

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7251870号

(P7251870)

(45)発行日 令和5年4月4日(2023.4.4)

(24)登録日 令和5年3月27日(2023.3.27)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 Q 11/08 (2006.01)

B 2 3 Q

11/08

Z

B 0 6 B 1/06 (2006.01)

B 0 6 B

1/06

Z

B 2 3 Q 11/00 (2006.01)

B 2 3 Q

11/00

Z

A 4 7 L 1/02 (2006.01)

A 4 7 L

1/02

B 6 0 S 1/02 (2006.01)

B 6 0 S

1/02

8 0 0

請求項の数 27 (全24頁)

(21)出願番号 特願2019-511898(P2019-511898)

(86)(22)出願日 平成29年9月14日(2017.9.14)

(65)公表番号 特表2019-531201(P2019-531201
A)

(43)公表日 令和1年10月31日(2019.10.31)

(86)国際出願番号 PCT/EP2017/073211

(87)国際公開番号 WO2018/050786

(87)国際公開日 平成30年3月22日(2018.3.22)

審査請求日 令和2年7月27日(2020.7.27)

(31)優先権主張番号 1615809.9

(32)優先日 平成28年9月16日(2016.9.16)

(33)優先権主張国・地域又は機関
英国(GB)

前置審査

(73)特許権者 516000468

エコーヴィスタ ゲーエムペーハー

ECHOVISTA GMBH

ドイツ, 63500 ゼーリゲンシュタ

ット, アム クリンググラーベン 2

(74)代理人 100107456

弁理士 池田 成人

(74)代理人 100162352

弁理士 酒巻 順一郎

(74)代理人 100123995

弁理士 野田 雅一

(74)代理人 100154656

弁理士 鈴木 英彦

(72)発明者 トレヴェット, デイビット

イギリス, ブール ドーセット ビーエ

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波流体除去システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の表面、前記第1の表面とは反対側を向いた第2の表面、および前記第1の表面と前記第2の表面との間に延在する少なくとも1つの縁部によって画定された塊体を有するプレートと、

前記プレートに結合された1つ以上のトランスデューサであって、前記1つ以上のトランスデューサの各々が、前記プレートから流体の液滴を超音波で除去するために、伝播方向に前記プレートを通して伝播する超音波を発生するように動作可能である1つ以上のトランスデューサと、

を備え、

前記プレートが、前記1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の経路内に配置された1つ以上の構造であって、前記1つ以上のトランスデューサによって発生される前記超音波の前記伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するために前記プレート内の超音波の伝播を制御するように構成された1つ以上の構造を備え、前記1つ以上の構造の各々の形状の1つ以上のパラメータの値が、前記構造に入射する超音波に対して所定の効果を達成するように予め決定されており、

前記プレートが、第1の縁部と、前記第1の縁部とは反対側にある第2の縁部とを備え、前記1つ以上のトランスデューサが、前記第1の縁部の比較的近くかつ前記第2の縁部から比較的遠くで前記プレートに取り付けられており、前記第2の縁部に向かって主伝播方向に伝播する超音波を発生するように構成されており、

10

20

前記 1 つ以上の構造が、前記 1 つ以上のトランスデューサと前記第 2 の縁部との間に配置された少なくとも 1 つのガイド構造であって、前記プレート内を伝播する超音波の伝播方向を変えるように構成された少なくとも 1 つのガイド構造を備える、システム。

【請求項 2】

前記 1 つ以上のパラメータが、以下のうちの任意の 1 つ以上、すなわち、
前記第 1 の表面および / または前記第 2 の表面に垂直な方向における前記構造の高さ、
前記 1 つ以上のトランスデューサによって発生される前記超音波の前記伝播方向に垂直な方向における前記構造の長さ、
前記 1 つ以上のトランスデューサによって発生される前記超音波が伝播する方向に沿った、前記 1 つ以上のトランスデューサからの前記構造の距離、
前記第 1 の表面および / または前記第 2 の表面に対する前記構造の角度、
前記 1 つ以上のトランスデューサによって発生される前記超音波が伝播する前記方向に対する前記構造の角度、
前記構造の表面の形状、
前記構造の表面の曲率
のうちの任意の 1 つ以上を含む、請求項 1 に記載のシステム。

10

【請求項 3】

前記 1 つ以上の構造が、前記 1 つ以上の構造に入射する少なくとも一部の超音波エネルギーを散乱、吸収、および / または反射するように構成されている、請求項 1 または 2 に記載のシステム。

20

【請求項 4】

前記 1 つ以上の構造が、前記プレートの材料における不連続部であって、実質的に前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との間に延在し、前記 1 つ以上のトランスデューサによって発生される前記超音波の前記伝播方向に対して傾斜した方向に長さを有する不連続部を備える、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 5】

前記不連続部が、以下のうちの 1 つ、すなわち、
前記プレートの縁部、
前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との間で前記プレートを貫通する孔、
前記プレートの前記塊体中の空隙、
すぐ近傍の領域とは異なる材料特性を有する、前記プレートの前記塊体の領域
のうちの 1 つを含む、請求項 4 に記載のシステム。

30

【請求項 6】

前記構造が、前記 1 つ以上のトランスデューサによって発生される前記超音波の前記伝播方向に垂直な方向の、前記プレートの長さを実質的に等しい、前記 1 つ以上のトランスデューサによって発生される前記超音波の前記伝播方向に垂直な前記方向の長さを有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 7】

前記 1 つ以上の構造が、少なくとも 1 つの吸収構造を備え、前記少なくとも 1 つの吸収構造が、前記第 2 の縁部にまたはその近くに配置されており、前記少なくとも 1 つの吸収構造がない場合に伝播するであろう反射超音波エネルギーの量と比較して、前記主伝播方向とは反対の方向に伝播する反射超音波エネルギーの量を低減するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

40

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つの吸収構造が、所定量の入射超音波エネルギーを散乱するように構成されている、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

散乱される入射超音波エネルギーの前記所定量が、前記プレート内における進行超音波に対する定在超音波の所定の比を達成するように設定されている、請求項 8 に記載のシステム。

50

【請求項 10】

第1の表面、前記第1の表面とは反対側を向いた第2の表面、および前記第1の表面と前記第2の表面との間に延在する少なくとも1つの縁部によって画定された塊体を有するプレートと、

前記プレートに結合された1つ以上のトランスデューサであって、前記1つ以上のトランスデューサの各々が、前記プレートから流体の液滴を超音波で除去するために、伝播方向に前記プレートを通して伝播する超音波を発生するように動作可能である1つ以上のトランスデューサと、

を備え、

前記プレートが、前記1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の経路内に配置された1つ以上の構造であって、前記1つ以上のトランスデューサによって発生される前記超音波の前記伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するために前記プレート内の超音波の伝播を制御するように構成された1つ以上の構造を備え、前記1つ以上の構造の各々の形状の1つ以上のパラメータの値が、前記構造に入射する超音波に対して所定の効果を達成するように予め決定されており、

前記プレートが、第1の縁部と、前記第1の縁部とは反対側にある第2の縁部とを備え、前記1つ以上のトランスデューサが、前記第1の縁部の比較的近くかつ前記第2の縁部から比較的遠くで前記プレートに取り付けられており、前記第2の縁部に向かって主伝播方向に伝播する超音波を発生するように構成されており、

前記1つ以上の構造が、少なくとも1つの吸収構造を備え、前記少なくとも1つの吸収構造が、前記第2の縁部にまたはその近くに配置されており、前記少なくとも1つの吸収構造がない場合に伝播するであろう反射超音波エネルギーの量と比較して、前記主伝播方向とは反対の方向に伝播する反射超音波エネルギーの量を低減するように構成されており、

前記少なくとも1つの吸収構造が、前記プレートの前記塊体中に複数の孔を備え、前記複数の孔が、実質的に前記第1の表面と前記第2の表面との間に延在する、システム。

【請求項 11】

前記複数の孔が、前記第2の縁部の近傍に所定のパターンで配置されている、請求項10に記載のシステム。

【請求項 12】

前記少なくとも1つの吸収構造が、実質的に前記第1の表面と前記第2の表面との間に延在する、前記プレートの前記塊体中の不連続部を備え、前記不連続部が、前記不連続部と前記第1の縁部との間の前記伝播方向に沿った距離が、前記主伝播方向に垂直な軸線に沿って変化するように波形形状を有する、請求項7～9のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 13】

前記不連続部が、前記1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の入射角が、前記主伝播方向に垂直な方向の前記不連続部の長さに沿って変化するような形状を有する、請求項12に記載のシステム。

【請求項 14】

前記不連続部が、前記プレートの前記第2の縁部を含む、請求項12または13に記載のシステム。

【請求項 15】

前記1つ以上のトランスデューサが、前記第1の縁部に向かって副伝播方向に伝播する超音波を発生するように構成されており、前記1つ以上の構造が、前記第1の縁部にまたはその近くに配置された少なくとも1つの増幅構造であって、前記少なくとも1つの増幅構造がない場合に伝播するであろう反射超音波エネルギーの量と比較して、前記副伝播方向とは反対の方向に伝播する反射超音波エネルギーの量を増大させるように構成された少なくとも1つの増幅構造を備える、請求項1～14のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 16】

前記少なくとも1つの増幅構造が、所定量の入射超音波エネルギーを反射するように構成されている、請求項15に記載のシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 17】

