

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4142145号
(P4142145)

(45) 発行日 平成20年8月27日(2008.8.27)

(24) 登録日 平成20年6月20日(2008.6.20)

(51) Int.Cl.
GO 1 N 27/90 (2006.01)

F I
GO 1 N 27/90

請求項の数 6 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-36508 (22) 出願日 平成10年2月19日(1998.2.19) (65) 公開番号 特開平10-307125 (43) 公開日 平成10年11月17日(1998.11.17) 審査請求日 平成17年1月27日(2005.1.27) (31) 優先権主張番号 08/803612 (32) 優先日 平成9年2月21日(1997.2.21) (33) 優先権主張国 米国(US)</p>	<p>(73) 特許権者 390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー GENERAL ELECTRIC CO MPANY アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ クタデイ、リバーロード、1番 (74) 代理人 100093908 弁理士 松本 研一 (72) 発明者 クリスティーナ・ヘレナ・ヴァルボーグ・ ヘデングレン アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ クタデイ、ベイカー・アヴェニュー・イー スト、2120番</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

a) 傷の有無を検査すべき物体の被検査面(45)に接近するように移動可能な支持部材(12)と、

b) 第1の弾性係数を持ち、縦軸線(28)と中孔(33)とを有する全体的に環状の第1の弾性部材(14)を含む第1の手段(14)であって、前記支持部材(12)が前記被検査面(45)に接近するように移動したときに前記支持部材(12)と前記被検査面(45)との間に隔離距離を定め、前記支持部材(12)が前記被検査面(45)に接近するように移動したときに前記被検査面(45)および前記支持部材(12)と接触する第1の手段(14)と、

c) 前記第1の手段(14)が前記被検査面(45)と接触したときに前記被検査面(45)に所定の力を加えるため、前記第1の弾性部材(14)の第1の弾性係数よりも大きい第2の弾性係数を持ち、前記中孔(33)の中に配置された第2の弾性部材(18)を含む第2の手段(18)であって、前記第2の手段全体が、前記支持部材(12)の近くに位置決めされていて、前記支持部材(12)が前記被検査面(45)に接近するように移動したときに前記被検査面(45)に接近するように移動するとともに、前記第1の手段が前記被検査面(45)と接触したときに前記被検査面(45)と接触し、前記所定の力が、前記第1の手段が前記被検査面(45)と接触したときに前記第1の手段によって前記被検査面(45)に加えられる力から全体的にデカップリングされ、更に当該第2の手段が、前記第1の手段が前記被検査面(45)と接触したときに前記被検査面(45)

の近くに位置決めされる可撓性の検知装置(20)を含んでいる第2の手段(18)を有するプローブ。

【請求項2】

前記支持部材(12)、前記第1の手段(14)および前記第2の手段(18)が一緒に手持ち可能である請求項1記載のプローブ。

【請求項3】

前記第2の手段(18)が、前記被検査面(45)に接近する前記支持部材(12)の移動によってのみ前記所定の力を生じる請求項1又は請求項2記載のプローブ。

【請求項4】

前記第2の手段全体は、前記第1の手段(14)が前記被検査面(45)と接触したときに、前記支持部材(12)と前記被検査面(45)との間の隔離距離内に配置される請求項1乃至請求項3のいずれか1項記載のプローブ。

10

【請求項5】

前記可撓性の検知装置(20)が、長さ方向軸線(54)を持ち且つ長さ対幅比が少なくとも3である全体的に矩形の形状を持つ可撓性の渦電流検知コイル(20)を含み、該渦電流検知コイル(20)が第2の手段(18)の第2の面(52)上に位置する唯一の渦電流検知コイルである、請求項1乃至請求項4のいずれか1項記載のプローブ。

【請求項6】

前記可撓性の検知装置(20)が、可撓性の渦電流検知コイル(20)を含むとともに、前記支持部材(12)の基板(22)の第2の面(26)に取り付けられ且つ渦電流検知コイル(20)に電気接続された信号増幅器(64)を含む、請求項1乃至請求項5のいずれか1項記載のプローブ。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に(導電性物品中の傷を検出するための渦電流検査システムのような)検知システムに関するものであり、更に詳しくは(渦電流検査システム用の渦電流プローブのような)検知システム用の手持ち可能なプローブに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

