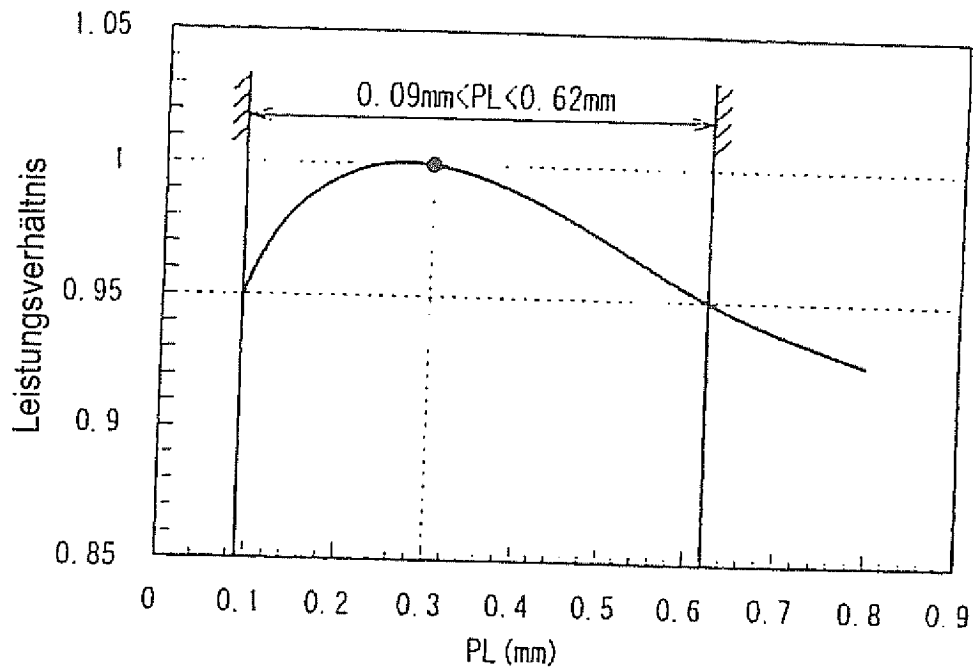


FIG. 16

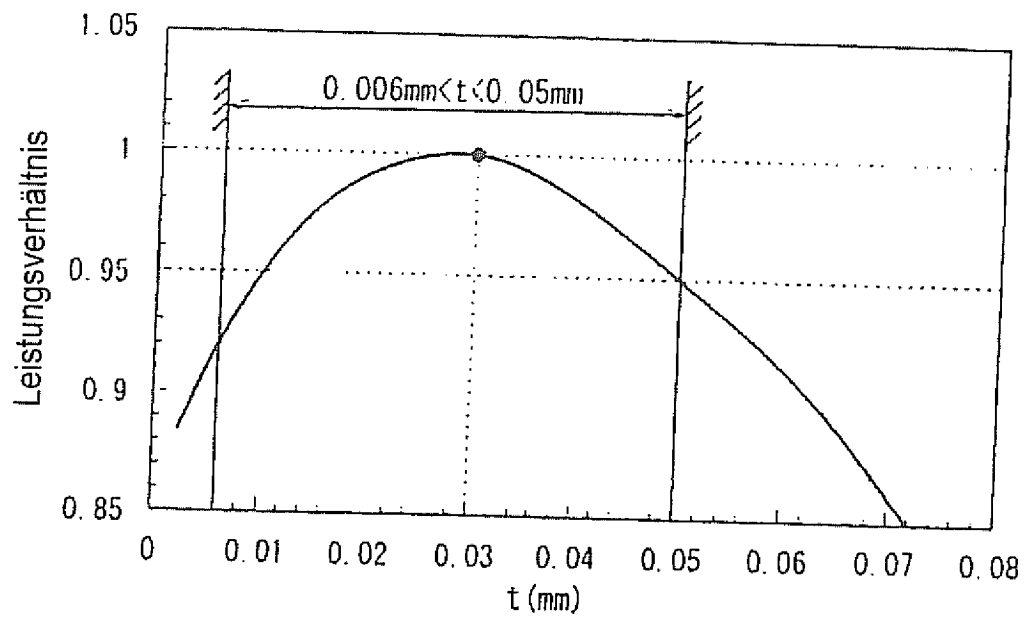