第1の表面、前記第1の表面とは反対側を向いた第2の表面、および前記第1の表面と前記第2の表面との間に延在する少なくとも1つの縁部によって画定された塊体を有するプレートと、

前記プレートに結合された1つ以上のトランスデューサであって、前記1つ以上のトランスデューサの各々が、前記プレートから流体の液滴を超音波で除去するために、伝播方向に前記プレートを通して伝播する超音波を発生するように動作可能である1つ以上のトランスデューサと、

を備え、

前記プレートが、前記1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の経路内に配置された1つ以上の構造であって、前記1つ以上のトランスデューサによって発生される前記超音波の前記伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するために前記プレート内の超音波の伝播を制御するように構成された1つ以上の構造を備え、前記1つ以上の構造の各々の形状の1つ以上のパラメータの値が、前記構造に入射する超音波に対して所定の効果を達成するように予め決定されており、

前記プレートが、第1の縁部と、前記第1の縁部とは反対側にある第2の縁部とを備え、前記1つ以上のトランスデューサが、前記第1の縁部の比較的近くかつ前記第2の縁部から比較的遠くで前記プレートに取り付けられており、前記第2の縁部に向かって主伝播方向に伝播する超音波を発生するように構成されており、

少なくとも1つの増幅構造が、所定量の入射超音波エネルギーを反射するように構成されており、

反射される入射超音波エネルギーの前記所定量が、前記少なくとも1つの増幅構造によって反射された超音波と、前記1つ以上のトランスデューサと前記第2の縁部との間で前記主伝播方向に前記プレート内を伝播する、前記1つ以上のトランスデューサによって発生された波との建設的干渉を達成するように設定されている、システム。

【請求項 18】

反射される入射超音波エネルギーの前記所定量が、前記1つ以上のトランスデューサと前記第2の縁部との間で前記主伝播方向に前記プレート内を伝播する所定の振幅の波を達成するように設定されている、請求項16または17に記載のシステム。

【請求項 19】

前記1つ以上のトランスデューサが、前記第1の縁部に向かって副伝播方向に伝播する超音波を発生するように構成されており、前記1つ以上の構造が、前記第1の縁部にまたはその近くに配置された少なくとも1つの増幅構造であって、前記少なくとも1つの増幅構造がない場合に伝播するであろう反射超音波エネルギーの量と比較して、前記副伝播方向とは反対の方向に伝播する反射超音波エネルギーの量を増大させるように構成された少なくとも1つの増幅構造を備え、

前記少なくとも1つの増幅構造が、実質的に前記プレートの前記第1の表面と前記第2の表面との間に延在する、前記プレートの前記塊体中の平面状の不連続部を備え、前記不連続部の平面が、前記副伝播方向に垂直であり、前記第1の表面および前記第2の表面の各々に垂直である、請求項16～18のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 20】

前記不連続部が、前記プレートの前記第1の縁部を含む、請求項19に記載のシステム。

【請求項 21】

前記少なくとも1つのガイド構造が、前記プレートの前記所定領域内を伝播する超音波の振幅が、前記所定領域の近傍の、前記プレートの前記領域内を伝播する超音波の振幅よりも大きくなるように前記所定領域で建設的干渉を引き起こすために前記所定領域に超音波を向けるように構成されている、請求項1に記載のシステム。

【請求項 22】

前記少なくとも1つのガイド構造が、実質的に前記プレートの前記第1の表面と前記第2の表面との間に延在する、前記プレートの前記塊体中の不連続部を備える、請求項1又

10

20

30

40

50

は 2 1 に記載のシステム。

【請求項 2 3】

前記プレートが工作機械の窓を含み、前記流体が切削流体を含む、請求項 1 ~ 2 2 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 2 4】

請求項 1 ~ 2 3 のいずれか一項に記載のシステムを備える工作機械。

【請求項 2 5】

第 1 の表面、前記第 1 の表面とは反対側を向いた第 2 の表面、および前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との間に延在する少なくとも 1 つの縁部によって画定された塊体を有するプレートから流体を除去する方法であって、

前記プレートに結合された 1 つ以上の超音波トランスデューサを使用して前記プレート内に超音波を発生するステップであって、前記発生された超音波が伝播方向に前記プレート内を伝播するようにするステップと、

前記プレート内の超音波の伝播を制御して、前記伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するステップと、

を含み、

前記プレートが、第 1 の縁部と、前記第 1 の縁部とは反対側にある第 2 の縁部とを備え、前記 1 つ以上のトランスデューサが、前記第 1 の縁部の比較的近くかつ前記第 2 の縁部から比較的遠くで前記プレートに取り付けられており、前記第 2 の縁部に向かって主伝播方向に伝播する超音波を発生するように構成されており、

前記プレートが、前記 1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の経路内に配置された 1 つ以上の構造であって、前記 1 つ以上のトランスデューサによって発生される前記超音波の前記伝播方向とは反対の方向に伝播する前記所定量の超音波エネルギーを達成するために前記プレート内の超音波の伝播を制御するように構成された 1 つ以上の構造を備え、

前記 1 つ以上の構造が、前記 1 つ以上のトランスデューサと前記第 2 の縁部との間に配置された少なくとも 1 つのガイド構造であって、前記プレート内を伝播する超音波の伝播方向を変えるように構成された少なくとも 1 つのガイド構造を備える、方法。

【請求項 2 6】

前記プレートの表面を横切って前記流体の液滴を推進するステップを含む、請求項 2 5 に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記プレートが、請求項 1 ~ 2 3 のいずれか一項に記載のプレートであり、前記超音波が、請求項 1 ~ 2 3 のいずれか一項に記載の装置を使用して発生され、前記超音波の伝播が、請求項 1 ~ 2 3 のいずれか一項に記載の 1 つ以上の構造を使用して制御される、請求項 2 5 または 2 6 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プレートと、プレートから流体の液滴を超音波で除去するための装置とを備えるシステムに関する。プレートは、例えば工作機械の窓であり得、流体は切削流体であり得る。

【背景技術】

【0002】

工作機械は、切削工具を潤滑し冷却するために切削流体を使用する一方で、切削流体は、この工具によって成形されている金属加工物に作用する。削りくずとして知られている、加工物から削り取られた金属は、機械の操作者にとって危険である可能性があり、また切削工具は破損する危険性があり、これも操作者にとって危険である。操作者を保護するために、工作機械全体または少なくとも切削工具の周囲の領域がハウジングに入れられる。ハウジングには窓があるので、操作者は、切削作業の進行状況を確認することができる

10

20

30

40

50

。しかしながら、切削流体が、ハウジングの内側で噴霧され、窓に付着すると、操作者の視界が遮られる。切削流体は、水および様々な添加剤または油および様々な添加剤を含み得る。

【 0 0 0 3 】

電気モータによって回転される円形ディスクの形態の窓を設けることが知られており、窓に付着した切削流体は、ディスクの回転によって跳ね飛ばされ、これにより、操作者により明瞭な視界が与えられる。一例では、円形フレームが、このディスクが固定されたモータを支持する。切削流体の漏れを防ぐために、このディスクの周囲はこのフレームにシールされる。このような窓は小さくて重くて複雑である。

【 0 0 0 4 】

したがって、国際公開第 2 0 1 5 / 0 1 1 1 2 6 号パンフレットでは、工作機械の窓から流体を除去するために超音波を使用することが提案されている。

【発明の概要】

【 0 0 0 5 】

本発明の一態様によれば、システムであって、第 1 の表面、第 1 の表面とは反対側を向いた第 2 の表面、および第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在する少なくとも 1 つの縁部によって画定された塊体を有するプレートと、プレートに結合された 1 つ以上のトランスデューサであって、1 つ以上のトランスデューサの各々が、プレートから流体の液滴を超音波で除去するために、伝播方向にプレートを通して伝播する超音波を発生するように動作可能である 1 つ以上のトランスデューサとを備えるシステムが提供される。プレートは、1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の経路内に配置された 1 つ以上の構造であって、1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するためにプレート内の超音波の伝播を制御するように構成された 1 つ以上の構造を備える。1 つ以上の構造の各々の形状の 1 つ以上のパラメータの値は、この構造に入射する超音波に対して所定の効果を達成するように予め決定されている。

【 0 0 0 6 】

任意選択で、1 つ以上のトランスデューサは、プレートから流体の液滴を超音波で除去するための装置に含まれる。このような装置は、超音波駆動信号を 1 つ以上のトランスデューサに提供するための発生器をさらに備えてもよい。

【 0 0 0 7 】

任意選択で、1 つ以上のパラメータは、以下のうちの任意の 1 つ以上、すなわち、第 1 の表面および / または第 2 の表面に垂直な方向における構造の高さ、1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向に垂直な方向における構造の長さ、1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波が伝播する方向に沿った、1 つ以上のトランスデューサからの構造の距離、第 1 の表面および / または第 2 の表面に対する構造の角度、1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波が伝播する方向に対する構造の角度、構造の表面の形状、構造の表面の曲率のうちの任意の 1 つ以上を含む。

【 0 0 0 8 】

任意選択で、1 つ以上のトランスデューサは、プレートの表面に結合され、プレートの塊体を通して伝播する超音波を発生するように動作可能である。

【 0 0 0 9 】

任意選択で、1 つ以上の構造は、1 つ以上の構造に入射する少なくとも一部の超音波エネルギーを散乱、吸収、および / または反射するように構成される。

【 0 0 1 0 】

任意選択で、1 つ以上の構造は、プレートの材料における不連続部であって、実質的に第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在し、1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向に対して傾斜した方向に長さを有する不連続部を備える。不連続部は、伝播方向に垂直な方向に長さを有してもよい。不連続部の形状の 1 つ以上のパラメータの値は、例えば、1 つ以上の構造に入射する超音波に対して所定の効果を達成するように