30

導電性物品の表面または表面近くに存在する傷または欠陥を検出するために非破壊性の渦電流を使用する渦電流検査システムは周知である。このような検査システムは典型的には円形渦電流プローブを用い、各々のプローブは渦電流駆動コイルおよび渦電流検知コイルを有する(これらの駆動および検知コイルは同じコイルであっても、別々のコイルであってもよい)。しかし、公知のプローブは、多数の個々に検知する大体同じの可撓性の渦電流検知コイルを、多数の行および多数のオフセットした列に配列した矩形アレイに構成して含んでおり、各々の渦電流検知コイルは長さ対幅比が大体2である矩形の形に形成されている。渦電流検知コイルの最適な効率、検知装置が検査中の部品と直接接触して配置されたときに生じる。十分な信号対雑音比を持つ一貫した且つ繰返し可能な検査結果を得るためには、一様な圧力を加えることが必要である。従って、湾曲した面(すなわち、丸

40

まったかどを含む滑らかに変化する凸面および凹面)は渦電流傷検出システムにとって問題を生じる。公知の解決策は、渦電流プローブ内の可撓性の渦電流検知コイル・アレイの背後に対して制御した圧力の圧縮ガスを使用し、このプローブを多軸機械的制御システムの制御の下に検査中の部品に対して正確に操作することである。同様な問題が、当業者に理解され得るように、超音波試験のためのポリ弗化ビニリデンのような強誘電体ポリマー、圧力試験のための2つのコンデンサ板、熱伝対など、およびそれらの組合せを含んでいる他の検知システム用プローブにも生じる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

従って、(渦電流型検知システム用プローブのような)検知システム用プローブとして、

50

安価であり、手持ち可能であり、平坦な又は滑らかに湾曲した面に対して一様な圧力を加えるように内蔵型であり、しかも本質的に機械的位置決め制御システムに接続された従来のプローブよりも良好な感度または同等な感度を有するプローブが要望されている。

【0004】

【課題を解決するための手段】

本発明のプローブは、傷の有無を検査すべき物体の被検査面に接近するように移動可能な支持部材、支持部材が被検査面に接近するように移動されたとき支持部材と被検査面との間に隔離距離を定める第1の装置、および該第1の装置が被検査面に接触したとき被検査面に所定の力を加えるための第2の装置を含む。第1の装置は、支持部材が被検査面に接近するように移動されたとき、被検査面および支持部材に接触する。第2の装置全体は支持部材の近くに位置決めされていて、第1の装置が被検査面に接触したとき被検査面に接近するように移動する。所定の力は、第1の装置が被検査面に接触したときに第1の装置によって被検査面に加えられる力から全体的にデカップリングすなわち切り離される。第2の装置は、第1の装置が被検査面に接触したときに被検査面の近くに位置決めされる可撓性の検知装置を含む。

10

【0005】

本発明により幾つかの利益および利点を得られる。本発明のプローブは、操作者が手で持つことができ、また可撓性の検知装置の背部に本質的に一定の力を供給することができる。この力は、操作者が高価な多軸機械的制御システムや扱い難い圧縮ガス供給装置を必要とせず被検査面に対してプローブを押し付けたり被検査面に沿ってプローブを動かすために加える可変の圧力から全体的にデカップリングされる。

20

【0006】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して説明する。各々の図において同様な又は対応する部品には同じ参照数字が付してある。図1および2は、本発明の第1の好ましい実施態様による渦電流型検知システム用の渦電流プローブ10を示す。ここで、渦電流検査システムは渦電流プローブ10からの信号を処理して表示し、このような処理および表示は当業者に周知であって、本発明の一部を構成しないことに留意されたい。本発明の渦電流プローブ10は、支持部材12、全体的に環状の第1の弾性部材14、弾性膜16、第2の弾性部材18および可撓性の渦電流検知コイル20を含む。典型的には、渦電流プローブ10はまた、当業者に理解されるように可撓性の渦電流駆動コイル(図の簡単化のために図示していない)を含む。

30

【0007】

支持部材12は、好ましくは、対向する第1および第2の面24および26を持つプラスチック基板22である。しかし、支持部材12は任意の形状を有してよい。支持部材12の好ましい材料はプラスチックである。

