



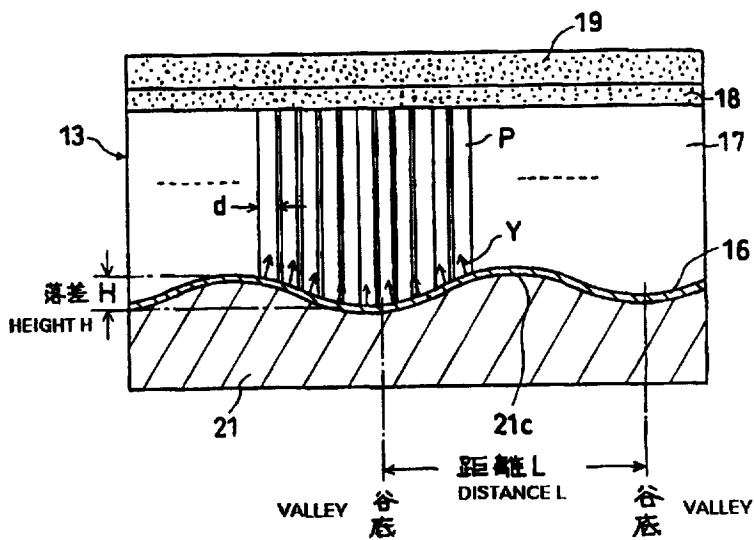
<p>(51) 国際特許分類6 H01J 31/49, 31/50</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO98/12731</p> <p>(43) 国際公開日 1998年3月26日(26.03.98)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP97/03298</p> <p>(22) 国際出願日 1997年9月18日(18.09.97)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平8/246424 1996年9月18日(18.09.96) JP 特願平9/22571 1997年2月5日(05.02.97) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 東芝(KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA)[JP/JP] 〒210 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 Kanagawa, (JP)</p> <p>(71) 出願人(日本についてのみ) 東芝電子エンジニアリング株式会社(TOSHIBA ELECTRONIC ENGINEERING CORPORATION)[JP/JP] 〒210 神奈川県川崎市川崎区日進町7番地1 Kanagawa, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 丹野一敏(TANNO, Kazutoshi)[JP/JP] 〒325 栃木県黒磯市上厚崎685-38 Tochigi, (JP) 関島義信(SEKIJIMA, Yoshinobu)[JP/JP] 〒324 栃木県大田原市浅香1-4-7 Tochigi, (JP)</p>	<p>山田 均(YAMADA, Hitoshi)[JP/JP] 〒324 栃木県大田原市城山2-20-20 Tochigi, (JP)</p> <p>野地隆司(NOJI, Takashi)[JP/JP] 〒329-27 栃木県那須郡西那須野町南郷屋2-150-23 Tochigi, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 大胡典夫, 外(OHGO, Norio et al.) 〒210 神奈川県川崎市幸区堀川町580番地 ソリッドスクエア東館4階 大胡・竹花特許事務所 Kanagawa, (JP)</p> <p>(81) 指定国 CN, JP, US, 欧州特許 (DE, FR, GB).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54)Title: X-RAY IMAGE TUBE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(54)発明の名称 X線イメージ管及びその製造方法

(57) Abstract

In order to give a sufficiently strong adhesive strength to the input screen of an X-ray image tube, to improve the resolution of the output picture of the image tube, and to secure the luminance uniformity of the output picture as necessary, the surface of the input substrate of the image tube composed of aluminum or an aluminum alloy is varnished so that fine recessing and projecting sections of the substrate material can be eliminated from the surface and nondirectional gentle recessing and projecting sections can be left as they are. Such gentle recessing and processing sections that the average distances between adjacent valleys fall within the range of 50-300 μm and average heights between the crests and valleys fall within the range of 0.3-4.0 μm are suitable for those to be left as they are. When the input substrate is varnished in the above-mentioned way, the resolution of the output picture of the image tube can be improved because the diffusion of light on the surface of the input substrate is suppressed, and the picture noise which is caused by the fine recessing and projecting sections is reduced.



(57) 要約

本発明は、X線イメージ管の入力スクリーンの十分な付着強度、出力画像の高い解像度及び必要により輝度の一様性を保証するため、アルミニウム又はアルミニウム合金からなる入力基板面として、プレス成形した時に生じる方向性のないゆるやかな凹凸を残し、基板材料にあった微細な凹凸をバニッシング処理によって解消した面で構成している。入力基板のゆるやかな凹凸は、隣接する谷底間の平均距離が $50\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ の範囲であり、且つ山頂から谷底までの平均落差が $0.3\mu\text{m}\sim 4.0\mu\text{m}$ の範囲が好適である。本発明によれば、入力基板表面における光の散乱が抑えられて解像度が向上し、且つ微細な凹凸が原因で生じる画像ノイズが減少する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を特定するために使用されるコード (参考情報)

AL	アルバニア	ES	スペイン	LK	スリランカ	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FR	フランス	LS	レソト	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LT	リトアニア	SK	スロヴァキア共和国
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
BA	ボスニア・エルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GW	ギニアビサウ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	ID	インドネシア	MR	モリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CF	中央アフリカ共和国	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CG	コンゴ	IS	アイスランド	NE	ニジェール	US	米国
CH	スイス	IT	イタリア	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CI	コート・ジボアール	JP	日本	NO	ノルウェー	VN	ヴェトナム
CM	カメルーン	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	YU	ユーゴスラビア
CN	中国	KG	キルギスタン	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CU	キューバ	KP	朝鮮民主主義人民共和国	PT	ポルトガル		
CZ	チェッコ共和国	KR	大韓民国	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア連邦		
DK	デンマーク	LC	セントルシア	SD	スーダン		
EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン				

明細書

X線イメージ管及びその製造方法

技術分野

この発明は、X線イメージ管及びその製造方法に係わり、とくにその入力スクリーンが形成される入力基板及びその製造方法に関する。

背景技術

X線イメージ管は、X線像を可視光像又は電気的画像信号に変換する電子管であり、医療用や工業用などいろいろな分野に利用されている。このようなX線イメージ管は、図20に示すように、真空外囲器11の一部をなしX線入力窓を兼ねる球面状の入力基板12と、その内面上に形成されたX線像を電子像に変換する入力スクリーン13と、電子レンズを構成する複数の集束電極14a、14b、14c、陽極14dと、さらに電子像を可視光像に変換する出力スクリーン15とを備えている。

入力基板12には、通常、X線透過率の良いアルミニウム又はアルミニウム合金（以下、単にアルミニウムと記す）が使用されている。入力スクリーン13は、入力基板面上に蒸着された光反射膜16、その上に蒸着された柱状結晶の集合からなる蛍光体層17、その上に付着された透光性の中間層18、及びその上に形成された光電面19を備えている。

外部から入力基板12を通して入射されたX線の像は、入力スクリーン13で発光及び電子像に変換され、電子レンズ系で集束されて出力スクリーン15で可視光像又は電気的な画像信号に変換される。なお、出力可視光像は、その後方に配置される図示しない光学レンズを通してX線テレビカメラやスポットカメラ等に伝達され、電気的画像処理によりCRTモニタ等に表示される。

ところで、近年のX線画像撮影技術においては、ますます高解像度や輝度一様性

の向上が切望されている。すなわち、この分野においては、画像積分処理などによって画像コントラストを強調する処理が行われるようになってきており、例えば入力基板面上にある微細な傷やしみ、エッチング処理による多数のエッチピットすなわち微細な穴等による出力画像上の欠陥が不所望に強調され、無視できない画像ノイズになってしまう。

このような画像ノイズ発生の主な要因は、本発明者らの考察によれば、入力基板材料の圧延時に形成されるロール筋や、清浄化のためのエッチングなどで生じるエッチピット等の微細な凹凸にあるものと推定される。すなわち、入力スクリーンを形成する直前の入力基板面を顕微鏡観察すると、図21に模式的に示すように、基板材料の圧延時のロール筋のものと見られる平行な方向性を持った凹凸や、基板材料自身にある無数の不規則な微細凹凸、並びにエッチピット等の無数の凹凸12aが認められた。

そしてこのような従来の微細凹凸を有する入力基板面及びこの面上に形成した入力スクリーンにおいては、入射されたX線により励起され蛍光体層17で発光した光の一部は、入力基板12の方向へ進み、この基板面又は図示しない光反射膜面上の無数の凹凸12aにより、矢印Yのように、不規則な方向に乱反射される。

このような反射光は、その一部は発光した同じ柱状結晶Pの内部に戻るが、他の一部は横方向に隣接する他の柱状結晶Pに入射してしまう。したがって、入力基板の表面状態が粗れている程、反射光が同一の柱状結晶内に戻る確率は低下し、出力像の解像度を低下させ且つ画像ノイズとして現れてしまう。また、エッチング処理により入力基板面に多数のエッチピットが生じた場合は、極く小さいピットは光反射膜で覆われるが、比較的大きいピットは出力画像に点状のノイズとして現れ、画質を劣化させる。

なお、入力基板面に凹凸を形成し、或いは基板面を研磨して鏡面状態にしその面上に柱状結晶の蛍光体層を形成することは、例えば、特公昭52-20818号公報、その対応特許としてのUSP-3473066号明細書、USP-3852133号明細書、特開昭55-150535号公報、特開昭57-82940号公報、特開平4-154032号公報、WO-94/22161号公報等の開示されている。

しかしこれらの多くは、基板面に規則的な凹凸を形成しそれに依存させて蛍光体の結晶を成長させようとする技術である。或いはまた、基板面を平坦で且つ鏡面にして発光光の乱反射を抑制し解像度を高めようとする技術である。ところが、基板面が平坦で且つ鏡面である場合には、解像度は改善されるものの、入力スクリーンの付着強度が不十分になりやすいなど、上記の技術で実用に供されているのは必ずしも多くない。

本発明は、以上のような事情に鑑みてなされたものであり、入力スクリーンの十分な付着強度が得られるとともに出力画像ノイズを低減し且つすぐれた解像度特性を有するX線イメージ管及びその製造方法を提供することを目的とする。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施例の製造工程を示すブロック図である。