10

20

30

40

50

予め決定されてもよい。不連続部は、例えば以下のうちの１つ、すなわち、プレートの縁部、第１の表面と第２の表面との間でプレートを貫通する孔、プレートの塊体中の空隙、すぐ近傍の領域とは異なる材料特性を有する、プレートの塊体の領域のうちの１つを含んでもよい。

【００１１】

任意選択で、この構造は、１つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向に垂直な方向の、プレートの長さを実質的に等しい、１つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向に垂直な方向の長さを有する。

【００１２】

任意選択で、プレートは、第１の縁部と、第１の縁部とは反対側にある第２の縁部とを備え、１つ以上のトランスデューサは、第１の縁部の比較的近くかつ第２の縁部から比較的遠くでプレートに取り付けられ、第２の縁部に向かって主伝播方向に伝播する超音波を発生するように構成される。

10

【００１３】

任意選択で、１つ以上の構造は、少なくとも１つの吸収構造を備え、少なくとも１つの吸収構造は、第２の縁部にまたはその近くに配置され、少なくとも１つの吸収構造がない場合に伝播するであろう反射超音波エネルギーの量と比較して、主伝播方向とは反対の方向に伝播する反射超音波エネルギーの量を低減するように構成される。少なくとも１つの吸収構造は、例えば、所定量の入射超音波エネルギーを散乱するように構成されてもよい。散乱される入射超音波エネルギーの所定量は、例えば、プレート内における進行超音波に対する定在超音波の所定の比を達成するように設定されてもよい。

20

【００１４】

任意選択で、少なくとも１つの吸収構造は、プレートの塊体中に複数の孔を備え、これらの孔は、実質的に第１の表面と第２の表面との間に延在する。これらの孔は、例えば、第２の縁部の近傍に所定のパターンで配置されてもよい。

【００１５】

任意選択で、少なくとも１つの吸収構造は、実質的に第１の表面と第２の表面との間に延在する、プレートの塊体中の不連続部を備える。このような不連続部は、例えば、不連続部と第１の縁部との間の、伝播方向に沿った距離が主伝播方向に垂直な軸線に沿って変化するように波形形状を有してもよい。不連続部は、例えば、１つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の入射角が主伝播方向に垂直な方向の、不連続部の長さに沿って変化するような形状を有してもよい。任意選択で、不連続部はプレートの第２の縁部を含む。

30

【００１６】

任意選択で、１つ以上のトランスデューサは、第１の縁部に向かって副伝播方向に伝播する超音波を発生するように構成され、１つ以上の構造は、第１の縁部にまたはその近くに配置された少なくとも１つの増幅構造であって、少なくとも１つの増幅構造がない場合に伝播するであろう反射超音波エネルギーの量と比較して、副伝播方向とは反対の方向に伝播する反射超音波エネルギーの量を増大させるように構成された少なくとも１つの増幅構造を備える。少なくとも１つの増幅構造は、例えば、所定量の入射超音波エネルギーを反射するように構成されてもよい。反射される入射超音波エネルギーの所定量は、少なくとも１つの増幅構造によって反射された超音波と、１つ以上のトランスデューサと第２の縁部との間で主伝播方向にプレート内を伝播する、１つ以上のトランスデューサによって発生された波との建設的干渉を達成するように設定されてもよい。反射される入射超音波エネルギーの所定量は、例えば、１つ以上のトランスデューサと第２の縁部との間で主伝播方向にプレート内を伝播する所定の振幅の波を達成するように設定されてもよい。

40

【００１７】

任意選択で、少なくとも１つの増幅構造は、実質的にプレートの第１の表面と第２の表面との間に延在する、プレートの塊体中の平面状の不連続部を備え、不連続部の平面は、副伝播方向に垂直であり、第１の表面および第２の表面の各々に垂直である。任意選択で

50

、不連続部はプレートの第 1 の縁部を含む。

【 0 0 1 8 】

任意選択で、1 つ以上の構造は、1 つ以上のトランスデューサと第 2 の縁部との間に配置された少なくとも 1 つのガイド構造であって、プレート内を伝播する超音波の伝播方向を変えるように構成された少なくとも 1 つのガイド構造を備える。少なくとも 1 つのガイド構造は、例えば、プレートの所定領域内を伝播する超音波の振幅が所定領域の近傍の、プレートの領域内を伝播する超音波の振幅よりも大きくなるように所定領域で建設的干渉を引き起こすために所定領域に超音波を向けるように構成されてもよい。任意選択で、少なくとも 1 つのガイド構造は、実質的にプレートの第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在する、プレートの塊体中の不連続部を備える。

10

【 0 0 1 9 】

任意選択で、1 つ以上のトランスデューサは、3 0 0 k H z から 5 M H z の範囲の所定の周波数でプレート内に超音波を発生するように動作可能であり、発生器は、所定の周波数に関して超音波駆動信号を 1 つ以上のトランスデューサに提供するように動作可能である。

【 0 0 2 0 】

任意選択で、装置は、プレート内に発生される波がラム波を含むように構成される。

【 0 0 2 1 】

任意選択で、発生器は、超音波駆動信号をトランスデューサにパルスで印加するように構成される。

20

【 0 0 2 2 】

任意選択で、プレートは工作機械の窓を含み、流体は切削流体を含む。

【 0 0 2 3 】

本発明の第 2 の態様は、第 1 の態様によるシステムを備える工作機械を提供する。

【 0 0 2 4 】

本発明の第 3 の態様は、第 1 の表面、第 1 の表面とは反対側を向いた第 2 の表面、および第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在する少なくとも 1 つの縁部によって画定された塊体を有するプレートから流体を除去する方法を提供する。本方法は、プレートに結合された 1 つ以上の超音波トランスデューサを使用してプレート内に超音波を発生するステップであって、発生された超音波が伝播方向にプレート内を伝播するようにするステップと、プレート内の超音波の伝播を制御して、伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するステップとを含む。

30

【 0 0 2 5 】

任意選択で、本方法は、プレートの表面を横切って流体の液滴を推進するステップを含む。

【 0 0 2 6 】

任意選択で、プレートは、第 1 の態様のプレートであり、超音波は、第 1 の態様の装置を使用して発生され、超音波の伝播は、第 1 の態様の 1 つ以上の構造を使用して制御される。

【 0 0 2 7 】

本発明の第 4 の態様は、システムであって、第 1 の表面、第 1 の表面とは反対側を向いた第 2 の表面、および第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在する少なくとも 1 つの縁部によって画定された塊体を有するプレートと、プレートに結合可能である 1 つ以上のトランスデューサであって、1 つ以上のトランスデューサの各々が、プレートから流体の液滴を超音波で除去するために、伝播方向にプレートを通して伝播する超音波を発生するように動作可能である 1 つ以上のトランスデューサとを備えるシステムを提供する。プレートは、1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の経路内に配置された 1 つ以上の構造であって、1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するためにプレート内の超音波の伝播を制御するように構成された 1 つ以上の構造を備える。1 つ以上の構造の各々の形状

40

50

の１つ以上のパラメータの値は、この構造に入射する超音波に対して所定の効果を達成するように予め決定されている。

【００２８】

本発明の第５の態様は、プレートから流体の液滴を超音波で除去するためにプレートを通して伝播する超音波の経路内に配置された１つ以上の構造を有するプレートを用意する方法を提供する。本方法は、この構造に入射する超音波に対して所定の効果を達成するための、１つ以上の構造の各々の形状の１つ以上のパラメータの値およびプレートを通して伝播する超音波の伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するための、１つ以上の構造の形態を決定するステップを含む。本方法は、第１の表面、第１の表面とは反対側を向いた第２の表面、および第１の表面と第２の表面との間に延在する少なくとも１つの縁部によって画定された塊体ならびに決定された値および形態による１つ以上の構造を有するプレートを用意するステップを含む。

10

【００２９】

本発明の第６の態様は、プレートから流体の液滴を超音波で除去するためにプレートを通して伝播する超音波の経路内に配置された１つ以上の構造の各々の形状の１つ以上のパラメータの値を決定するステップを含む方法を提供する。１つ以上のパラメータの値は、この構造に入射する超音波に対して所定の効果を達成するように決定される。本方法は、プレートを伝播する超音波の伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するための、１つ以上の構造の形態を決定するステップであって、第１の表面、第１の表面とは反対側を向いた第２の表面、および第１の表面と第２の表面との間に延在する少なくとも１つの縁部によって画定された塊体ならびに決定された値および形態による１つ以上の構造を有するプレートが用意され得るようにするステップを含む。

20

【００３０】

本発明の第７の態様は、第１の表面、第１の表面とは反対側を向いた第２の表面、および第１の表面と第２の表面との間に延在する少なくとも１つの縁部によって画定された塊体を有する窓を提供する。窓は、窓から流体の液滴を超音波で除去するために窓を通して伝播する超音波の経路内に配置された１つ以上の構造を備え、１つ以上の構造は、窓を通して伝播する超音波の伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するように構成される。１つ以上の構造の各々の形状の１つ以上のパラメータの値は、この構造に入射する超音波に対して所定の効果を達成するように予め決定されている。