全体的に環状の第1の弾性部材14は第1の弾性係数を持ち、また縦軸線28および外面30を持つ。外面30は、中孔33を画成する全体的に半径方向内側を向いた面部分32、全体的に半径方向外側を向いた面部分34、並びに各々がこれらの面部分32および34に接続された全体的に対向する第1および第2の端面部分36および38を含む。第1の端面部分36は支持部材12に接触する。好ましくは、第1の弾性部材14の外面30の第1の端面部分36は、基板22の第1の面24に接触し且つそれに取り付けられる。図1に示した第1の好ましい実施態様では、第1の弾性部材14は、これに限定されるものではないが、RTV(室温加硫)シリコンのような弾性材料の単一のモノリシック・リングである。

40

【0008】

図3に示されている第2の好ましい実施態様では、第1の弾性部材114は、縦軸線28とほぼ同軸に配置されていて、基板22の第1の面24に取り付けられているゲル(gel)リング140、縦軸線28とほぼ同軸に配置されていて、ゲル・リング140に縦方向に取り付けられているフォーム(foam)リング142、および縦軸線28とほぼ同

50

軸に配置されていて、フォーム・リング142に縦方向に取り付けられている環状のゴム接触遮蔽体144で構成されている。フォーム・リング142はゲル・リング140と環状のゴム接触遮蔽体144との間に縦方向に配置されている。ここで、ゲル・リング140、フォーム・リング142および環状のゴム接触遮蔽体144は全体的に同心であることに注意されたい。好ましくは、ゲル・リング140は本質的にRTVシリコンで形成され、フォーム・リング142は本質的にネオプレン・スポンジ・ゴムで形成され、環状のゴム接触遮蔽体144は本質的にフォーム・ゴムで形成される。環状のゴム接触遮蔽体144は耐磨耗性を与え、ゲル・リング140（常に、フォーム・リング142よりも弾性である）は第1の弾性部材114が被検査面45（図1参照）に対して一層良好に順応できるようにし、フォーム・リング142は基板22を被検査面45から弾性隔離距離だけ隔てるための基本的な機械的支持を行う。

10

【0009】

第3の好ましい実施態様では、図4に示されるような配置形状のゲル・リング240およびフォーム・リング242が、環状のゴム接触遮蔽体144と共に、第1の弾性部材214を構成する。フォーム・リング242は、縦軸線28とほぼ同軸に配置されていて、ゲル・リング240に半径方向に取り付けられている。フォーム・リング242の内径はゲル・リング240の外径に大体等しい。このような設計は、凹面形の被検査面45に対して良好な順応性を持つ。

【0010】

第4の好ましい実施態様では、図5に示されるような配置形状のゲル・リング340およびフォーム・リング342が、環状のゴム接触遮蔽体144と共に、第1の弾性部材314を構成する。フォーム・リング342の外径はゲル・リング340の内径に大体等しい。このような設計は、凸面形の被検査面45に対して良好な順応性を持つ。

20

【0011】

弾性膜16は、全体的に中孔33全体を覆うように延在し、対向する第1および第2の面46および48を持つ。第1の面46は、第1の弾性部材14の外面30の第2の端面部分38と接触しているが、第1の弾性部材14の外面30の全体的に半径方向内側を向いた面部分32には付着していない。一構成例では、弾性膜16の第1の面46は第1の弾性部材14の外面30の第2の端面部分38に取り付けられる。弾性膜16はまた基板22に取り付けることが望ましい。好ましくは、弾性膜16は本質的にラテックス・ゴムで形成される。図3に示されるように第1の弾性部材114が環状のゴム接触遮蔽体144を含んでいる場合、弾性膜16の第1の面46は環状のゴム接触遮蔽体144に取り付けられる。

30

【0012】

第2の弾性部材18は、第1の弾性部材14の第1の弾性係数よりも大きい第2の弾性係数を持つ。第2の弾性部材18は、中孔33の中に配置されるが、第1の弾性部材14に付着していず、また全体的に対向する第1および第2の面50および52を持つ。ここで、第2の弾性部材18の第1の面50が弾性膜16の第2の面48に接触していることに注意されたい。

【0013】

可撓性の渦電流検知コイル20が第2の弾性部材18の第2の面52の一部分の上に配置される。好ましくは、渦電流検知コイル20は第2の弾性部材18の第2の面52上に位置する唯一の渦電流検知コイルである。好ましい構成では、渦電流検知コイル20は、長さ方向軸線54を持ち且つ長さ対幅比が少なくとも3（好ましくは、少なくとも6）である全体的に矩形の形状を持つ。ここで、好ましい細長の矩形の形状の単一の渦電流検知コイル20が公知の多コイル・システムと同じ検査範囲を提供することに注意されたい。このような好ましい構成の場合、第2の弾性部材18が全体的に楕円体形状を持ち、その主軸を渦電流検知コイル20の長さ方向軸線54と大体平行に揃えることが望ましい。しかし、渦電流検知コイル20は任意の形状を持っていてよく、また離間配置されて電気接続された複数のサブコイルの任意の組合せでもよい。