図2は、本発明の入力基板のプレス工程を示す縦断面図である。

図3は、本発明のプレス後の入力基板を支持リングに接合した状態を示す縦断面図である。

図4は、本発明のバニッシング工程で使用する処理装置を示す概略側面図である。

図5は、本発明の入力スクリーン部の構成及び光反射状態を模式的に示す要部拡大断面図である。

図6は、本発明の入力基板材料及びプレス後の表面状態を顕微鏡写真により表した図である。

図7は、本発明の入力基板の一例のエッチング後及びバニッシング後の表面状態を顕微鏡写真により表した図である。

図8は、本発明の入力基板の他の例のバニッシング後の表面状態を顕微鏡写真により表した図である。

図9は、本発明の入力基板材料及びそのエッチング後の表面凹凸プロファイルを表したグラフである。

図10は、本発明の入力基板のバニッシング後及び光反射膜形成後の表面凹凸プロファイルを表したグラフである。

図 1 1 は、本発明の入力基板の他の例のバニッシング後並びにさらに別の例のエッチング後の表面凹凸プロファイルを表したグラフである。

図 1 2 は、本発明の入力基板のバニッシング後の中心部及び中間部領域の表面凹凸プロファイルを表したグラフである。

図 1 3 は、本発明の入力基板のバニッシング後の周辺部領域及びさらに別の基板の中心部領域の表面凹凸プロファイルを表したグラフである。

図 1 4 は、本発明の入力基板のバニッシング後の中間部及び周辺部領域の表面凹凸プロファイルを表したグラフである。

図 1 5 は、本発明の入力基板のさらに別の例のバニッシング後の中心部及び周辺部領域の表面凹凸プロファイルを表したグラフである。

図 1 6 は、本発明の入力基板面の凹凸プロファイルから凹凸の寸法を計測、算出する方法を説明するグラフである。

図 1 7 は、本発明及び従来出力画面上の輝度分布を説明するグラフである。

図 1 8 は、本発明の他の実施例のバニッシング工程における要部拡大断面図である。

図 1 9 は、本発明のさらに他の実施例のバニッシング工程における要部拡大断面図である。

図 2 0 は、一般的な X 線イメージ管の構成を一部を拡大して示す概略縦断面図である。

図 2 1 は、従来入力基板及び入力スクリーンとその動作を模式的に示す要部拡大図である。

発明の詳細な説明

本発明は、入力スクリーンの十分な付着強度、出力画像の高い解像度及び必要により輝度の一様性を保証するため、入力スクリーンを形成する入力基板面として微細な凹凸が解消又は少なくされ且つ適当なサイズのゆるやかな凹凸を有する面で構成したことを特徴とする X 線イメージ管である。この入力基板面のゆるやかな凹凸は、柱状結晶の集合からなる入力蛍光体層の平均結晶径の数倍以上のピッチで不

規則に形成された起伏が好適である。

したがって、本発明の一つの目的は、略球面状にプレス成形されたアルミニウム又はアルミニウム合金からなる入力基板の入力スクリーンが形成される凹曲面が、上記プレス成形で生じるような方向性がほとんどないゆるやかな凹凸を有し、このゆるやかな凹凸の隣接する谷底間の平均距離が $50\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ の範囲であり、且つ山頂から谷底までの平均落差が $0.3\mu\text{m}\sim 4.0\mu\text{m}$ の範囲であるX線イメージ管を提供することである。

本発明の他の目的は、入力基板のプレス成形で生じるような凹曲面のゆるやかな凹凸が、隣接する谷底間の平均距離 (L_{ave} 、但し、単位は μm) の、上記入力基板の中心部領域の凹曲面の曲率半径 (R_c 、但し、単位は mm) に対する比率 (L_{ave}/R_c) が、 $0.5\sim 1.2$ の範囲であるX線イメージ管を提供することである。

本発明のさらに他の目的は、入力基板の入力スクリーンが形成される凹曲面が、中心部領域よりも周辺部領域の乱反射率が高くなっているX線イメージ管を提供することである。

本発明のさらに他の目的は、アルミニウム又はアルミニウム合金からなる入力基板材料を略球面状にプレス成形するプレス成形工程と、上記プレス成形後の入力基板の凹曲面の微細突起を潰すバニッシング工程と、その後、上記入力基板の凹曲面上に直接又は他の被膜を介して柱状結晶の集合からなるX線励起蛍光体層及び光電面を付着形成する入力スクリーン形成工程とを備えるX線イメージ管の製造方法を提供することである。

本発明によれば、入力スクリーンが形成される入力基板の凹曲面には微細な鋭い凹凸や圧延ロール筋などの微細凹凸が少なくなっているため、入力基板表面における光の散乱が抑えられ、解像度が向上する。さらにこれらの微細な凹凸が原因で生じる画像ノイズも減少する。また、プレス成形時に生じた比較的滑らかでゆるやかな凹凸は蛍光体層の基板への十分な付着強度を維持し、さらにこの凹面が凹面鏡のように作用するため、同じ凹面上に位置する近接した柱状結晶の集団内に反射光が集まり易くなる。このため、ゆるやかな凹凸のピッチに相当する空間周波数領域の変換伝達係数 (MTF) が向上する。例えば、 $20\text{ライン}/\text{cm}$ の変換伝達係数では、従来技術の場合よりも $20\%\sim 30\%$ 向上している。

以下、図面を参照して本発明の実施例を望ましい製造工程にしたがって説明する。なお、同一部分は同一符号であらわす。まず、X線イメージ管の入力スクリーンを形成するための入力基板の材料として、アルミニウム又はアルミニウム合金の展伸材を用意する。

X線イメージ管の真空容器の内部に大気圧が直接加わらない状態で配置する入力基板の材料としては、基板自身の強度があまり高くなくてもよいため、JISの1000番台の純度99%以上の純アルミニウムを使用できる。その一例としては、純度99.5%以上であるJISの1050番の板材が適する。

一方近来は、入力基板が真空外囲器の一部であるX線入射窓を兼ねる構造のX線イメージ管が、変換効率や高解像特性の点で広く実用されてきている。その場合の入力基板は、大気圧に十分耐える必要があるばかりでなく、この入力基板の内面が電子レンズ系の実質的な陰極になるため、それに適合した凹曲面形状に成形できるとともに、不所望に変形しないことが必要条件となる。

このような真空外囲器のX線入射窓を兼ねる入力基板の材料としては、高強度のアルミニウム合金が適する。その例としては、JISの5000番台、又は6000番台のアルミニウム合金が適する。その中の例えばAl-Si-Mg合金材の一種であるJIS-6061番のアルミニウム合金がとくに適する。これは、Mgが約1.0質量%、Siが約0.6質量%、Cuが約0.25質量%、Crが約0.25質量%含まれるアルミニウム合金である。そして、材料の質別記号が“O”、すなわち焼きなましをした、約0.5mmの厚さにロール圧延した展伸材を以下に説明する実施例では主として使用した。勿論、このようなアルミニウム合金材料は、真空容器の内部に、大気圧が加わらない状態で配置する入力基板としても使用できる。

そこでまず、上記のようなアルミニウム合金の平板材料を、X線イメージ管の真空容器の一部となるX線入射窓を兼ねるように、X線入射窓の外径寸法よりもわずかに大きい直径の真円の円板に切断した。すなわち、例えば9インチ型X線イメージ管用では直径約260mm、12インチ型用では直径約350mm、16インチ型用では直径約440mmに、それぞれ切断する。

このように用意した平板のアルミニウム又はアルミニウム合金からなる入力基

板材料から、図1に示すような工程を経て製作する。すなわち、基板材料をX線イメージ管の入力窓又は入力スクリーン形成領域の直径よりもやや大きい直径の円板状に切断する。その後、プレス成形により所定の曲率半径の凹曲面状に成形する。その後これを洗淨、エッチング処理する。その後この入力基板の周辺部を高強度の支持リングに気密接合する。そしてその後、この入力基板の入力スクリーン形成面をバニッシング処理する。しかる後、この入力基板面に蛍光体層等の入力スクリーンを形成するとともに真空容器としてその内部を排気し、X線イメージ管を完成する。

以下、各工程について説明する。平板材料を円板状に切断した後、図2の(a)に示すように、この円板21をプレス装置の下ダイ22の上に載せ、周辺部21aを拘束用ダイ23で挟んで強く拘束しつつ、図2の(b)に示すように、常温にて、上ポンチ24を所定の圧力で押し下げてプレス成形し、凹曲面状の入力基板21を得た。なお、下ダイ22のプレス面22aと、上ポンチ24のプレス面24aとは、所定の曲率半径で、且つ鏡面に近い表面仕上げをしてある。このようにプレス成形した入力基板21を、脱脂洗淨する。

そして、酸化膜等の除去のために、入力基板21の全面を硝酸等に短時間浸すエッチング処理を行った。その後、図3に示すように、入力基板のフランジ部21aの被接合面を、厚肉のステンレス鋼製支持リング25の被接合面25aに、局部熱圧接法等により気密接合した。

なお、本明細書においては、入力基板21の中心軸Oから円弧状面の外周縁Eまでの領域を、半径方向にほぼ3等分し、最内側を中心部領域c、中間部領域m、最外側を周辺部領域pとして区分し、また、中心部領域cの曲率半径をRcと定義して説明する。

このような入力基板21の少なくとも内面には、図21に示したような、ロール筋やエッチング等による多数の微細凹凸が存在している。そこで、次に、図4に示すように、バニッシング装置31に入力基板21を固定し、この基板21の凹曲内面に多数の微小ボール32を入れて入力基板21を所定時間にわたって連続的に回転させ、バニッシング処理をした。

なお、このバニッシング(burnishing)とは、基板の被加工面に例え

ば微小ボールを転がしたり又は他の工具を押し付けてすべらせたりして、表面の小さい突起を潰し且つそれで凹みを埋めて表面を平滑化する加工方法である。したがって、この方法は基板の被加工面の突起を削り取って除去する方法ではないので、この方法によると基板材料の切削屑はほとんど発生しない。

バニッシング装置 3 1 は、加振器を兼ねる基台 3 3、円弧状部に連続した歯 3 4 を有する傾斜角度調整アーム 3 5、その駆動用歯車 3 6、入力基板 2 1 を固定するための基板ホルダ 3 7、これを回転可能に支持するベアリング 3 8、基板ホルダを回転させる回転駆動モータ 3 9、及びその回転シャフト 4 0、これに結合されて回転力を伝達するとともに基板の蓋となる回転カバー 4 1、モータ支持用アーム 4 2 を備えている。なお、これに類する装置は、ドイツ公開特許 2 4 3 5 6 2 9 号公報に開示されており、そのような装置を使用することもできる。

バニッシング処理に際しては、入力基板 2 1 を装置の基板ホルダ 3 7 に固定するとともに、上述のように、基板 2 1 の内側に所定量の微小ボール 3 2 を入れる。そして、モータ 3 9 と一体化されている回転カバー 4 1 を入力基板 2 1 にかぶせるとともに基板ホルダ 3 7 に固定し、モータ 3 9 を駆動して矢印 S のように例えば秒速約 1 回転で入力基板 2 1 を回転させる。