30

【００３１】

いくつかの例の様々な特徴および利点は、ほんの一例として多数の特徴と一緒に示す添付の図面と併せて、以下の説明から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【００３２】

【図１】プレート上の切削流体の液滴を通る超音波を放射するトランスデューサを一例として示す概略図である。

【図２Ａ】プレートと、プレートから流体の液滴を超音波で除去するための装置とを備える例示的なシステムの概略図である。

【図２Ｂ】図２Ａのプレートの縁部の一部の概略図である。

40

【図２Ｃ】プレートと、プレートから流体の液滴を超音波で除去するための装置とを備えるさらなる例示的なシステムの概略図である。

【図２Ｄ】プレートと、プレートから流体の液滴を超音波で除去するための装置とを備えるさらなる例示的なシステムの概略図である。

【図２Ｅ】図２Ｄのプレートの縁部の一部の概略図である。

【図３】プレートと、プレートから流体の液滴を超音波で除去するための装置とを備えるさらなる例示的なシステムの概略図である。

【図４】プレートから流体を除去するための例示的な方法を示すフローチャートである。

【図５】本発明の例を組み込んだ、工作機械の窓の例である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 3 3 】

以下の開示は、プレート（または材料のシート）とプレートから流体の液滴を超音波で除去するための装置とを備える例示的なシステムを説明する。例では、この装置は、プレートに結合された1つ以上のトランスデューサであって、各々が、プレートを通して伝播する超音波を発生するように動作可能である1つ以上のトランスデューサと、超音波駆動信号を1つ以上のトランスデューサに提供するための発生器とを備える。例では、プレートは、1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の経路内に配置される1つ以上の構造を備え得る。1つ以上の構造は、例えば、1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するために、プレート内の超音波の伝播を制御するように構成され得る。したがって、この構造は、好適には、プレート内を伝播する超音波の特定の局面またはパラメータを、この構造が存在しない状況と比較して変更または修正することを可能にし得る。例えば、1つ以上の構造は、超音波が持つエネルギーを増大させ、超音波を選択領域に集束させ、および/または定在波の形成を最小限に抑えるもしくは防止するように構成され得る。本明細書に記載の例は、好適には、例えば工作機械の窓から流体を超音波で除去するためのシステムによって実施され得る。

10

【 0 0 3 4 】

例示的な工作機械の窓は、透明材料のプレート、例えば、強化ガラスであってもよいガラスを含む。窓から切削流体の液滴を除去することは、超音波を使用する、例えば本明細書に記載の例示的な装置を使用する、本発明の例によって達成され得る。このような例示的な装置は、一般に、プレートに固定された1つ以上の圧電トランスデューサと、超音波をプレートに印加するためにトランスデューサを動作させるための回路とを備え得る。例示的な装置は、ガラスの最上層と最下層との間に挟まれたラミネート層を含む乗り物の窓などの他の種類のプレートから流体を除去するためにも使用され得る。

20

【 0 0 3 5 】

例によってきれいにされるべきプレートの表面は、例えば、プレート上の流体付着物とプレート表面との間の表面張力を修正する任意選択のコーティングを塗布することによって処理されてもよい。このようなコーティングは流体をはじきやすくてもよい。例えば、コーティングは表面張力を低下させてもよい。水性流体に対しては、疎水性コーティングを使用してもよい。

30

【 0 0 3 6 】

「超音波」または「超音波で」という用語は、超音波周波数を有する波を指すために使用される。超音波周波数は、人間の聴覚の可聴上限（約20キロヘルツ（kHz））より高い任意の周波数であり得る。本開示のシステムは、任意の超音波周波数を用い得る。本明細書に記載の一部の例示的なシステムは、100kHzから50メガヘルツ（MHz）以上の範囲内の1つ以上の超音波周波数を用い得る。本明細書に記載の一部の例示的なシステムは、300kHzから5MHzの範囲内の1つ以上の周波数を用い得る。超音波は、信号発生器に結合されたトランスデューサから放射される。発生器は、超音波周波数の電気信号をトランスデューサに提供するように構成された信号発生器であり得る。トランスデューサは、発生器からの超音波信号に基づいて超音波を発生するために駆動されるように構成される。本明細書に記載の例示的なシステムに含まれる信号発生器は、当技術分野で知られている任意の適切な設計のものであってもよい。

40

【 0 0 3 7 】

本明細書に記載のいくつかの例では、トランスデューサは、1つ以上の超音波周波数で波を放射することができるように構成される。プレートをきれいにすることは、1つ以上のトランスデューサを使用して達成され得る。本明細書に記載の1つ以上のトランスデューサの各々は、複数の電極を備える。各トランスデューサは、（例えば、電極の選択された数、サイズ、および間隔を有することによって）所定の周波数または周波数範囲で動作するように構成される。本明細書に記載の例示的なシステムに含まれるトランスデューサは、当技術分野で知られている任意の適切な設計のもの（例えば、圧電トランスデューサ

50

など)であってもよい。

【0038】

本明細書を通して使用される「1つの(a)」、「1つの(one)」、または「単一の(single)」周波数という用語は、トランスデューサから放射される中心周波数または主周波数に関するものとして解釈されるべきである。なぜなら、中心周波数の周りに帯域幅を有する周波数帯域が放射されるからである。

【0039】

本発明による例示的なシステムによって放射される超音波は、プレートを通して伝播することができる任意の種類の超音波を含んでもよく、一部の例では、異なる波の種類の組み合わせを含んでもよい。所与の例において放射される超音波の波の種類は、プレートの厚さなどの、特定のプレートの特性に依存し得る。プレートを通して伝播し得る異なる波の種類の例としては、表面弾性波、レイリー波、ラム波、およびプレート波が挙げられる。

10

【0040】

本発明による例示的なシステムは、流体液滴の霧化、推進、もしくは振動またはこれらの機序の任意の組み合わせを行うために超音波を使用することによってプレートの表面から流体を除去し得る。例えば、流体液滴は、プレートの表面から完全にまたは部分的に除去するために霧化されてもよい。部分的に霧化される場合、液滴の残りの部分は、推進および/または振動によって除去されてもよい。例えば、流体の液滴は、プレートの縁部に向けて液滴を移動させるためにプレートの表面に沿って推進されてもよい。

【0041】

次に、いくつかの例が、図を参照して説明される。特定の特徴に対しての、一組の図中での同じ参照番号の使用は、同じ特徴に関する。

20

【0042】

図1は、第1の表面136、第1の表面とは反対側を向いた第2の表面137、および第1の表面と第2の表面との間に延在する少なくとも1つの縁部(図示せず)によって画定された塊体を有するプレート135を備える例示的なシステムを示す。このシステムは、プレート135から流体の液滴を超音波で除去するための装置をさらに備える。この装置は、プレート135を通して伝播する超音波を発生するように動作可能である、プレート135に結合されたトランスデューサ100(装置100に含まれる複数のトランスデューサのうちの1つであり得る)と、超音波駆動信号をトランスデューサ100に提供するための発生器(図示せず)とを備える。トランスデューサは、矢印145によって示される方向に超音波140を放射するように構成される。流体の液滴150(例えば切削流体)が、プレート135の第1の表面136上に存在する。

30

【0043】

トランスデューサ100は、トランスデューサ100をプレート135の表面に取り付けることによってプレート135に結合される。プレート135が工作機械の窓を含む例では、トランスデューサ100は、ハウジングの内側で窓に、すなわち、切削流体によって濡れる、窓の面に取り付けられる。しかしながら、窓が十分に薄い場合は、ハウジングの外側でトランスデューサ100を窓に取り付けることも可能である。これは、トランスデューサ100が切削流体との接触による損傷から保護されるので望ましい場合がある。

40

【0044】

トランスデューサ100をプレート表面に取り付けることは、トランスデューサをプレート表面に化学的に接着または物理的に固定することによって達成され得る。適切な接着剤は商業的に入手可能であり得、例えばこれとしてエポキシ樹脂を挙げることができる。使用中に、接着剤は、トランスデューサ100とプレート表面との間に接着層130を形成する。この接着層130は、薄くてもよく、均一な厚さを有してもよく、例えば真空条件下で形成されて気泡を含まなくされてもよい。トランスデューサ100が圧電トランスデューサを備える例では、トランスデューサ100は、その電極がプレート表面に面するようにプレート135に取り付けられてもよく、あるいはその電極がプレート表面とは反対側を向くように取り付けられてもよい。プレート135に面する電極を有することによ

50

り、プレート 135 に印加される波エネルギーは増大するが、電極への電氣的接続を設ける困難も増大する。

【0045】

本明細書に記載の例では、トランスデューサ 100 は、任意の超音波周波数で動作するように構成されてもよい（または構成可能であってもよい）。一部の例では、トランスデューサ 100 は、200 kHz から 5 MHz の範囲の周波数を有する超音波を放射するように構成される。一部の例では、トランスデューサは、500 kHz から 5 MHz の範囲の周波数を有する超音波を放射するように構成される。図 1 の例は、プレート表面に結合されたただ 1 つのトランスデューサ 100 を示しているが、任意の数のトランスデューサがプレート表面に結合されてもよい。1 つ以上のトランスデューサは、プレート 135 の縁部の近くまたはプレートの外周領域に結合されてもよい。一部の例では、複数のトランスデューサが、プレート 135 の縁部から所定の距離を置いてプレート 135 の縁部と平行に一列に配置される。