FIG. 17

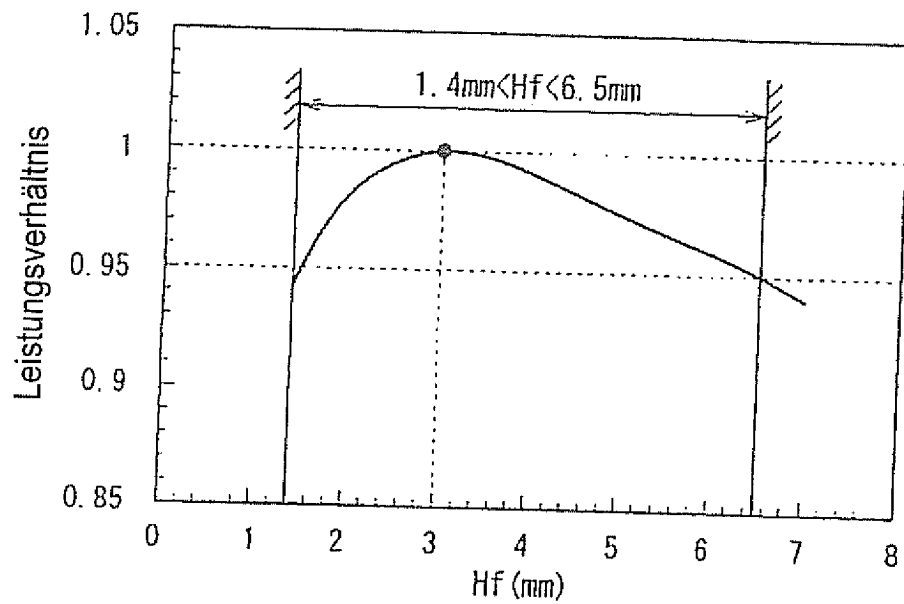


FIG. 18