微小ボール 3 2 は、入力基板 2 1 の材料よりもビッカース硬度が 2 倍以上の硬さを有する、例えばステンレス鋼のような金属材料、或いはアルミナセラミックスのような材料で構成する。また、この微小ボール 3 2 の平均直径は、0.3 mm ~ 3.0 mm の範囲、例えば 1.0 mm のほぼ真円球である。例えば 1 2 インチ型用の入力基板の処理においては、重量が全体で 5 0 0 g 程度になる複数の微小ボール 3 2 を入れて約 6 0 分間にわたり入力基板を回転させた。これによって、入力基板内面の微細な突起は転動する微小ボールで徐々に潰されるとともに、エッチピットの多くがそれにより次第に塞がれ、上述のプレス成形で生じる方向性のないゆるやかな凹凸は、後述のように、滑らかにしてほぼそのままの形状及び寸法で残すことができる。

なお、バニッシングにおいて、微小ボールを所定量使用して基板を回転させる方法が、被処理基板の形状や曲率半径の変化がほとんど起こらず好適である。しかし、この方法に限らず、基板の変形を生じない程度で基板面に接触子を適当な圧力で押

し付けながら基板又はこの接触子の少なくとも一方を移動させて基板面の微小突起を潰す手段であつてもよい。

なお、このバニッシング装置 31 により、必要に応じて、傾斜角度調整アーム 35 を適宜調整して基板 21 の回転中心軸の傾きを連続的又は段階的に変化させたり、或いは加振器により適宜に振動を与えて、入力基板の中心部領域、中間部領域、又は周辺部領域のバニッシング処理の程度を変化させることができる。或いはまた、傾斜角度調整アーム 35 を傾ける速度を一定でなく、例えば、傾きが大きくなるにつれて傾ける速度を遅くしたり、或いは傾斜角度を大きくして主として周辺部領域に微小ボールを集中させる際にはモータ 39 による基板の回転速度を低くするなど、基板面の被処理領域ごとに単位面積当たりの基板面とボールとの接触時間を所望に応じて変化させることができる。なおまた、入力基板面を微小ボールが回転、移動、又は擦れるような動きであれば、任意の運動を与えるように構成することができる。

このようにバニッシング処理した後、図 5 に示すように、入力基板 21 の内側凹曲面上に、光反射膜 16 となるアルミニウム蒸着膜を例えば約 3000 オングストローム (\AA) の厚さに形成する。なお、上記のバニッシング処理では微細突起はほとんど削られないので、不所望な微粉末は生じない。したがって、その除去のための洗浄は不要である。ただし、例えば後述の実施例のように若干の微粉末等が生じる場合には、乾式又は湿式の洗浄を行う。

しかる後、基板面上に入力スクリーン 13 の形成を行う。すなわち、入力基板面の光反射膜 16 の上に、例えばナトリウム (Na) で活性化されたヨウ化セシウム (CsI) からなる蛍光体層 17 を、厚さが例えば 400 ~ 500 μm の柱状結晶構造となるように公知の蒸着方法で形成する。この蛍光体層 17 の各柱状結晶 P の直径 d の平均は、およそ 6 ~ 10 μm の範囲、例えば約 8 μm である。この柱状結晶の集合からなる蛍光体層の上に、各結晶の先端を連続させるため、透光性の中間層 18 を形成する。そして、この入力基板の支持リングを真空容器の他の部分と気密溶接したうえ、排気装置に装着して内部を真空に排気し、光電面 19 を形成して入力スクリーン 13 を完成する。なお、光反射膜 16 はなくてもよいが、入力基板面の全面にわたり、部分的なしみ等の欠陥を解消するためには有用である。

さて、この発明によれば、図5に示したように、バニッシング処理により入力基板21の入力スクリーンを形成する面は、プレス成形で生じたゆるやかな凹凸21cが滑らかになってほぼそのままの形で残っており、従来顕著に認められた微細な凹凸(図21の符号12a相当)は、ほとんど無くなっている。そのため、蛍光体層で発光した光のうち、各柱状結晶内を入力基板面又はその面上の光反射膜の方向に進んで反射する光は、概ね同じ柱状結晶内に戻り、光電面に達する。その結果、解像度特性の改善が得られる。

このような特性改善が認められた本発明実施例の入力基板面の状態について、従来のものと比較して観察したところ、次のような事実が確認された。すなわち、種々の入力基板面の状態の顕微鏡写真を、図6～図8の(a)から(f)に示す。

図6の(a)は、9インチ型用のアルミニウム合金(上記JISの6061番)の板材そのものの表面状態を示す約100倍の拡大率の顕微鏡写真である。これには、ロール筋のものと認められる横方向に平行に延びる多数の筋状凹凸、及び不規則な微細凹凸のものと認められる濃淡がある。

また、同図の(b)は、(a)と同種の板材をプレス成形した後の面状態を示す同倍率の顕微鏡写真である。これには、ロール筋のものと見られる横方向に平行に延びる多数の筋状凹凸及び不規則な微細凹凸とともに、面積が比較的大きい不規則な濃淡が認められる。なお、この面積が比較的大きい不規則な濃淡は、後に示す凹凸プロファイルと対応させてみると、プレス成形によって生じたゆるやかなうねりのような凹凸によるものと認められる。

次に、プレス成形した入力基板面を15分間エッチング処理した後の面状態は、図7の(c)のようになった。これは、上記と同倍率の顕微鏡写真である。これには、識別が容易ではないが、横方向に平行に延びるロール筋の凹凸及び不規則な微細凹凸とともに、エッチピットのものと思われる多数の小面積の黒い部分が混在している状態が認められる。

次に、エッチング処理した後の入力基板を、上述のバニッシング装置により、約60分間にわたってバニッシング処理した後の基板面は、図7の(d)に同倍率の顕微鏡写真で示す状態になった。これから、ロール筋の凹凸はほとんど識別できない程度に解消され、且つ不規則な微細な突起がほとんど潰されて平滑化されている

ことがわかる。その一方で、エッチピットの多くは塞がれているが、少なからず塞がれ切れないエッチピットが残って黒点状に表れている。また、プレス成形によって生じたゆるやかなうねりのような凹凸によるわずかな濃淡が認められる。

なお、図8(e)は、上記と同様の工程を経て同じく約60分間のバニッシング処理をした後の別のサンプルの基板面の同倍率の顕微鏡写真である。このサンプルは、ロール筋のものと見られる凹凸が少し残っている。

さらに図8(f)は、バニッシング処理を約180分間にわたって行った後の基板面の同倍率の顕微鏡写真である。これによれば、ゆるやかな凹凸による濃淡はそのまま残り、エッチピットによる黒点は図7(d)又は図8(e)の場合よりも少ない状態になっていることが認められる。このことから、バニッシング処理時間が長いほど、プレス成形によって生じたゆるやかな凹凸はそのまま残り、ロール筋の凹凸や多数の不規則な微細突起が潰され、エッチピットがさらに塞がれることが確認された。

このような表面状態の入力基板面上に形成した蛍光体層での発光光の一部は、図5に模式的に示したように、微細凹凸がほとんどない基板面でほとんど散乱することなく元の同じ結晶柱内に反射して戻り、光電面方向に進む。その結果として、良好な解像度が得られる。そして、プレス成形によって生じたゆるやかな凹凸により、蛍光体層の良好な付着強度が維持される。

さて、入力基板面の凹凸プロファイルは、JISで定める触針式表面粗さ測定にしたがって測定した結果、図9～図15の結果が得られた。この凹凸プロファイルの測定は、基板の中心部領域cの任意位置のおよそ2～4mmの範囲を任意の一直線方向に測定したものである。なお、入力基板の中心部領域cにおける凹凸の測定は、上記プレス成形で素材がほとんど流動しない中心軸部分を避けた領域について測定するものとし、実測したものである。

図9の(9A-a)は、9インチ型入力基板用のプレス成形前の平板材料のロール筋の長手方向にほぼ直角方向に測定した凹凸プロファイルである。なお、横軸は基板面に沿う横方向の位置すなわち距離であり(50倍の拡大率)、縦軸は縦すなわち上下方向の変化であり(1万倍の拡大率)、他の凹凸プロファイルでも同様である。この図の凹凸プロファイルは、図6の(a)に顕微鏡写真を示した基板面に

対応している。この凹凸プロファイルから、この状態の入力基板面には、ロール筋のものも含めて無数の微細凹凸の存在が認められる。

図9の(9A-b)は、同じ9インチ型用平板材としてプレス成形し、且つ約15分間のエッチング処理をした後の入力基板の中心部領域の凹凸プロファイルである。これは、図7の(c)に顕微鏡写真を示した基板面に対応している。この凹凸プロファイルから、この状態の入力基板面には、さらに落差の大きい無数の微細な凹凸、及び多数のエッチピットが認められる。

図10の(9A60-c)は、同じ9インチ型用の入力基板について、その後約60分間にわたりバニッシング処理をしたものの中心部領域の凹凸プロファイルである。これは、図7の(d)に顕微鏡写真を示した基板面に対応している。この凹凸プロファイルから、この状態の入力基板面には、プレス成形時に生じたものと認められるゆるやかな凹凸があり、処理前にあった無数の微細凹凸とエッチピットのほとんどが消えていることがわかる。なお、所々に下方へのパルス状変化が認められ、これは残存しているわずかな数のエッチピットによるものである。

図10の(9A-d)は、同じ9インチ型用の上記バニッシング処理をした入力基板面に、約3000オングストロームの厚さのアルミニウムの光反射膜を蒸着した後のこの膜面の中心部領域の凹凸プロファイルである。この凹凸プロファイルから、この状態の入力基板面には、プレス成形時に生じたゆるやかな凹凸が滑らかな表面状態になってほぼそのままの形及び凹凸サイズで現われ、エッチピットがほぼ完全に埋まっている状態が確認できる。なおまた、この凹凸プロファイルから、バニッシング処理をした基板面上に約3000オングストローム程度の厚さのアルミニウムの光反射膜を蒸着しても、ゆるやかな凹凸や微細凹凸はほぼそのままの形で現れることがわかる。

図11の(9B60-c)は、別の9インチ型用の入力基板について、エッチング処理後に約60分間のバニッシング処理をしたものの中心部領域の凹凸プロファイルである。これは、図10の(9A60-c)に示した凹凸プロファイルのゆるやかな凹凸よりも粗くなっているとともに、少し微細凹凸が残っている状態である。

また、図11の(12A-b)は、12インチ型用のプレス成形した後に約15

分間のエッチング処理をした入力基板面の中心部領域の凹凸プロファイルである。この状態の入力基板面は、図9の(9A-b)の場合よりも大きい多数の微細凹凸及びエッチピットが認められる。