10

【0046】

トランスデューサ 100 によって放射された超音波 140 は、流体の液滴 150 に向かって、プレート 135 を通って伝播する。超音波 140 は、プレート 135 の第 1 の表面 136 に結合され、これにより、超音波 140 が流体の液滴 150 に到達すると、超音波 140 は、流体の液滴 150 を「捕捉 (see)」し、エネルギーが、超音波 140 から流体の液滴 150 に伝達されることになる。

【0047】

一般に、高周波超音波は、低周波超音波よりも多くのエネルギーを有する。したがって、所与のプレート / 装置システムに関連する最小霧化周波数であって、そのシステムにおいてプレート上の液滴の霧化が達成可能であることを表す最小霧化周波数が存在する。最小霧化周波数未満では、超音波は、プレート上の液滴を霧化するのに十分なエネルギーを有し得ない。しかしながら、超音波は、プレート表面に沿って液滴を推進するのに十分なエネルギーを有し得る。所与のプレート / 装置システムに関連する最小推進周波数であって、そのシステムにおいて液滴の推進が達成可能であることを表す最小推進周波数も存在する。しかしながら、流体の液滴の振動は、いずれにせよ最小推進周波数未満の何らかの周波数でも可能である。このシステムには、プレート上の液滴の振動が達成可能である最低周波数を表す最小振動周波数も存在し得る。

20

30

【0048】

最小霧化周波数、最小推進周波数、および最小振動周波数は、プレート上の流体の液滴のサイズおよび / または組成に依存し得る。例えば、より小さな液滴は、より大きな液滴よりも大きな表面積対体積比を有し、したがって、より小さな液滴はより大きな表面張力を有する。これは、液滴が、推進または霧化が達成され得る前に表面張力に打ち勝つために（より高い超音波周波数からの）より大量のエネルギーを必要とすることを意味する。したがって、より大きな液滴と比較して、より小さな液滴の霧化および推進を行うためには、より高い超音波周波数が必要とされ得る。

【0049】

図 1 の図示の例では、流体の液滴 150 は、霧化、推進、振動、またはこれらの機序の任意の組み合わせによって除去されてもよい。例えば、液滴 150 は、プレート 135 の表面から液滴 150 を完全にまたは部分的に取り除くために霧化されてもよい。部分的に霧化される場合、液滴 150 の残りの部分は、推進および / または振動によって除去されてもよい。例えば、流体の液滴 150 は、プレート 135 の縁部に向けて液滴 150 を移動させるためにプレート 135 の表面に沿って推進されてもよい。場合によっては、プレートから液滴を除去するのに、霧化なしでも推進のみ、振動のみ、または推進と振動との組み合わせで十分であり得る。

40

【0050】

図 1 に示す装置の動作中、トランスデューサ 100 から放射された超音波 140 は、矢印 145 によって示される方向にプレート 135 内を伝播する。プレート表面に存在する

50

液滴 150 に、プレート 135 を通って伝播する超音波 140 が当たる。これにより、例えば超音波 140 のモード変換によって、超音波 140 からエネルギーが液滴 150 に伝達される。これにより、縦波が液滴 150 内に伝達される。縦波は、液滴 150 の内面に圧力を加える効果を有する。

【0051】

モード変換された縦波によって液滴 150 の内面に加えられた圧力は、超音波 140 の伝播方向と同じ方向にプレート表面に沿って液滴 150 を推進する。液滴 150 がプレート表面に沿って推進されるとき、液滴 150 の形状は、対称形状（図示せず）から図 1 に示す形状などの非対称形状に変化し得る。例えば、図 1 に示すように、液滴 150 は、後端 170 および前縁 175 を有するように形状を変化させ得る。後端 170 および前縁 175 は、プレート表面に対して異なる接触角を有し得る。例えば、後端 170 は、プレート表面に対して、前縁 175 と比較してより大きな接触角を有し得る。

10

【0052】

図 1 の例は、超音波 140 が伝播するプレート 135 を無限であるかのように扱っている。しかしながら、実際には、プレート 135 は、プレート 135 内の超音波の伝播に影響を及ぼす縁部を有する。特に、任意の所与のプレートは、第 1 の表面、第 1 の表面とは反対側を向いた第 2 の表面、および第 1 の表面と第 2 の表面の間に延在する少なくとも 1 つの縁部によって画定された塊体を有する備えるプレートによって画定された塊体を有すると考えられてもよい。プレートが四面窓である例では、プレートは、第 1 の表面、第 1 の表面とは反対側を向きかつこれと平行である第 2 の表面、および第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在する 2 対の互いに対向する縁部によって画定された塊体を有する。

20

【0053】

このようなプレートを通して伝播する超音波が縁部に当たると、波エネルギーの少なくとも一部が、縁部によって反射される。縁部が超音波の伝播方向に垂直である場合、反射波は、トランスデューサに向かって反射して戻る。反射波は、トランスデューサによって放射された出て行く波と相互作用する。このような相互作用は、例えば、建設的干渉もしくは相殺的干渉または建設的干渉と相殺的干渉との組み合わせを含み得る。建設的干渉は、プレート内を伝播する超音波の振幅を増大させることができ、したがって、これらの超音波が持つエネルギーを増大させることができる。これは、例えば、プレート上の液滴に伝達されるエネルギーを増大させ、これにより、そうでない場合に可能であるものに比べて比較的低い超音波周波数での液滴の霧化および/または推進を可能にするのに好適であり得る。相殺的干渉は、反対の効果を有し得、したがって、相殺的干渉を引き起こす反射を最小限に抑えることが望ましい場合がある。

30

【0054】

状況によっては、出て行く超音波と反射超音波との干渉は、プレート内に定在超音波を生成し得る。プレート表面に沿った液滴の推進は、超音波がプレートを通して伝わることを必要とする（そのとき、プレート上の液滴は、超音波が伝わる方向に推進される）。定在波の存在は、出て行く超音波によるプレート表面に沿った液滴の推進を妨害または阻止し得る。なぜなら、例えば、所与の液滴が、定在波の節で停止し得るからである。したがって、プレート内に定在波を発生させる反射を最小限に抑えることが望ましい場合がある。

40

【0055】

プレート内の超音波の伝播は、超音波の経路内に 1 つ以上の適切に構成された構造を設けることによって制御され得る。このような構造は、その形態に応じて入射超音波を反射、散乱、および/または吸収し得る。それによって、このような構造は、プレートに結合された 1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するように構成されてもよい。

【0056】

図 2 A は、第 1 の表面 230、第 1 の表面とは反対側を向いた第 2 の表面（見えない）、および第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在する少なくとも 1 つの縁部 260 によって画定された塊体を有するプレート 235 を備える例示的なシステムを示す。少なくとも 1

50

つの縁部 260 は、第 1 の縁部 260 a と、第 1 の縁部 260 a とは反対側にある第 2 の縁部 260 b と、一対の互いに対向する側縁部 260 c および 260 d とを含む。プレート 235 は、上述の例示的なプレートの特徴のうちのいずれかを有してもよい。

【0057】

このシステムは、プレートから流体の液滴 250 を超音波で除去するための装置をさらに備える。この装置は、プレートに結合された 1 つ以上のトランスデューサ 200 であって、1 つ以上のトランスデューサ 200 の各々が、プレート 235 を通って伝播する超音波を発生するように動作可能である 1 つ以上のトランスデューサ 200 と、超音波駆動信号を 1 つ以上のトランスデューサ 200 に提供するための発生器（図示せず）とを備える。図示の例では、1 つ以上のトランスデューサ 200 は、第 1 の縁部 260 a の近傍に第 1 の縁部 260 a と平行に一列に配置された 3 つのトランスデューサ 200 を備える。1 つ以上のトランスデューサは、第 1 の縁部 260 a の比較的近くかつ第 2 の縁部 260 b から比較的遠くでプレートに取り付けられる。トランスデューサ 200 は、少なくともトランスデューサ 200 と縁部 260 b との間の領域において、第 2 の縁部 260 b に向かって伝播方向 240 にプレート 235 を通って伝播する超音波を発生するように構成される。一部の例では、トランスデューサは、トランスデューサ 200 と第 1 の縁部 260 a との間の領域において、伝播方向 240（このような例では主伝播方向と呼ばれる場合がある）とは反対の副伝播方向にプレート 235 を通って伝播する超音波をさらに発生するように構成されてもよい。この装置は、上述の例示的な装置の特徴のうちのいずれかを有してもよい。

【0058】

プレート 235 は、トランスデューサ 200 によって発生される超音波の経路内に配置される 1 つ以上の構造であって、1 つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するためにプレート内の超音波の伝播を制御するように構成される 1 つ以上の構造を備える。図示の例では、1 つ以上の構造は、第 2 の縁部 260 b に含まれ、第 2 の縁部 260 b は、入射超音波の所定の部分を散乱するように構成される形状を有する。

【0059】

図示の例では、第 2 の縁部 260 b は（湾曲しておらず）平坦である。本明細書で言及される「平坦な」縁部は、第 1 の縁部と第 2 の縁部との間の線に沿った断面でプレートを見たときに直線として見える。対照的に、湾曲した縁部は、このような断面では曲線として見える。特定の例の第 2 の縁部 260 b は、プレート 235 の第 1 の表面 230 および第 2 の表面に垂直である（すなわち、第 2 の縁部 260 b は第 1 の表面および第 2 の表面の各々と直角に交わる）。しかしながら、他の例では、第 2 の縁部 260 b は、プレートの第 1 の表面および第 2 の表面に対して傾けられてもよい。このような一例では、第 2 の縁部 260 b は、第 1 の表面と鋭角で交わってもよく、第 2 の表面と鈍角で交わってもよい。