40

50

【0014】

渦電流検知コイル20は基板22に回転自在に取り付けて、縦軸線28の周りを回転できるようにすることが好ましい。回転自在の渦電流検知コイル20の場合、渦電流プローブ10が、基板22に関して固定された基準方向に対して、縦軸線28の周りの渦電流検知コイル20の長さ方向軸線54の回転角度を測定する手段を含んでいることが望ましい。このような測定手段は、図2に示されているように基板22の第1の面24上に角度マークを含んでいることが好ましい。他の測定手段としては、当業者に周知のように、このような角度のデジタル読出し手段などを含むものである。本発明者は、被検査面45に沿った渦電流プローブ10の進行方向からある角度だけ渦電流検知コイル20をずらすことにより傷をより容易に検出できることを見出した。

10

【0015】

本発明の好ましい実施態様では、渦電流プローブ10はまた、可撓性の電気リード58および60を収容する可撓性のポリイミド・フィルム56を含む。渦電流検知コイル20がポリイミド・フィルム56の中に配置されて、電気リード58および60に接続される。望ましい構成では、ポリイミド・フィルム56は基板22に取り付けられる（好ましくは、回転自在に取り付けられる）。

【0016】

渦電流プローブ10の更に取り得る一例として、ポリイミド・フィルム56を覆うようにポリアミドのメッシュ生地62が配置される。ポリアミドのメッシュ生地62が実際に被検査面45に接触する部材になる。ポリアミドのメッシュ生地62の目的は、容易に取り替えることができ、被検査面45との接触により磨耗することである。この目的にはテフロン（登録商標）テープを使用することが出来る。

20

【0017】

好ましい構成では、渦電流プローブ10は更に、基板22の第2の面26に取り付けられ且つ渦電流検知コイル20に電気接続された信号増幅器64を含む。これにより、従来の渦電流検査システムと比べて、信号増幅器64が渦電流検知コイル20の近くに配置される。信号増幅器64および渦電流検知コイル20を本質的に同じ位置に置くことにより、信号対雑音比が改善され、従って傷の検出が改善される。

【0018】

上述した渦電流プローブ10は、操作者が手で持つことができ、また可撓性の渦電流検知コイル20の背部に本質的に一定の力を供給することができる。この力は、操作者が被検査面に対してプローブ10を押し付けたり又は被検査面に沿ってプローブ10を動かすために加える可変の圧力から全体的にデカップリングされる。希望により、プローブ10は機械的制御システムによって移動させるようにしてもよいが、好ましい操作モードはプローブ10を手で動かすことである。安定性のために、手によるプローブの移動を案内するためにジグを使用してもよい。図1は、手に順応性のあるプラスチック・ハウジング66を更に示している。このプラスチック・ハウジング66は、基板22の第2の面26を覆うと共に、渦電流検査システムの信号処理及び画像表示部分へ延在するケーブル68や図に示されていない他の部分を覆う。

30

【0019】

渦電流プローブ10の特定の実施態様を検討することにより、当業者には、本願の基本的発明が（前述のプローブ構成部品を含めて）より一般的に、傷の有無を検査すべき物体の被検査面45に接近するように移動可能な支持部材12、および支持部材12が被検査面45に接近するように移動されたとき支持部材12と被検査面45との間に隔離距離を定める第1の手段を含む、渦電流型検知システム用プローブ10のような、プローブとして記述されることが理解されよう。第1の手段は、支持部材12が被検査面45に接近するように移動されたとき、被検査面45および支持部材12に接触する。このような接近移動は、被検査面45へ直接向かう接近移動を含み、更に好ましくは被検査面45に沿った接近移動も含む。好ましくは、第1の手段は、前述の第1の弾性部材14、前述の弾性膜16の重なる部分、および前述のポリアミドのメッシュ生地62の重なる部分を含む。他