この基板について、約30分間のバニッシング処理を行った後の中心部領域の凹凸プロファイルは、図12の(12A30-c c)である。この入力基板面は、プレス成形時に生じたゆるやかな凹凸がほぼそのまま現われ、微細凹凸がやや残っているが、ほとんどのエッチピットが塞がっている。

なお、上記と同一の入力基板の中間部領域の凹凸プロファイルは、図12の(12A30-c m)であり、周辺部領域のそれは図13の(12A30-c p)である。これら中心部、中間部、周辺部領域の各凹凸プロファイルを対比すると、それらの間に凹凸状態の顕著な相違は認められない。

さらに、別の12インチ型用のプレス成形、エッチング処理済みの入力基板について、約60分間のバニッシング処理をした基板面は、その中心部領域の凹凸プロファイルが図13の(12B60-c c)、中間部領域のそれが図14の(12B60-c m)、周辺部領域のそれが図14の(12B60-c p)のようになった。これらを対比すると、いずれの領域も概ね同等の凹凸状態であるが、周辺部領域に微細な凹凸が少し残っていることが確認できる。これは、バニッシング処理における基板面の単位面積当たりの微小ボールとの接触時間が、中心部領域よりも周辺部領域が短いためであると考えられる。しかし、この程度の微細凹凸の存在は、周辺部領域の解像度の顕著な低下をもたらさないことを確認できた。

さらにまた、図15の(16A60-c c)は、16インチ型用すなわち前述のいずれよりも大口径のX線イメージ管用の入力基板について、プレス成形及びエッチング処理した後に約60分間のバニッシング処理をした基板面の中心部領域の凹凸プロファイルである。また、同じ入力基板の周辺部領域の凹凸プロファイルは、同図15の(16A60-c p)のようになった。これらは、やはり概ね同等の凹凸状態であって、周辺部領域に微細な凹凸が少し残っている。

以上の事実を比較すると、バニッシング処理時間が長いほど、微細な凹凸は解消され、それに対してプレス成形で発生したゆるやかな凹凸はほとんどそのまま残っていることが明らかである。このように本発明の製造方法によると、予めアルミニ

ウム又はアルミニウム合金からなる板材の圧延時に生じたロール筋のような方向性のある凹凸や方向性のない微細な凹凸と、この後のプレス成形時に生じた方向性のないゆるやかな凹凸と、さらにその後のエッチング処理時に生じた微細な凹凸とが一度は形成されているが、バニッシング処理によって入力基板面の微細な凹凸はほとんど解消されてプレス加工時に生じた方向性のない滑らかなでゆるやかな凹凸だけがほぼそのまま残された面状態となる。

なお、種々比較検討したところ、入力基板のプレス成形で生じるこのようなゆるやかな凹凸は、基板材料の結晶構造に起因し、凹凸プロファイルの各谷底部分が各結晶粒界部分に対応し、山頂部分が各結晶粒の中心部分に対応しているものと推定される。そのため、このようなゆるやかな凹凸は、上記バニッシング処理では解消されず且つほとんど変化しないで残されるものと考えられる。

そこで、この発明の実施例において、プレス成形によって生じバニッシング処理でも解消されない入力基板面のゆるやかな凹凸の大きさを、以上に示した凹凸プロファイルから計測した。例えば、12インチ型用の入力基板の中心部領域の凹凸プロファイルである図12の(12A30-c c)について計測、算出したところ、表1のようになった。

【表1】

12インチ型用人力基板：バニッシング後の中心部領域のゆるやかな凹凸		
谷底間の順番号	谷底間の距離L (μm)	山頂から谷底までの落差H (μm)
1	220	3.30
2	60	0.85
3	140	0.80
4	110	0.50
5	170	1.30
6	200	2.60
7	160	2.05
8	320	1.90
9	140	0.65
10	160	0.60
11	260	2.60
12	120	0.85
13	180	2.05
14	200	1.50
15	100	0.25
16	100	1.20

17	220	0.50
18	140	1.30
谷底間距離, 落差の合計長(μ m)	3000	24.80
谷底間の平均距離 L_{ave} (μ m)、落差の平均長	167	1.38
min (μ m)	60	0.25
max (μ m)	320	3.30
谷底間の数	18	18

なお、このような凹凸プロファイルからのゆるやかな凹凸の計測方法は、次の通りである。すなわち、上記入力基板の凹曲面上の中心部領域で任意方向の2.0 mm~4.0 mmについて測定して得た凹凸プロファイルに関し、左側の測定開始点から、図16に示すように、谷底とそのすぐ右隣の谷底との間の水平方向すなわち横方向の距離L、及び山頂から谷底までの落差H（山頂から両側の谷底までのうちの大きい方の落差を採る）を、右側の測定終点まで順に測定した。そして、隣接する谷底間の距離Lの平均（これを、平均距離 L_{ave} とする）、及び落差Hの平均（これを、平均落差 H_{ave} とする）を計算した。

但し、このゆるやかな凹凸の計測及び計算からは、概ね次の条件に合う超微細凹凸を除外した。すなわち、ゆるやかな凹凸面上の所々に存在する微細な凹凸やエッチピットの方は、概ね無視してよいため、同図示のように、隣接する凹凸の谷底間の横方向の距離Lが20 μ m未満で且つ落差Hが0.2 μ m未満の超微小凹凸、及び落差の大きさに関係なく横方向の距離Lが5 μ m以下の凹凸は、いずれも除外した。なお、CsIからなる蛍光体層の発光波長は、およそ0.41 μ mであるので、その半波長である約0.2 μ mよりも小さい距離又は落差の凹凸は、この発光光の乱反射等をほとんどもたらさず、無視することができることもこれらの除外条件の決定に考慮した。

そして、上述及び図面に示した各口径サイズの入力基板の凹凸プロファイルから谷底間距離及び落差を計測し、平均値を計算した結果は、表2のようになった。

【表2】

サンプル	型	測定長	凹凸数	谷底間の距離 L (μ m)	山頂と谷底間の落差 H (μ m)
------	---	-----	-----	------------------------	---------------------------

	(インチ)	(mm)	(個)	平均 L. ave	min	max	平均 H. ave	min	max
1, (9A)	9	3.6	35	103	60	210	0.58	0.15	1.25
2, (9B)	9	2.9	19	153	60	280	2.20	0.50	4.30
3, (12A)	12	3.0	18	167	60	320	1.38	0.25	3.30
4, (12B)	12	3.0	15	200	80	290	1.74	0.25	3.30
5, (16A)	16	2.9	12	215	70	550	1.97	0.50	4.30

なお、入力基板の口径サイズすなわち入力基板の曲面に形成された領域の直径、及び中心部領域の曲率半径は、通常いずれも、9インチ型、12インチ型、16インチ型の順に大きい寸法になっている。

以上のことから、入力基板面のプレス成形により発生するゆるやかな凹凸の大きさは、中心部、中間部又は周辺部領域の間であまり顕著な相違が認められないものの、口径サイズすなわち入力基板の曲面に形成された領域の直径、若しくは中心部領域の曲率半径の大きさにそれぞれ依存している。それは、プレス成形による入力基板材料の塑性変形量に依存しているためであると推定される。

そこで、各口径サイズ、曲率半径と、隣接する谷底間の平均距離 (L. ave) との比を計算すると、表3のようになった。

【表3】

サンプル	型	谷底間の平均距離	口径D	中心部領域の曲率半径 Rc	平均距離/口径	平均距離/曲率半径
	(インチ)	L. ave (μm)	(mm)	(mm)	L. ave (μm) / D (mm)	L. ave (μm) / Rc (mm)
1, (9A)	9	103	250	140	0.41	0.74
1, (9B)	9	153	250	140	0.61	1.09
3, (12A)	12	167	330	200	0.51	0.84
4, (12B)	12	200	330	200	0.61	1.00

5, (16A)	16	215	420	210	0.51	1.02
----------	----	-----	-----	-----	------	------

以上のことから、入力基板のプレス成形で生じるゆるやかな凹凸21cは、凹凸プロファイルの隣接する谷底間の距離Lの平均が100～220 μ mであり、山頂から谷底までの落差Hの平均がおよそ0.6～2.2 μ mである。入力スクリーンを形成する入力基板面のこのようなゆるやかな凹凸21cは、入力スクリーンの付着強度を高めるのに役立つとともに、凹凸プロファイルの谷部分すなわち凹面部が凹面鏡のように作用する。

前述のように、入力蛍光体層を構成する柱状結晶Pの直径dの平均は、約6～10 μ mの範囲にある。そのため、入力基板のプレス成形で生じるゆるやかな凹凸の隣接する谷底間の平均距離L_{ave}は、蛍光体層の柱状結晶Pの平均直径の数倍以上を有している。

そこで、入力蛍光体層を構成する柱状結晶Pの平均直径が例えば約10 μ mであり、入力基板面のゆるやかな凹凸のピッチすなわち谷底間距離が約100 μ mであれば、このゆるやかな凹凸の1つの凹面部にはおよそ100本の柱状結晶Pが集団として構成されていることになる。

このような構成のX線イメージ管の入力部にX線が入射すると、X線は入力基板を透過し、蛍光体層で光に変換される。そして、蛍光体層で変換された光の一部は入力基板の方向へ進み、基板面又はその面上に蒸着された光反射層面で、図5に矢印Yで示すように、反射する。このとき入力基板面には微細な凹凸がほとんどないため、入力基板面での不規則な方向への乱反射は少なく、元の柱状結晶に戻る確立が高くなり、X線イメージ管の解像度が向上する。

しかも、入力基板のゆるやかな凹凸の1つひとつの凹面部が凹面鏡のように作用するため、各凹面部で反射した光は共通の凹面部上に形成された同一集団の柱状結晶内に入射して戻る。その結果、入力基板面のゆるやかな凹凸の谷底間距離すなわち凹凸ピッチに相当する空間周波数領域での変換伝達係数(MTF)も向上する。

以上のことから、実用になっている種々の口径サイズのX線イメージ管を考慮すると、入力基板の入力スクリーン形成面は、下記の測定条件により凹凸プロファイルから計測した場合に、隣接する凹凸の谷底から谷底までの平均距離が50 μ m～

300 μm の範囲であって且つ山頂と谷底との平均落差が0.3 μm ～4.0 μm の範囲のゆるやかな凹凸を有することが望ましい。そして、より好ましくは、隣接する谷底間の平均距離が80 μm ～250 μm の範囲であり、且つ山頂から谷底までの平均落差が0.4 μm ～3.0 μm の範囲である。

また、上記ゆるやかな凹凸の隣接する谷底間の平均距離 L_{ave} (単位は、 μm) と、入力基板の凹曲面に形成された領域の直径 D (単位は、 mm) との比率 (L_{ave} / D) は、0.35～0.65の範囲が好適である。