【0060】

第 1 の表面 230 の平面（および第 2 の表面の平面）において、縁部 260 b は、第 2 の縁部 260 b と第 1 の縁部 260 a との間の伝播方向 240 に沿った距離が伝播方向に垂直な軸線に沿って変化するように波形形状を有する。縁部 260 b の波形形状により、トランスデューサ 200 によって発生される超音波の、縁部 260 b への入射角が伝播方向 240 に垂直な軸線に沿って変化することになる。波が界面または不連続部（縁部 260 b など）に直角に当たると、波の大部分または全部が反対方向に反射して戻る。しかしながら、波が法線に対して鋭角で界面に当たる（すなわち、その入射角 i は $90^\circ > i > 0^\circ$ である）と、波は、法線に対してある角度で反射する。

【0061】

第 2 の縁部 260 b の波形形状の効果は、その幅の大部分にわたって、出て行く超音波面が鋭角の入射角で縁部 260 b に当たることである。波面形状の最低点および最高点においてのみ、超音波波面は、縁部 260 b に直角に当たる。このため、第 2 の縁部 260

bに入射する波エネルギーの大部分は散乱し、トランスデューサ260bに戻らない。伝播方向とは反対の方向に反射して戻る入射超音波エネルギーの量は、通常のプレート縁部の場合よりも著しく少ない。言い換えれば、第2の縁部260bは、第2の縁部が第2の縁部260bの特定の形態を有さない場合に伝播するであろう反射超音波エネルギーの量と比較して、主伝播方向とは反対の方向に伝播する反射超音波エネルギーの量を低減するように構成される。したがって、第2の縁部260bは、吸収構造であると考えられてもよい。なぜなら、第2の縁部260bは、そうでなければトランスデューサ200に向かって反射して戻るであろう、第2の縁部260bに入射する超音波エネルギーの少なくとも一部を効果的に「吸収する」からである。

【0062】

10

第2の縁部260bによって伝播方向とは反対の方向に反射して戻る入射超音波エネルギーの量は、厳密な波形形状に依存する。したがって、この量は、波形形状の様々なパラメータの値を設定することによって選択または制御され得る。波形形状の制御可能なパラメータは、図2Bに示されており、波形高さH、波長L、半径R、および傾斜角 α を含む。

【0063】

波形形状のパラメータは、所定量の入射超音波エネルギーが第2の縁部260bによって吸収される（例えば散乱によって）ように設定されてもよい。吸収構造に当たった後にトランスデューサに直接戻らない波エネルギーは、その構造によって吸収されたと考えられる。一部の例では、吸収される入射超音波エネルギーの所定量は、プレート内における進行超音波に対する定在超音波の所定の比を達成するように設定される。

20

【0064】

この構造に入射する超音波に対して所定の効果を達成するように予め決定され得る、縁部または他の種類の吸収構造の形状の他のパラメータとしては、第1の表面および/または第2の表面に垂直な方向における不連続部の高さ、1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向に垂直な方向における不連続部の長さ、1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波が伝播する方向に沿った、1つ以上のトランスデューサからの不連続部の距離、第1の表面および/または第2の表面に対する不連続部の角度、1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波が伝播する方向に対する不連続部の角度、不連続部の表面の形状、ならびに不連続部の表面の曲率が挙げられる。

【0065】

30

縁部260bは、任意の所与の実施態様においてプレート235を構成する種類の材料を正確に切断するのに適した任意の既知の切断技術を使用してプレート235の縁部を切断することによって形成されてもよい。

【0066】

縁部260bは、プレートの上面と下面との間に完全に延在する、プレートの塊体における不連続部であると考えられてもよい。プレートの上面と下面との間に完全には延在しない1つ以上の不連続部がプレートの塊体に存在することも可能である。このような不連続部は、例えば、隣接する領域とは異なる材料特性を有する塊体の領域を含んでもよく、これにより、その領域と、隣接する領域との間には、超音波の伝播を反射する、散乱する、またはこれに作用することができる界面が存在するようになる。一例では、第1の領域は結晶構造を有してもよく、第2の領域は非晶質構造を有してもよく、またはその逆も可能である。不連続部は、プレートの塊体を形成する材料中の空隙を含んでもよい。不連続部は、プレートの塊体を形成する材料中の含有物（すなわち、一片の異なる材料）を含んでもよい。

40

【0067】

実質的にプレートの上面と下面との間に延在する不連続部は、プレートの上面と下面との間に完全に延在する不連続部と同等にまたは同様に、プレートを通して伝播する波に影響を及ぼし得る。本開示の目的のために、プレート内を伝播する入射超音波に対する効果の差が上面と下面との間に完全に延在する不連続部によって生じる効果と比較して無視できる状態がプレートの十分な厚さに及ぶ場合、不連続部は実質的に上面と下面との間に延

50

在すると考えられる。

【 0 0 6 8 】

したがって、波形縁部 2 6 0 b と同等の効果を有する構造は、実質的にプレートの上面と下面との間に延在するが、プレートの上面と下面との間に完全には延在しない波形形状の不連続部をプレート材料の塊体に形成することによって形成され得る。図 2 C は、プレート 2 3 5 がプレート 2 3 5 ' に置き換えられた図 2 B のシステムを示す。プレート 2 3 5 ' の第 2 の縁部 2 6 0 b ' は、特別な構造を有さない通常のプレート縁部（すなわち、所与の実施態様で使用されている特定の材料の種類のプレート用の標準的な製造プロセスからもたらされる縁部）である。

【 0 0 6 9 】

10

プレート 2 3 5 ' は、実質的に第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在し、かつトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向に垂直な方向に長さを有する不連続部 2 7 0 を第 2 の縁部 2 6 0 b ' の近くに含む。一部の例では、不連続部 2 7 0 は、第 1 の表面と第 2 の表面との間に完全に延在する。このような不連続部は、例えば、プレートを貫通する孔もしくはスロット、含有物、またはプレートの残りの部分とは異なる材料特性を有する他の任意の種類の領域を含んでもよい。しかしながら、図示の例では、不連続部 2 7 0 は、線 X - X に沿ったプレート 2 3 5 ' の部分断面図である図 2 C (i i) に示すように、プレート 2 3 5 ' の第 1 の表面と第 2 の表面との間に完全には延在しない。

【 0 0 7 0 】

図示の例では、プレート 2 3 5 ' はガラスを含み、不連続部 2 7 0 はレーザー彫刻によって形成される。例の構造として使用するのに適したレーザー彫刻された不連続部は、不連続部 2 7 0 の領域にわたって材料中に多くの小さな空隙を含んでもよい。不連続部 2 7 0 の形態は、プレートの厚さに平行なその長さが、伝播方向に垂直な方向のその長さと同様に、第 2 の縁部 2 6 0 b の長さよりもわずかに短い点を除いて、図 2 B の第 2 の縁部 2 6 0 b の形態と同じである。しかしながら、少なくとも一部の例では、プレートの厚さに平行な不連続部 2 7 0 の長さは、それにもかかわらず、プレートの厚さに実質的に等しいと考えられてもよく、伝播方向に垂直な方向の不連続部 2 7 0 の長さは、それにもかかわらず、伝播方向に垂直な方向のプレートの長さを実質的に等しいと考えられてもよい。不連続部 2 7 0 の波形形状は、第 2 の縁部 2 6 0 b の波形形状と同じ特徴を有する。一部の例では、不連続部 2 7 0 はまた、伝播方向に無視できない厚さを有してもよく、これは、不連続部 2 7 0 を形成するために使用される技術に依存し得る。この厚さは、一般に不連続部 2 7 0 の吸収 / 散乱機能に影響を及ぼさない。

20

30

【 0 0 7 1 】

図 2 D は、さらなる例示的な吸収構造を示す。図 2 D は、プレート 2 3 5 がプレート 2 3 5 ' ' に置き換えられた図 2 B のシステムを示す。プレート 2 3 5 ' ' の第 2 の縁部 2 6 0 b ' ' は、特別な構造を有さない通常のプレート縁部（すなわち、所与の実施態様で使用されている特定の材料の種類のプレート用の標準的な製造プロセスからもたらされる縁部）である。

【 0 0 7 2 】

プレート 2 3 5 ' ' は、第 2 の縁部 2 6 0 b ' ' の近くに吸収構造を含む。吸収構造は、プレートの塊体における複数の孔 2 8 0 の形態を有する。各孔 2 8 0 は、実質的に第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在する。一部の例（特定の図示の例を含む）では、孔 2 8 0 は、第 1 の表面と第 2 の表面との間に完全に延在する。しかしながら、孔が第 1 の表面と第 2 の表面との間に完全には延在しない（したがってプレート材料中の空隙を含む）他の例も可能である。一部の例では、孔には、プレート材料とは異なる特性を有する材料が充填されてもよい。プレート材料がガラスである例では、孔には、エポキシ材料が充填されてもよい。

【 0 0 7 3 】

孔 2 8 0 は、第 2 の縁部 2 6 0 b ' の近傍に所定のパターンで配置される。孔 2 8 0 は、上述の波形構造 2 6 0 b および 2 7 0 と同様に、孔 2 8 0 に入射する超音波エネルギーの