40

50

の第1の手段は、1つ以上の任意の形状の堅固な及び/又は弾性のブロック部材を含み、弾性はバネ、ガス、液体、エラストマーなどで与えることが出来る。

【0020】

より一般的に記述されるプローブ10はまた、第1の手段が被検査面45に接触したとき被検査面45に所定の力を加えるための第2の手段を含む。第2の手段全体は、支持部材12の近くに位置決めされていて、支持部材12が被検査面45に接近するとき被検査面45に接近する。第2の手段は、第1の手段が被検査面45に接触したときに被検査面45に接触する。所定の力は、第1の手段が被検査面45に接触したときに第1の手段によって被検査面45に加えられる力から全体的にデカップリングされる。第2の手段は、第1の手段が被検査面45に接触したときに被検査面45の近くに位置決めされる(可撓性の渦電流検知コイル20のような)可撓性の検知装置を含む。好ましくは、第2の手段はまた、前述の弾性膜16、前述の第2の弾性部材18、前述の可撓性のポリイミド・フィルム56、および前述のポリアミドのメッシュ生地62の重なる部分を含む。他の第2の手段はまた、渦電流検知コイル20の背後に配置され、第1の手段に取り付けられていず、且つ支持部材12に取り付けられる(或いは、支持部材12の近くに留まるように何らかの手段で拘束される)ガスまたは液体充填プラグ(b l a d d e r)、バネ、エラストマーなどを含む。当業者には理解されるように、上述の第2の手段は所定の大体一定の力を供給し、この力は第1の手段によって被検査面45に加えられる力から全体的にデカップリングされる。可撓性の検知装置としては、これに限定されないが、当業者に理解され得るように、前述の渦電流検知コイル20、超音波試験のためのポリ弗化ビニリデンのよ
10
20

【0021】

上記のより一般的に記述されるプローブ10の好ましい実施態様を以下に示す。支持部材12、第1の手段および第2の手段は一緒に手持ち可能である。第2の手段は、被検査面45に接近する支持部材12の移動によってのみ所定の力を供給する。第2の手段全体は、第1の手段が被検査面45に接触したとき、支持部材12と被検査面45との間の隔離
30

【0022】

好ましくは、渦電流検知コイル20は第2の手段内に含まれる唯一の渦電流検知コイルであり、また渦電流検知コイル20は、長さ方向軸線54を持ち且つ長さ対幅比が少なくとも3(好ましくは、少なくとも6)である全体的に矩形の形状を持つ。渦電流検知コイル20は支持部材12に回転自在に取り付けられる。渦電流プローブ10がまた、支持部材12に関して固定された基準方向に対して、渦電流検知コイル20の長さ方向軸線54の回転角度を測定する第3の手段を含む。このような第3の手段は、前に述べた角度測定手段と等価である。渦電流プローブ10は更に、支持部材12に取り付けられ且つ渦電流検知コイル20に電気接続された信号増幅器64を含む。
40

【0023】

図6は本発明の別の実施態様を示す。この実施態様の渦電流プローブ10は、支持部材12、縦軸線28を持つ全体的に環状の第1の弾性部材14、第2の弾性部材18、可撓性の渦電流検知コイル20、およびポリアミドのメッシュ生地62を含む。上記の幾つかの好ましい実施態様は例示の目的で提示した。本発明は上記の形態そのものに限定されず、上記の教示するところから種々の変更および変形をなし得ることは明らかであろう。本発明の範囲は特許請求の範囲によって定められるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の好ましい実施態様による第1の弾性部材を含む渦電流型検知システム用プローブの概略断面図である。
50