そしてまた、谷底間平均距離 L_{ave} (単位は、 μm) と、曲率半径 R_c (単位は、 mm) との比率 (L_{ave} / R_c) は、0.7～1.1の範囲が好適である。

ところで、既に述べたことから明らかなように、入力基板面のバニッシング処理において、例えば基板の中心部領域よりも中間部領域、さらに周辺部領域の順に単位面積当たりの微小ボールの転動接触時間を相対的に短くすることにより、微小突起又はエッチピットの解消程度を中心部領域、中間部領域、周辺部領域の順で少なくし、例えばX線イメージ管の出力画像の輝度一様性を向上させることができる。

このことに関連し、通常X線イメージ管の出力可視光像の中心部から周辺部に至る輝度には、図17に示すような関係があることが確認されている。同図の横軸は、入力基板の中心軸に対応する出力画像の中心軸Oからの半径方向の距離であり、縦軸は中心Oを100とした場合の相対輝度(%)である。曲線Aは、周辺部領域の乱反射率が約20%、正反射率が約35%の従来の基板面を持つX線イメージ管の出力輝度分布を示している。それに対して曲線Bは、同じく周辺部領域の乱反射率が約30%、正反射率が約95%の本発明実施例に近い基板面を持つX線イメージ管の出力輝度分布を示している。なお、曲線A及びBの乱反射率、正反射率は、いずれも入力基板の中心軸部を100とした場合の相対値である。また、出力スクリーンの発光効率は全領域で均一であると仮定している。

ここで、乱反射率とは、基板面に垂直に入射した光が、反射点に垂直な法線から 2.5° 以上離れた方向に反射する比率で、白色粉体を100%とした時の相対値で定義される。また、正反射率とは、反射点に垂直な線から 2.5° 未満に反射する比率で、鏡面を100%とした時の相対値で定義される。したがって、入力基板面が微細凹凸面であれば、乱反射率が高く、その面上に形成された入力スクリーン

から得られる出力スクリーンの輝度は高くなる。一方、入力基板面が微細凹凸がなくて鏡面に近ければ、正反射率が高く、柱状結晶によるライトガイド部分を通して光電面に到達する光量の発光総量に対する割合が高くなり、解像度が向上する。

図17の曲線Aと曲線Bとを比較した場合、乱反射率及び正反射率が低い従来の曲線Aの方が周辺部の輝度が低下し、輝度の一様性が悪くなっている。それに対して、基板面全体の正反射率を高くし、且つ周辺部の乱反射率の低下を抑えた本発明の曲線Bによれば、輝度の一様性及び解像度のいずれも改善することができることを示している。

そこで、上記したバニッシング装置によって、入力基板面の中心部から周辺部の全領域にわたってバニッシング処理を十分な時間かけて行えば、入力基板面の正反射率が全体的に高くなり、解像度が改善される。また、単位面積当たりの基板面と微小ボールとの接触時間を、入力基板の中心部領域よりも周辺部領域で相対的に短くする。或いは中心部領域よりも周辺部領域のバニッシング量が少なくなるように、回転中の入力基板傾斜角度を調節する。それらによって、周辺部領域の微小凹凸をある程度残して乱反射率の低下を少なく抑えてこの周辺部の輝度の低下を抑えることができる。この結果、周辺部領域では解像度が中心部よりも改善度合いが少ないとは言え輝度の改善効果を大きくでき、出力画面の良好な解像度及び輝度の一様性を改善することができる。

図18に示す実施例は、ステンレス鋼製の微小ボール32に、少量のアルミニウム又はマグネシウムの微粒子32aを混合し、バニッシング処理をする方法である。この方法によれば、バニッシング処理で微粒子32aが入力基板21の表面に付着し、基板面は比較的短時間に平滑化される。これは、付着した微粒子の一部が次第に潰され延ばされ、入力基板面のは微細な突起が潰れるとともにエッチピットを含めた凹み部分が微粒子で埋まることによると考えられる。したがって、適当な時間このバニッシング処理をすることにより、基板面の正反射率を高め、乱反射率を低めることができる。

そこで、入力基板の主として中心部領域のバニッシング処理にこの方法を適用すれば、中心部領域の解像度を高める一方でこの中心部領域の輝度を少し抑えて画面全体の輝度一様性を向上させることができる。なおこの方法によれば、バニッシン

グ処理時間を前述の実施例の場合よりも短くできる。なおまた、処理後に基板面に容易に取れる状態の微粒子が残る場合は、クリーニングにより除去する。

図19に示す実施例は、アルミニウム又はマグネシウムの薄い被膜32bを表面に蒸着したステンレス鋼製の微小ボール32を使用してバニッシング処理をする方法である。この方法によれば、微小ボールの被膜32bが基板表面と擦れ合い、次第に上記図18の実施例の場合と同様に平滑化され、同様の作用、効果が得られる。この場合、被膜の厚さは500オングストローム以上あれば十分な効果が得られる。

なお、例えばステンレス鋼のような金属製の微小ボールは、その表面凹凸の少ないものが得やすいが、セラミックス製の微小ボールはやや表面凹凸の大きいものが一般的である。このようなセラミックス製の微小ボールを使用してバニッシング処理をすると、初期にこのボールの表面に基板面が少し削られてアルミニウム粒子が付着し、その後は次第にそれが基板面の微小な凹みに付着して平滑化に役立つようになる。したがって、任意の凹凸面にするために必要によりセラミックス製の微小ボールを使用することができる。但し、この微小ボールの表面が5 μ m以上の凹凸を有すると、入力基板面の微小凹凸の低減、解消が困難になるため、微小ボールの表面凹凸は5 μ m以下、とくに3 μ m以下が望ましい。

なおまた、バニッシング処理において、最初、ステンレス鋼製の微小ボールで入力基板面の全体を処理し、その後、セラミックス製の微小ボールに変えて例えば中心部領域を主に処理する方法でもよい。また、表面凹凸の程度に差がある複数種の微小ボールを、種々組み合わせたり或いは使い分けてバニッシング処理をしてもよい。

さらにまた、このようなバニッシング処理を長時間継続すると、入力基板面の微細凹凸が一旦解消されるが、続いて次第に基板面に微小ボールの超微小な擦り傷が無数に発生するようになる。このような擦り傷が生じた基板面は、黒っぽく且つピカピカな表面状態を呈する。このような面は、乱反射が低く正反射率が高く、したがってこのような入力基板によれば、輝度が低く解像度が高い出力画面となる。このことを応用して、中心部領域のバニッシング処理に十分長い時間をかけ、この中心部領域よりも中間部領域、周辺部領域にかけてバニッシング時間を徐々に短くす

れば、中心部から周辺部にかけて乱反射率が徐々に増加し、良好な輝度の一様性が得られる。

以上述べたように、本発明によれば、入力蛍光体層の基板への十分な付着強度を維持したまま、解像度の低下を防止し、さらに必要により輝度の一様性を改善し、且つ基板の表面状態に起因する画像ノイズが低減されたX線イメージ管を実現できる。

請求の範囲

1. 略球面状態にプレス成形されたアルミニウム又はアルミニウム合金からなる入力基板と、この入力基板の凹曲面上に直接又は他の被膜を介して付着形成された柱状結晶の集合からなるX線励起蛍光体層及び光電面を有する入力スクリーンとを具備するX線イメージ管において、

上記入力基板の凹曲面は方向性がほとんどないゆるやかな凹凸を有し、該ゆるやかな凹凸は下記により凹凸プロファイルの測定及び計測をした場合に、隣接する谷底間の平均距離が $50\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ の範囲であり、且つ山頂から谷底までの平均落差が $0.3\mu\text{m}\sim 4.0\mu\text{m}$ の範囲であることを特徴とするX線イメージ管。

上記測定及び計測方法は、上記入力基板の凹曲面上の中心部領域で任意の方向に直線で $2.0\text{mm}\sim 4.0\text{mm}$ について測定した凹凸プロファイルから、隣接する谷底間の横方向の平均距離、及び山頂から谷底までの平均落差を計測する。但し、隣接する谷底間の横方向の距離が $20\mu\text{m}$ 未満で且つ山頂から谷底までの落差が $0.2\mu\text{m}$ 未満の微小な凹凸、及び落差の寸法に関係なく横方向の距離が $5\mu\text{m}$ 以下の微小な凹凸は、いずれも上記の山頂又は谷底に含めない。

2. 上記X線励起蛍光体層の柱状結晶は、平均直径が $6\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ の範囲である請求項1記載のX線イメージ管。

3. 上記隣接する谷底間の平均距離は、前記入力基板の中心部領域よりも周辺部領域の方が小さくなっていることを特徴とする請求項1記載のX線イメージ管。

4. 上記入力基板面のゆるやかな凹凸面に、隣接する谷底間の距離が $40\mu\text{m}$ 以下の微細凹凸が存在し、該微細凹凸は前記基板の中心部領域よりも周辺部領域に多く存在している請求項1記載のX線イメージ管。

5. 上記入力基板はアルミニウム合金からなるとともに真空容器のX線入力窓を兼ねており、該入力基板の凹曲面上に上記入力スクリーンが形成されている請求項1記載のX線イメージ管。

6. 略球面状態にプレス成形されたアルミニウム又はアルミニウム合金からなる入力基板と、この入力基板の凹曲面上に直接又は他の被膜を介して付着形成された柱状結晶からなるX線励起蛍光体層及び光電面を有する入力スクリーンとを具備

するX線イメージ管において、上記入力基板の凹曲面は、方向性がほとんどないゆるやかな凹凸を有し、該ゆるやかな凹凸は下記により凹凸プロファイルの測定及び計測をした場合に、上記ゆるやかな凹凸の隣接する谷底間の平均距離 L_{ave} (単位は、 μm) と、上記入力基板の凹曲面状に成形された領域の直径 D (単位は、 mm) との比率 (L_{ave} / D) は、 $0.35 \sim 0.65$ の範囲であることを特徴とするX線イメージ管。

上記測定及び計測方法は、上記入力基板の凹曲面上の中心部領域で任意の方向に直線で $2.0 mm \sim 4.0 mm$ について測定した凹凸プロファイルから、隣接する谷底間の横方向の平均距離、及び山頂から谷底までの平均落差を計測する。但し、隣接する谷底間の横方向の距離が $20 \mu m$ 未満で且つ山頂から谷底までの落差が $0.2 \mu m$ 未満の微小な凹凸、及び落差の寸法に関係なく横方向の距離が $5 \mu m$ 以下の微小な凹凸は、いずれも上記の山頂又は谷底に含めない。

7. 上記隣接する谷底間の平均距離 L_{ave} (単位は、 μm) と、上記入力基板の中心部領域の凹曲面の曲率半径 R_c (単位は、 mm) との比率 (L_{ave} / R_c) は、 $0.7 \sim 1.1$ の範囲である請求項6記載のX線イメージ管。