50

少なくとも一部を（例えば散乱によって）吸収するように配置されてもよい。それによって、孔 280 は、孔 280 が不在状況と比較して、第 2 の縁部 260 b' ' によって伝播方向とは反対の方向に反射して戻る入射超音波エネルギーの量を低減するように構成されてもよい。

【0074】

孔 280 によって吸収される入射超音波エネルギーの量（したがって、トランスデューサに向かって反射して戻る入射超音波エネルギーの量）は、孔 280 の厳密な形状、サイズ、および配置に依存する。したがって、この量は、孔 280 の様々なパラメータの値を設定することによって選択または制御され得る。孔 280 の制御可能なパラメータは、図 2 E に示されており、第 2 の縁部 260 b' ' と第 2 の縁部の近傍の孔との間の距離 A、伝播方向に隣り合う孔の中心間の距離 B、側縁部とその側縁部の近傍の孔の中心との間の距離 C、最も近くの隣り合った孔（第 2 の縁部から同じ距離になくてもよい）の中心間の、伝播方向に垂直な方向における距離である距離 D、第 2 の縁部から同じ距離にある隣り合う孔の中心間の、伝播方向に垂直な方向における距離である距離 E、および孔の直径 F を含む。

10

【0075】

孔 280 のパラメータは、所定量の入射超音波エネルギーが孔 280 によって吸収される（例えば散乱されることによって）ように、および / またはプレート内における進行超音波に対する定在超音波の所定の比を達成するように設定されてもよい。

【0076】

20

孔 280 は、任意の所与の実施態様においてプレート 235 ' ' を構成する種類の材料を正確に切断するのに適した任意の既知の切断技術を使用してプレート 235 ' ' の縁部を切断することによって形成されてもよい。

【0077】

一部の例では、トランスデューサ 260 は、上で言及したように、第 1 の縁部に向かって副伝播方向に伝播する超音波を発生するように構成される。一部のこのような例では、少なくとも 1 つの増幅構造が、第 1 の縁部にまたはその近くに設けられ配置されてもよい。このような増幅構造は、少なくとも 1 つの増幅構造がない場合に伝播するであろう反射超音波エネルギーの量と比較して、副伝播方向とは反対の方向に伝播する反射超音波エネルギーの量を増大させるように構成されてもよい。

30

【0078】

図 3 は、第 1 の表面 330、第 1 の表面とは反対側を向いた第 2 の表面（見えない）、および第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在する少なくとも 1 つの縁部 360 によって画定された塊体を有するプレート 335 を備える例示的なシステムを示す。少なくとも 1 つの縁部 360 は、第 1 の縁部 360 a と、第 1 の縁部 360 a とは反対側にある第 2 の縁部 360 b と、一対の互いに対向する側縁部 360 c および 360 d とを含む。プレート 335 は、上述の例示的なプレートの特徴のうちのいずれかを有してもよい。第 2 の縁部 360 b は、図 2 A ~ 図 2 E に関連して上述した吸収構造のいずれかなどの吸収構造を備えてもよいが、必ずしも備えなくともよい。

【0079】

40

このシステムは、プレートから流体の液滴 350 を超音波で除去するための装置をさらに備える。この装置は、プレートに結合された 3 つのトランスデューサ 300 a ~ 300 c であって、3 つのトランスデューサ 300 a ~ 300 c の各々が、プレート 335 を通って伝播する超音波を発生するように動作可能である 3 つのトランスデューサ 300 a ~ 300 c と、超音波駆動信号を 3 つのトランスデューサ 300 a ~ 300 c に提供するための発生器（図示せず）とを備える。この装置は、トランスデューサ 300 a ~ 300 c の特定の配置を除いて、上述の図 2 A の装置と同じ特徴を有する。トランスデューサ 300 a ~ 300 c は、伝播方向 340 a ~ 340 c にプレート 335 を通って伝播する超音波を発生するように構成される。トランスデューサ 300 a および 300 c は、トランスデューサ 300 a ~ 300 c によって発生される超音波がプレート 335 の中央領域に集

50

束するようにプレート 335 の中心に対向するように傾けられる。

【0080】

トランスデューサ 300a ~ 300c の各々は、主伝播方向 340a ~ 340c にプレート 335 を通って伝播する超音波を発生し、また、トランスデューサ 300 と第 1 の縁部 360a との間の領域において主伝播方向とは反対の副伝播方向 375a ~ 375c にプレート 335 を通って伝播する波を発生するように構成される。この装置は、上述の例示的な装置の特徴のうちのいずれかを有してもよい。

【0081】

プレート 335 は、副伝播方向 340b に伝播する、トランスデューサ 300 によって発生される超音波の経路内に配置される少なくとも 1 つの増幅構造を備える。少なくとも 1 つの増幅構造は、副伝播方向 340b とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するためにプレート内の超音波の伝播を制御するように構成される。図示の例では、少なくとも 1 つの増幅構造のうちの第 1 の増幅構造 375b は、第 1 の縁部 360a に含まれ、第 1 の縁部 360a は、入射超音波の所定の部分を反射するように構成される形状を有する。さらなる増幅構造 375a および 375c は、トランスデューサ 300a および 300c から副方向 345a および 345c に伝播する超音波の経路内に設けられる。さらなる増幅構造の各々は、実質的に第 1 の表面と第 2 の表面との間に延在する不連続部を備え、図 2C の不連続部 270 と同等のまたは同様の種類のものであってもよい。

10

【0082】

図示の例では、第 1 の縁部 360a は平坦である。特に、第 1 の縁部 360a は、プレート 335 が形成される種類の材料に対する標準的な切断技術によって形成される通常の縁部よりも著しく平坦である。第 1 の縁部 360a は、プレート 335 の第 1 の表面および第 2 の表面の各々に垂直である。プレート表面に垂直な極めて平坦な縁部を設けることにより、第 1 の縁部 360a によってトランスデューサ 300 に向かって反射して戻る入射超音波エネルギーの量は増大し得る。第 1 の縁部 360a によって反射される超音波エネルギーの量を増大させることは好適であり得る。なぜなら、この反射された超音波エネルギーは、主伝播方向に伝播する超音波（プレートから流体の液滴を除去するために使用される超音波である）の振幅（したがってエネルギー）を増大させるように、トランスデューサによって主伝播方向 340a に放射された超音波と建設的に干渉し得るからである。同様に、不連続部 375a および 375c は、著しい量の入射超音波エネルギーを反射するように平坦であってもよく、プレート 335 の第 1 の表面および第 2 の表面の各々に垂直であってもよい。不連続部 375a は、副伝播方向 345a に垂直であり、不連続部 375c は、副伝播方向 345c に垂直である。

20

30

【0083】

トランスデューサ 300b と第 1 の縁部 360a との間の距離は、このような建設的干渉を保証するように設定されてもよい。したがって、この距離の最適値は、トランスデューサ 300a によって放射される超音波の特定の波長および周波数に依存する。トランスデューサ 300b と第 1 の縁部 360a との間の距離（および / または第 1 の縁部 360a の形態の任意の他のパラメータは、第 1 の縁部 360a が所定量の入射超音波エネルギーを反射するように構成されるよう設定されてもよい。反射される入射超音波エネルギーの所定量は、少なくとも 1 つの増幅構造によって反射された超音波と、1 つ以上のトランスデューサと第 2 の縁部との間で主伝播方向にプレート内を伝播する、1 つ以上のトランスデューサによって発生された波との建設的干渉を達成するように設定されてもよい。反射される入射超音波エネルギーの所定量は、1 つ以上のトランスデューサと第 2 の縁部との間で主伝播方向にプレート内を伝播する所定の振幅の波を達成するように設定されてもよい。トランスデューサ 300a および 300c と不連続部 375a および 375c との間の距離はそれぞれ、同様のまたは同等の考えに基づいて設定されてもよく、一部の例ではトランスデューサ 300b と第 1 の縁部 360a との間の距離と同じであってもよい。

40

【0084】

第 1 の縁部 360a は、プレートの上面と下面との間に完全に延在する、プレートの塊

50

体における平面状の不連続部であると考えられてもよい。代替例では、第1の縁部760aの代わりにまたはこれに加えて、第1の縁部360aと同様のまたは同等の効果をもたらすために、さらなる増幅構造375a、375cと同等のまたは同様の種類の増幅構造が設けられてもよい。

【0085】

1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するためにプレート内の超音波の伝播を制御するように構成される、1つ以上のトランスデューサによって発生される超音波の経路内に配置される構造が、プレート内を伝播する超音波の伝播方向を変えるために使用されてもよい。プレート内を伝播する超音波の伝播方向を変えるように構成される構造はガイド構造

10

【0086】

図3のプレート335は、トランスデューサ300a~300cによって発生される超音波の経路内に配置された少なくとも1つのガイド構造を備える。少なくとも1つのガイド構造は、例えば、伝播方向340a~340cのうちの1つ以上とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するためにプレート内の超音波の伝播を制御することによって、プレート335内を伝播する超音波の伝播方向を変えるように構成される。図示の例では、1つ以上のガイド構造は、第2の縁部360bの近くに配置された3つのガイド構造370a~370cを備える。ガイド構造370a~370cの各々は、実質的に第1の表面と第2の表面との間に延在する不連続部を備え、図2Cの不連続部270と同等のまたは同様の種類のものであってもよい。しかしながら、不連続部370a~370cは、著しい量の入射超音波エネルギーを反射するように平坦であってもよい。