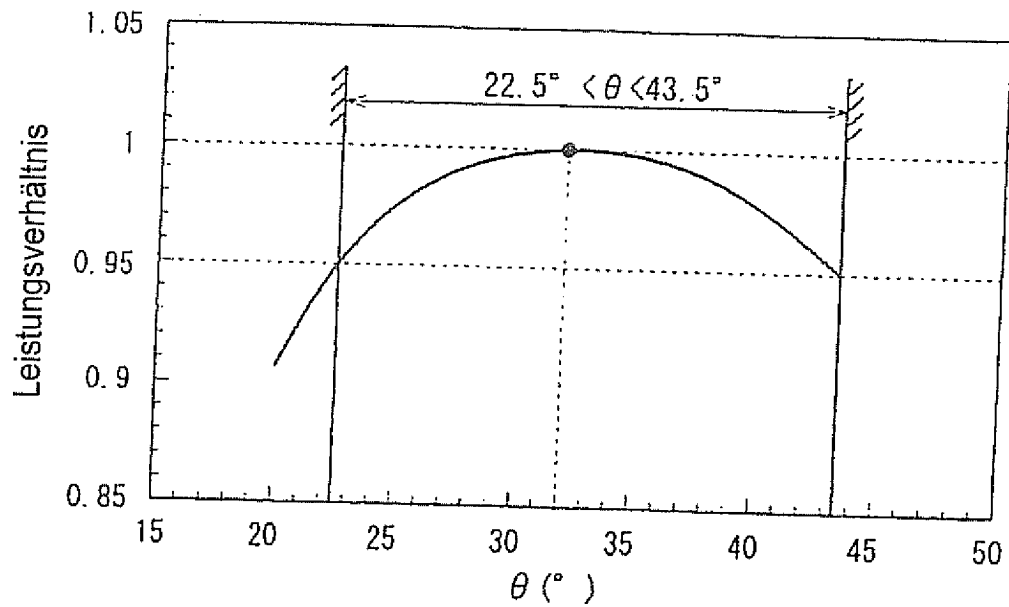


FIG. 19

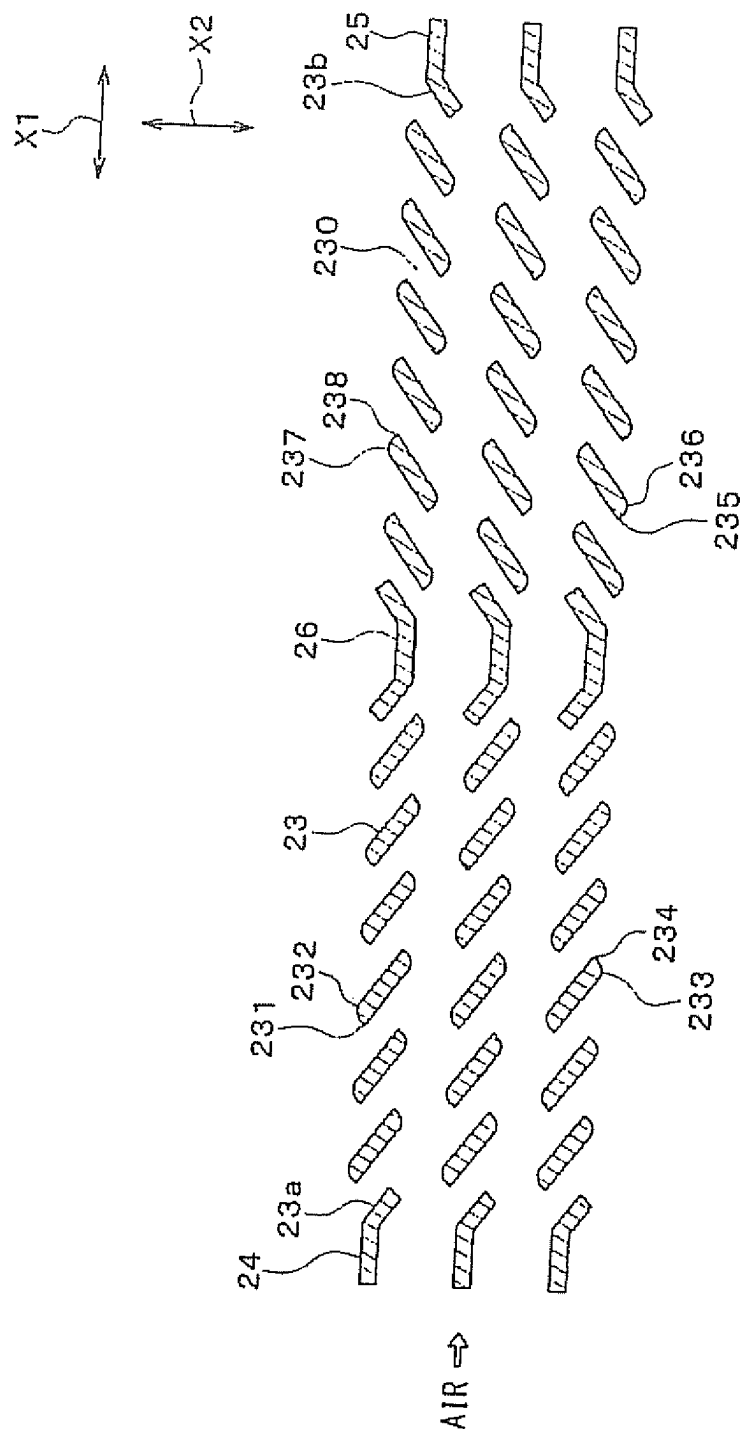


FIG. 20