8. 略球面状態にプレス成形されたアルミニウム又はアルミニウム合金からなる入力基板と、この入力基板の凹曲面上に直接又は他の被膜を介して付着形成された柱状結晶の集合からなるX線励起蛍光体層及び光電面を有する入力スクリーンとを具備するX線イメージ管において、上記入力基板の上記入力スクリーンが形成される凹曲面は、その中心部領域よりも周辺部領域の乱反射率が高くなっていることを特徴とするX線イメージ管。

9. アルミニウム又はアルミニウム合金からなる入力基板材料を略球面状にプレス成形するプレス成形工程と、上記プレス成形後の入力基板の凹曲面の微細突起を潰すバニッシング工程と、その後、上記入力基板の凹曲面上に直接又は他の被膜を介して柱状結晶の集合からなるX線励起蛍光体層及び光電面を付着形成する入力スクリーン形成工程とを備えることを特徴とするX線イメージ管の製造方法。

10. 上記バニッシング工程は、上記入力基板のプレス成形で生じる隣接谷底間距離が $50 \mu m$ 以上のゆるやかな凹凸を残し、それよりも微細な突起を潰す請求項

- 9 記載の X 線イメージ管の製造方法。
- 1 1. 上記バニッシング工程は、上記プレス成形後の入力基板の凹曲面上に無数の微小ボールを載せて該入力基板面上を連続的に転がすことにより該入力基板面の微細突起を潰す処理を含む請求項 9 記載の X 線イメージ管の製造方法。
- 1 2. 上記バニッシング工程で使用する微小ボールは、上記入力基板のビッカース硬度の 2 倍以上のビッカース硬度を有する金属又はセラミックスからなる請求項 1 1 記載の X 線イメージ管の製造方法。
- 1 3. 上記微小ボールの平均直径は、0. 3 mm～3. 0 mm の範囲である請求項 1 1 記載の X 線イメージ管の製造方法。
- 1 4. 上記バニッシング工程は、上記入力基板の中心部領域よりも周辺部領域の単位面積当たりのバニッシング処理時間を短くする請求項 9 記載の X 線イメージ管の製造方法。
- 1 5. 上記バニッシング工程は、上記微小ボールにアルミニウム又はマグネシウムの微粒子を混入又は被膜として付着して処理する請求項 1 1 記載の X 線イメージ管の製造方法。

図 1

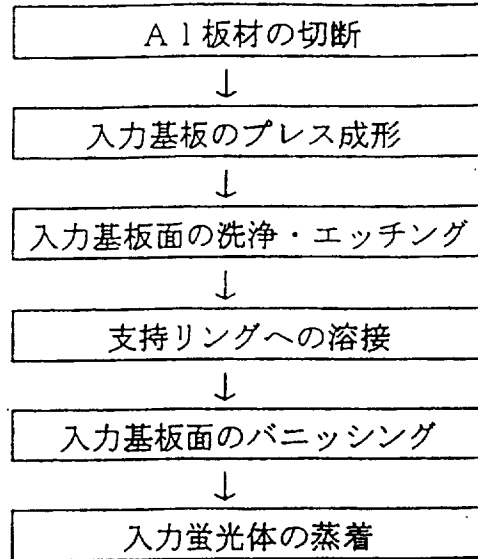


図 2 a

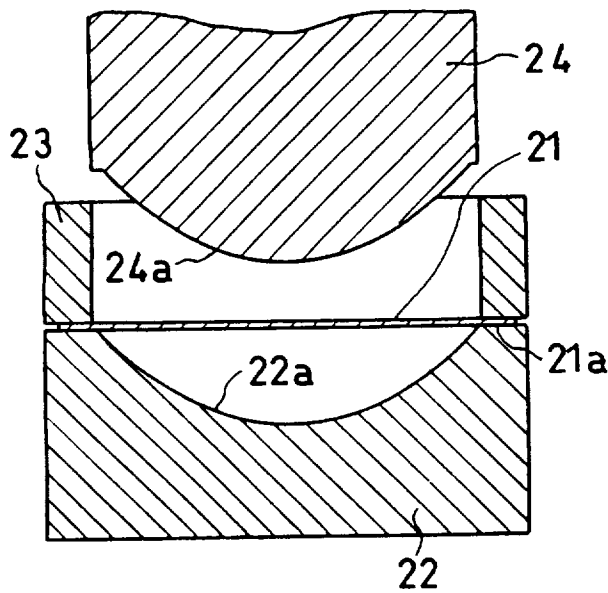
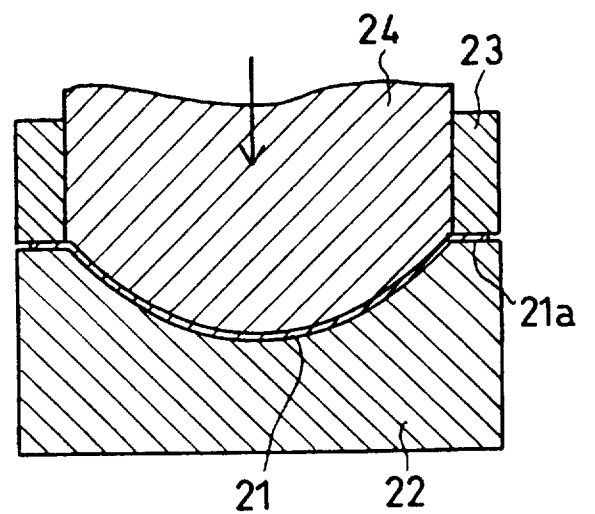
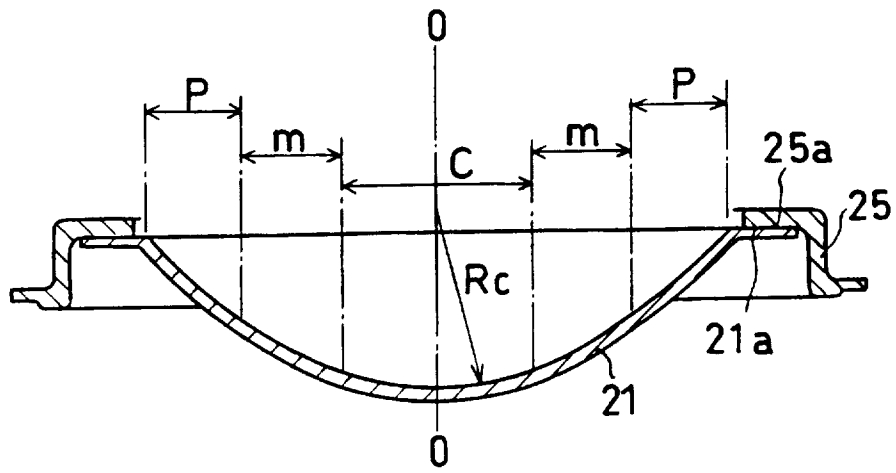