【図2】図1の線2-2に沿って取った図1の渦電流プローブの底面図である。

【図3】本発明の渦電流プローブの第2の好ましい実施態様による第1の弾性部材とその隣接部材とを示す概略断面図である。

【図4】本発明の渦電流プローブの第3の好ましい実施態様による第1の弾性部材とその隣接部材とを示す、図3と同様な概略断面図である。

【図5】本発明の渦電流プローブの第4の好ましい実施態様による第1の弾性部材とその隣接部材とを示す、図3と同様な概略断面図である。

【図6】本発明の別の実施態様の渦電流プローブの、図1と同様であるが一部分のみを示す概略断面図である。

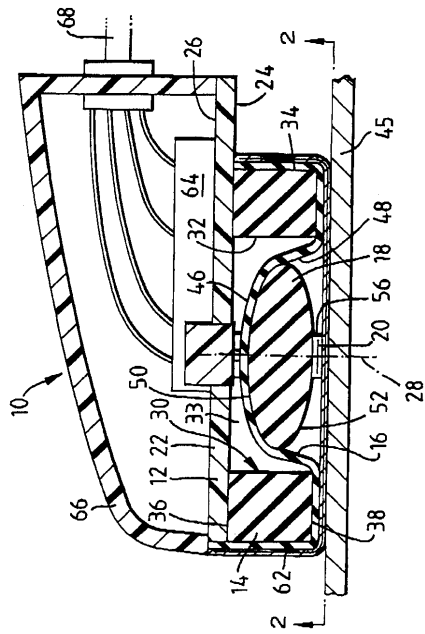
【符号の説明】

- 10 渦電流プローブ
 12 支持部材
 14、114、214、314 第1の弾性部材
 16 弾性膜
 18 第2の弾性部材
 20 渦電流検知コイル
 22 基板
 28 縦軸線
 30 外面
 32 全体的に半径方向内側を向いた面部分
 33 中孔
 34 全体的に半径方向外側を向いた面部分
 36 第1の端面部分
 38 第2の端面部分
 45 被検査面
 140、240、340 ゲル・リング
 142、242、342 フォーム・リング
 144 環状のゴム接触遮蔽体

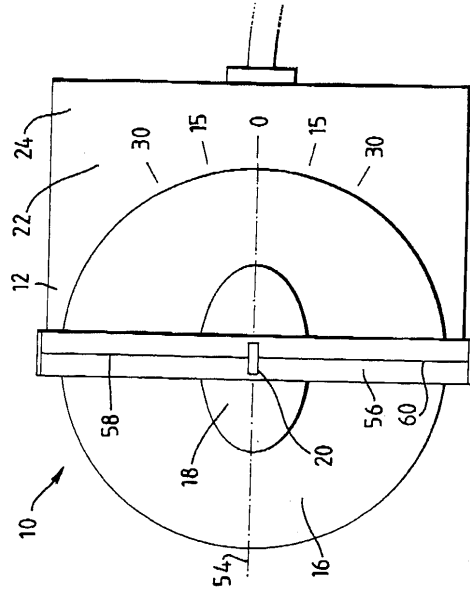
10

20

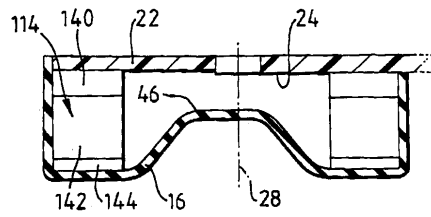
【 図 1 】



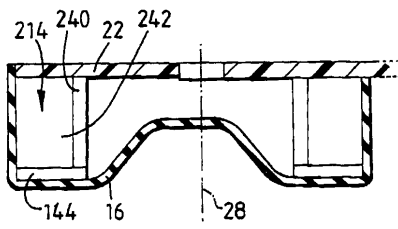
【 図 2 】



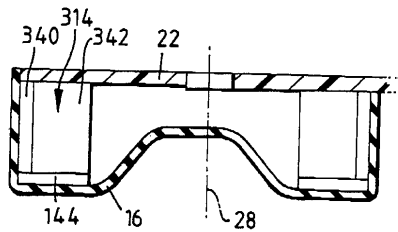
【 図 3 】



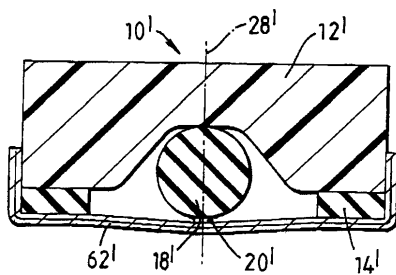
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジョン・デイヴィッド・ヤング
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、レックスフォード、リヴァービュー・ロード、953番
- (72)発明者 トーマス・バロウズ・ヒュートン
アメリカ合衆国、オハイオ州、ウェスト・チェスター、タングルウッド・レーン、7596番
- (72)発明者 カール・グレインジャー、ジュニア
アメリカ合衆国、オハイオ州、ウェスト・チェスター、ノエル・コート、7766番

審査官 田中 洋介

- (56)参考文献 特開平05-142205(JP,A)
特開平09-033488(JP,A)
特開平08-101167(JP,A)
実開平06-065858(JP,U)
特許第4048333(JP,B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 27/72-27/90