20

【0087】

不連続部370aおよび370cは、不連続部370aおよび370cによって反射された超音波がプレート335の中央領域に集束するようにプレートの中心に対向するように傾けられる。不連続部370a~370cは、それぞれトランスデューサ300a~300cに対向し、それぞれ伝播方向340a~340cに垂直である。これにより、不連続部370a~370cは、出て行く超音波および反射された超音波をプレート335の中央領域に集束させるようにトランスデューサ300a~300cと協働する。これにより、この中央領域内を伝播する超音波の振幅(したがってエネルギー)を、近傍の領域内を伝播する超音波の振幅(したがってエネルギー)に比べて増大させるように、この中央領域に建設的干渉が生じ得る。これにより、中央領域における液滴除去の効率を高めることができる。

30

【0088】

図4は、第1の表面、第1の表面とは反対側を向いた第2の表面、および第1の表面と第2の表面との間に延在する少なくとも1つの縁部によって画定された塊体を有するプレートから流体を除去する例示的な方法400を示すフローチャートである。プレートは、例えば、上述の例示的なプレートのうちのいずれかであってもよく、流体は、上記の例のいずれかで説明した流体の特徴のいずれかを有してもよい。本方法の特定の例では、プレートは工作機械の窓を含み、流体は切削流体である。

40

【0089】

第1のブロック401では、プレートに結合された1つ以上の超音波トランスデューサを使用してプレート内に超音波が発生される。1つ以上の超音波トランスデューサは、上述の例示的なトランスデューサの特徴のいずれかまたはすべてを有し得る。超音波は、上記の例のいずれかで説明した超音波の特徴のいずれかまたはすべてを有し得る。超音波は、発生された超音波がプレート内を伝播方向に伝播するように発生され得る。

【0090】

第2のブロック402では、プレート内の超音波の伝播が、伝播方向とは反対の方向に伝播する所定量の超音波エネルギーを達成するように制御される。この制御は、例えば、超音波の経路内に配置される1つ以上の構造を設けることによって達成され得る。このよ

50

うな構造は、例えば、吸収構造、ガイド構造、および／または増幅構造を含み得る。このような構造は、図２～図３に関連して上述した例示的な構造のうちのいずれかを含み得る。この制御により、プレートの表面から液滴を除去する効率が増大し得る。

【００９１】

一部の例では、方法４００は、流体の液滴がプレートの表面を横切って推進される任意選択のブロックを含んでもよい。プレートの表面を横切って液滴を推進することは、上述の方法のうちのいずれかで行われ得る。プレートの表面を横切って液滴を推進することは、プレートの表面からの液滴の除去をもたらし得るかまたはこれに寄与し得る。プレートの表面を横切って液滴を推進することは、ブロック４０２で実行される制御によって支援または促進され得る。

10

【００９２】

図５は、工作機械の窓に設置された本発明の除去装置を概略的に示す。

【００９３】

図５の例は、工作機械の窓５３０の外周領域に取り付けられた複数のトランスデューサ５１０を示す。トランスデューサ５１０は、窓表面に結合されて窓表面を横切って伝播する超音波５２０を放射するように駆動される。この例における伝播の方向は、トランスデューサ電極に垂直な方向である。窓の表面上の液滴５４０は、本明細書に記載の方法に従って、例えば振動、推進、および／または霧化により除去され得る。トランスデューサは、超音波が窓表面全体を横切って伝播し得るように窓の縁部に沿って直線的に配置されてもよい。トランスデューサのこの取り付け位置は、液滴が窓表面のすべての領域から除去されることを可能にする。トランスデューサは、工作機械の操作者のために遮るもののない窓の視界を可能にするように窓に取り付けられる。図示の例では、トランスデューサは、窓の上部に取り付けられている。トランスデューサは、窓の外周の他の位置にあってもよい。

20

【００９４】

上述の本発明の例は、回転ディスクよりもはるかに大きな窓の使用を可能にする。この例には、回転ディスクとは異なり、機械的に動く部分がない。

【００９５】

上述の本発明の例は、窓が固定される（すなわち、窓が回転しない）ことからより簡単に窓を工作機械ハウジングにシールすることを可能にする。

30

【００９６】

窓は任意の適切な形状のものであってもよい。

【００９７】

上述した例は、主に工作機械の窓から切削流体を除去する文脈で提示されたが、この例は、プレートから流体を除去することが望まれる任意の他の文脈でも実施され得る。特に、プレートが乗り物の窓（フロントガラス、リヤウインドウ、またはサイドウインドウなど）であり、流体が雨または別の形態の降水である例が想定される。別の例では、プレートは、オートバイのバイザーであり、流体は、雨または別の形態の降水である。

【００９８】

先の説明は、説明された原理の例を示し説明するために提示された。この説明は、網羅的であることまたはこれらの原理を開示されたまさにその形態に限定することを意図していない。上記の教示に照らして、多くの修正形態および変形形態が可能である。

40

【図 2 D】

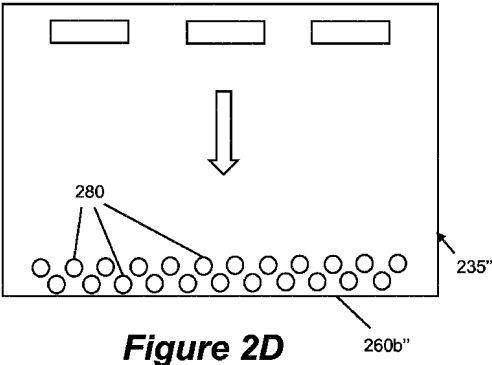


Figure 2D

【図 2 E】

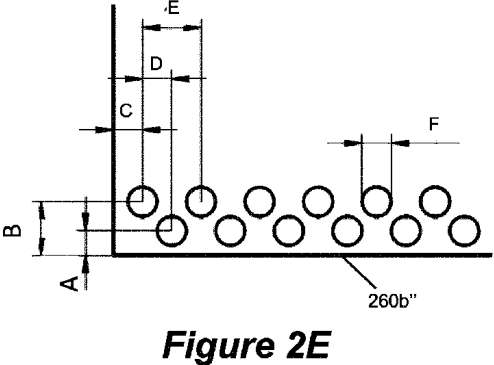


Figure 2E

10

【図 3】

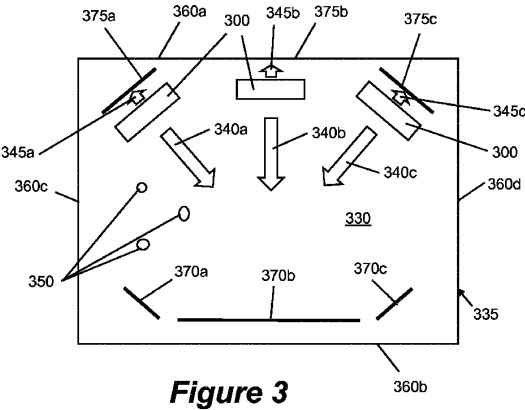


Figure 3

【図 4】

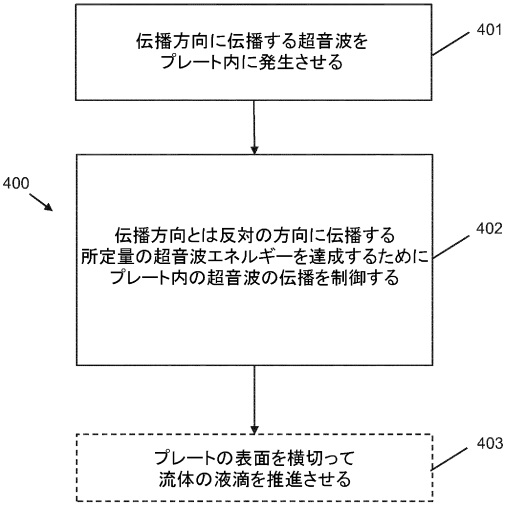


Figure 4

20

30

40

50

【 図 5 】

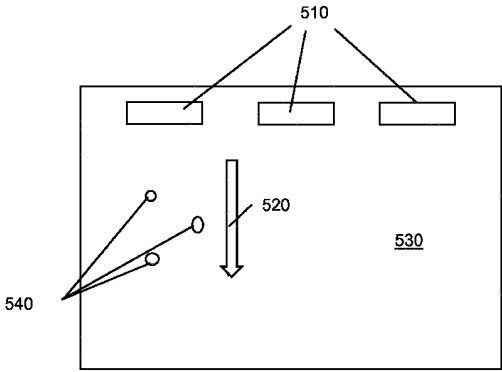


Figure 5

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- イチ 15 4 キューピー, レイク アベニュー, モリコニウム キー 25
- (72)発明者 トレヴェット, パトリック
イギリス, プール ドーセット ビーエイチ 15 4 キューピー, レイク アベニュー, モリコニ
ウム キー 25
- (72)発明者 シン, ミンチョル
イギリス, イーストレイ ハンプシャー エスオー 53 4 エイチエフ, チャンドラーズ フォー
ド, ハーベスト ロード 6
- 審査官 小川 真
- (56)参考文献 特開昭 63 - 151559 (JP, A)
特開 2002 - 182853 (JP, A)
特開平 09 - 116997 (JP, A)
実開昭 56 - 090092 (JP, U)
特表 2016 - 527091 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB 名)
- | | |
|--------|---------|
| B 23 Q | 11 / 08 |
| B 06 B | 1 / 06 |
| B 23 Q | 11 / 00 |
| A 47 L | 1 / 02 |
| B 60 S | 1 / 02 |