図 2 b



3



4

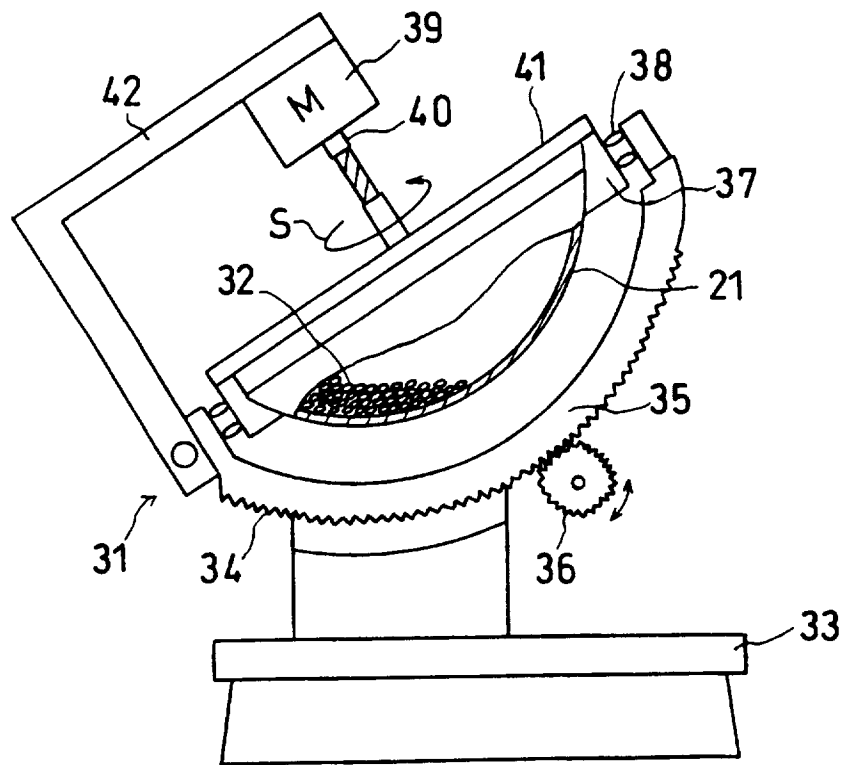


図 5

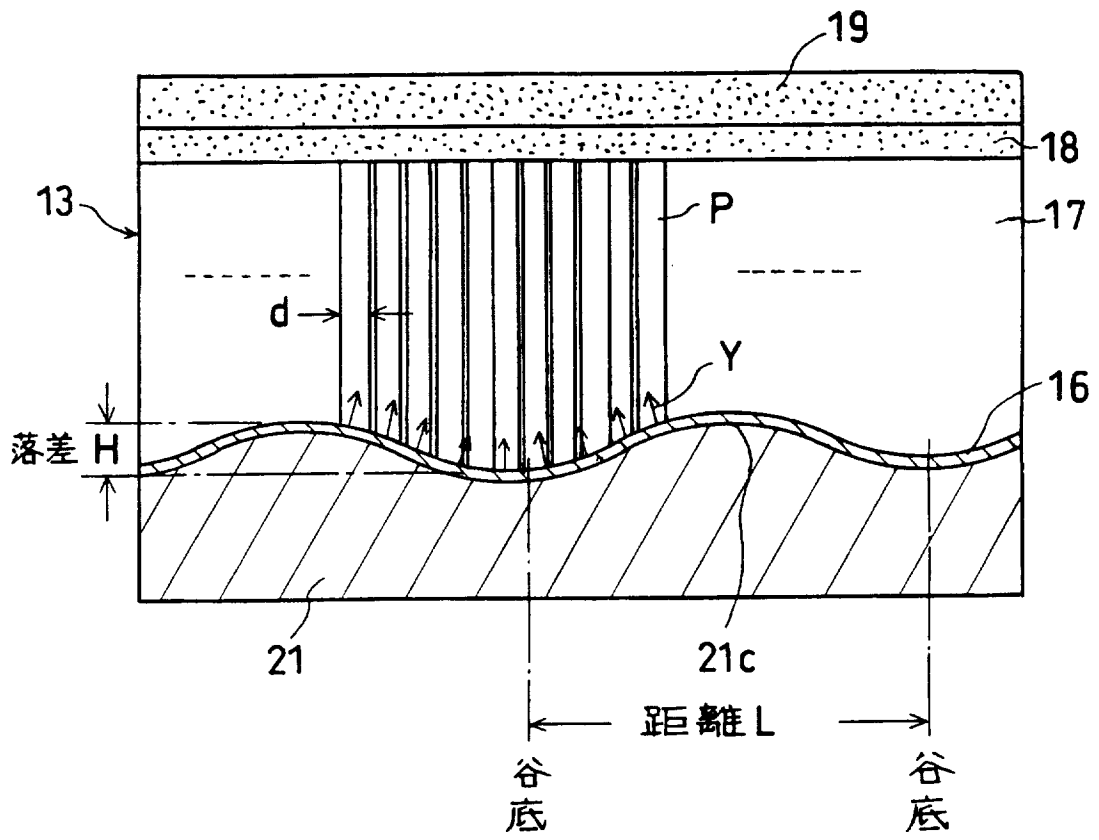


図 6 a

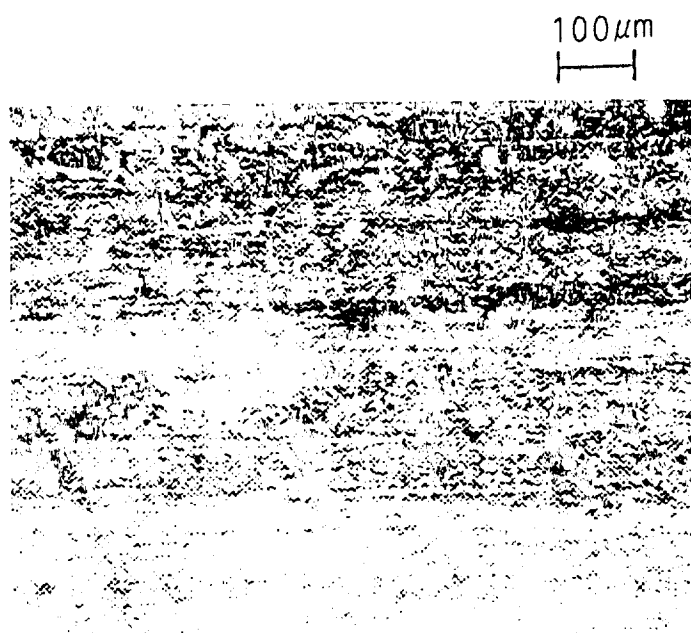


図 6 b

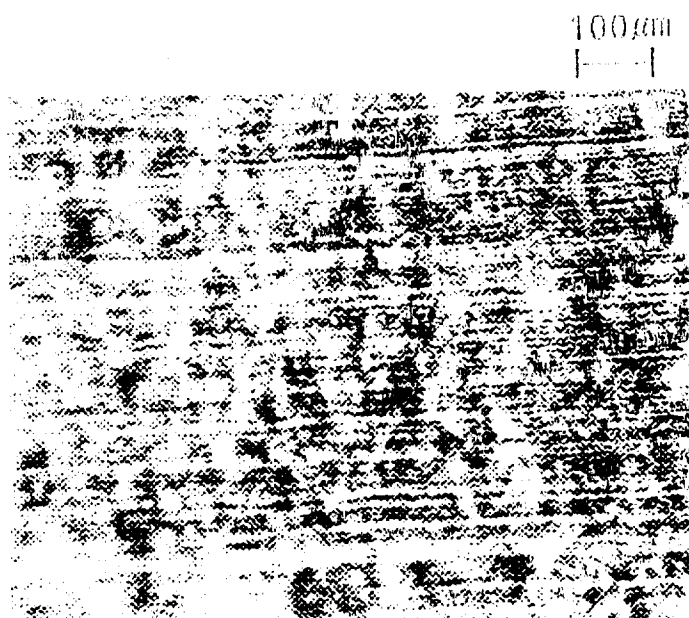


図 7 c

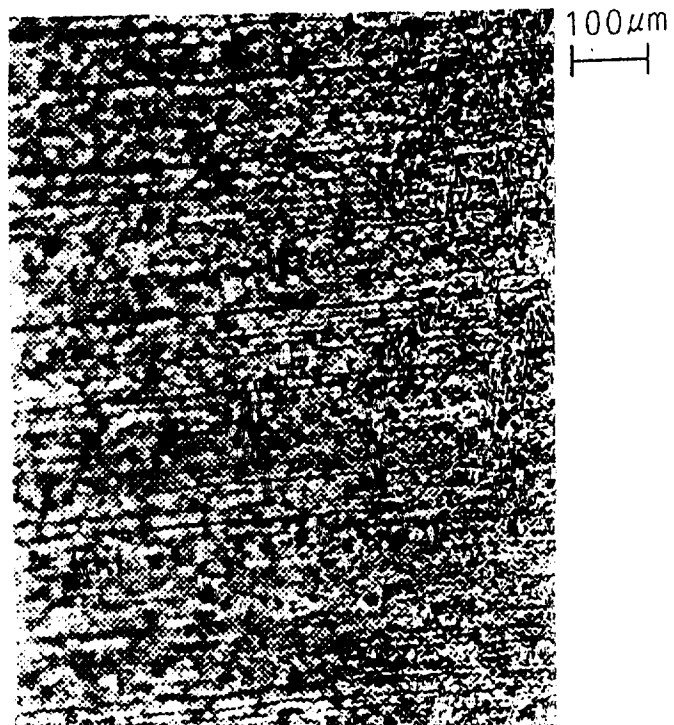


図 7 d

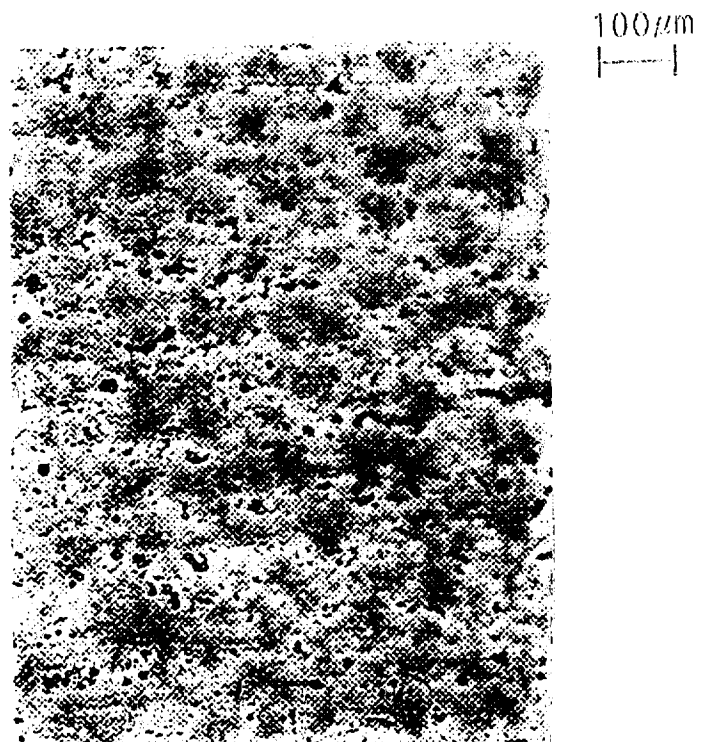


図 8 e

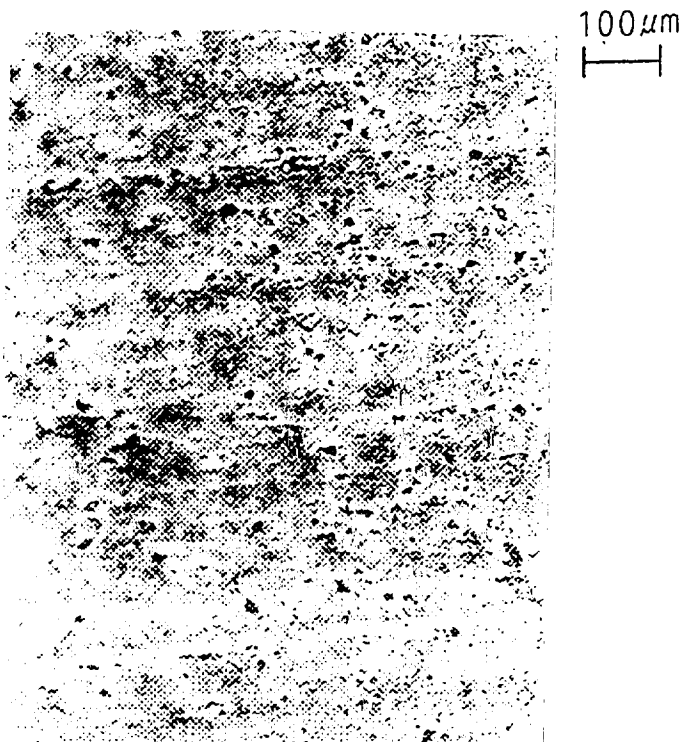


図 8 f

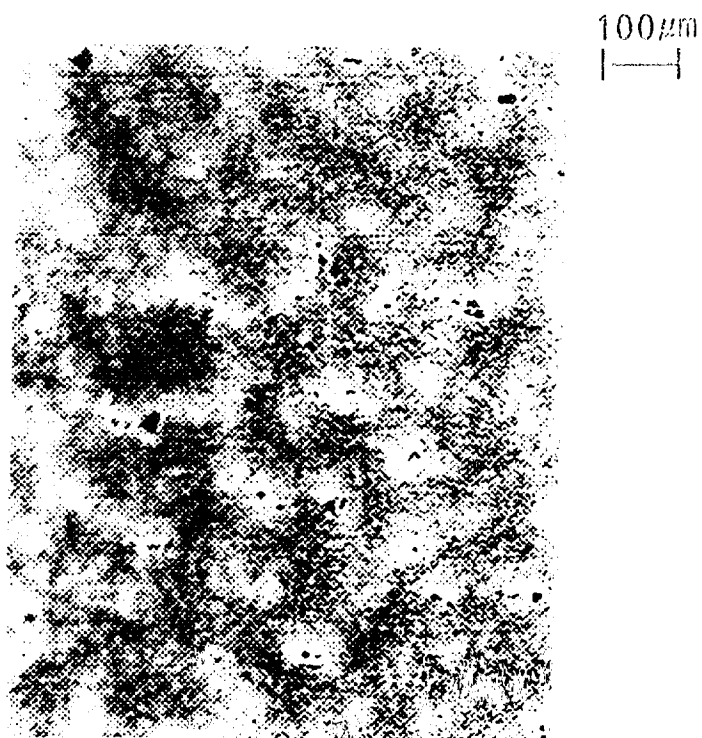
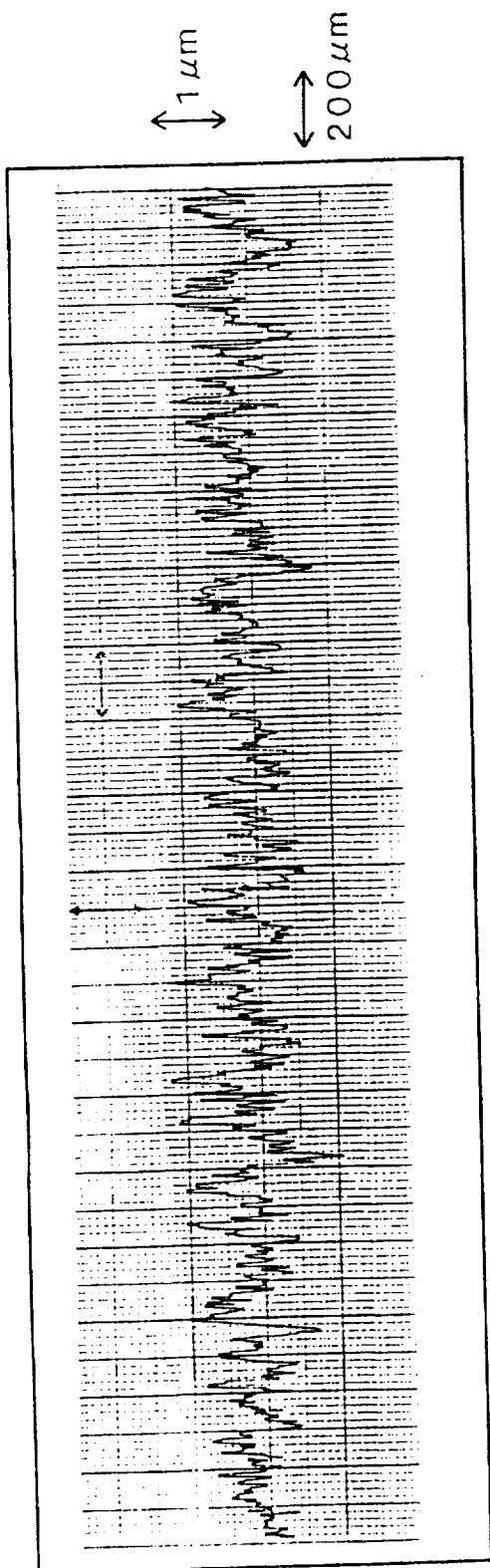
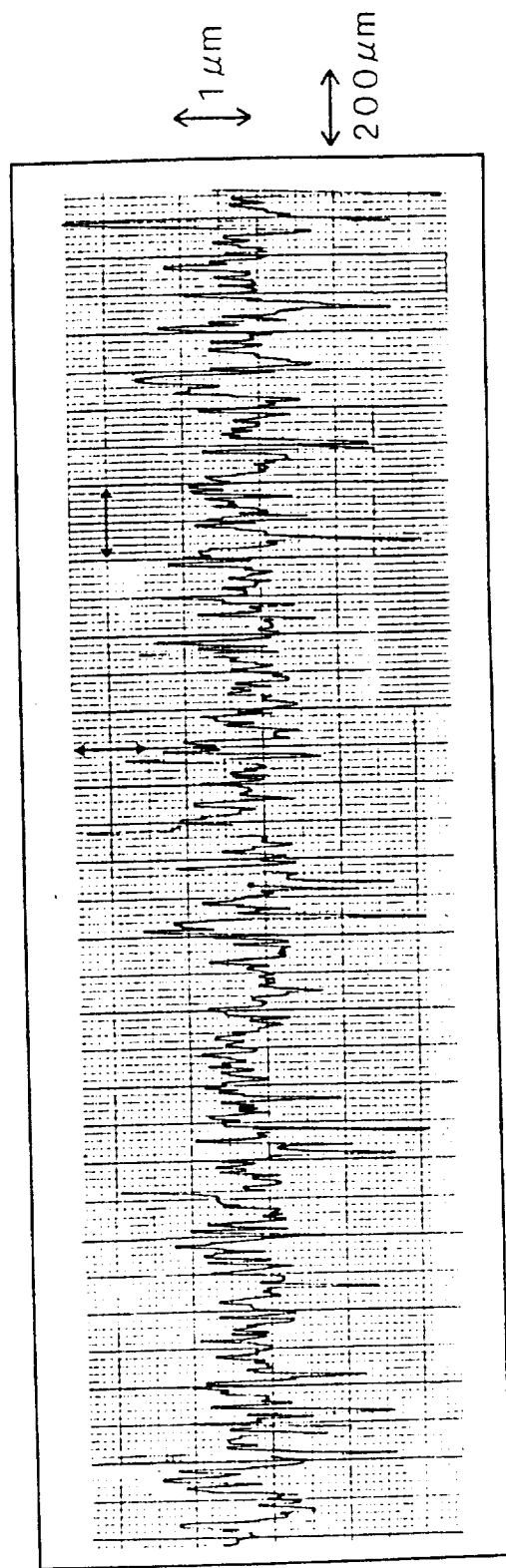


図 9

(9A-a)

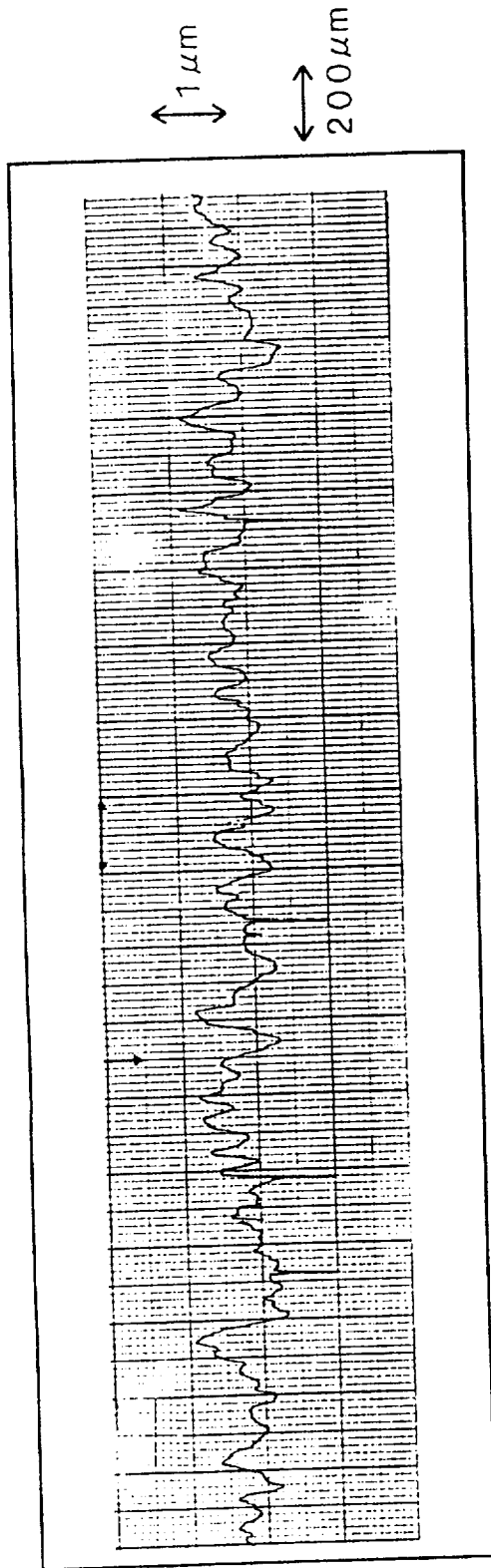


(9A-b)



10

(9A60-c)



(9A-d)

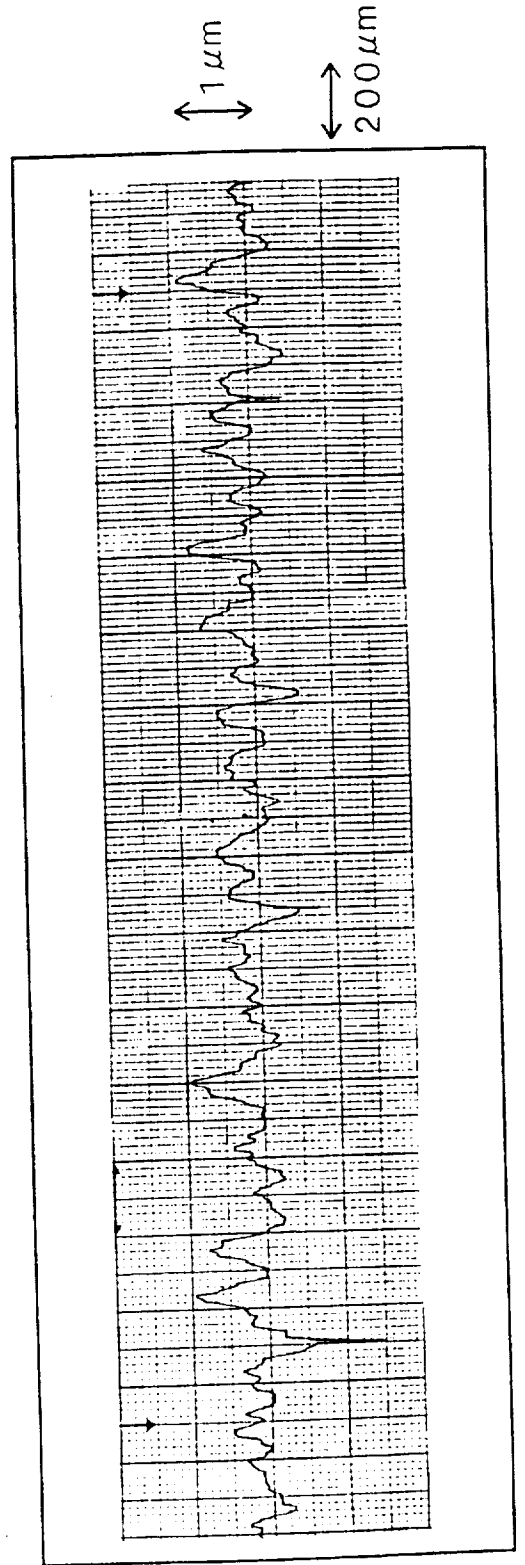
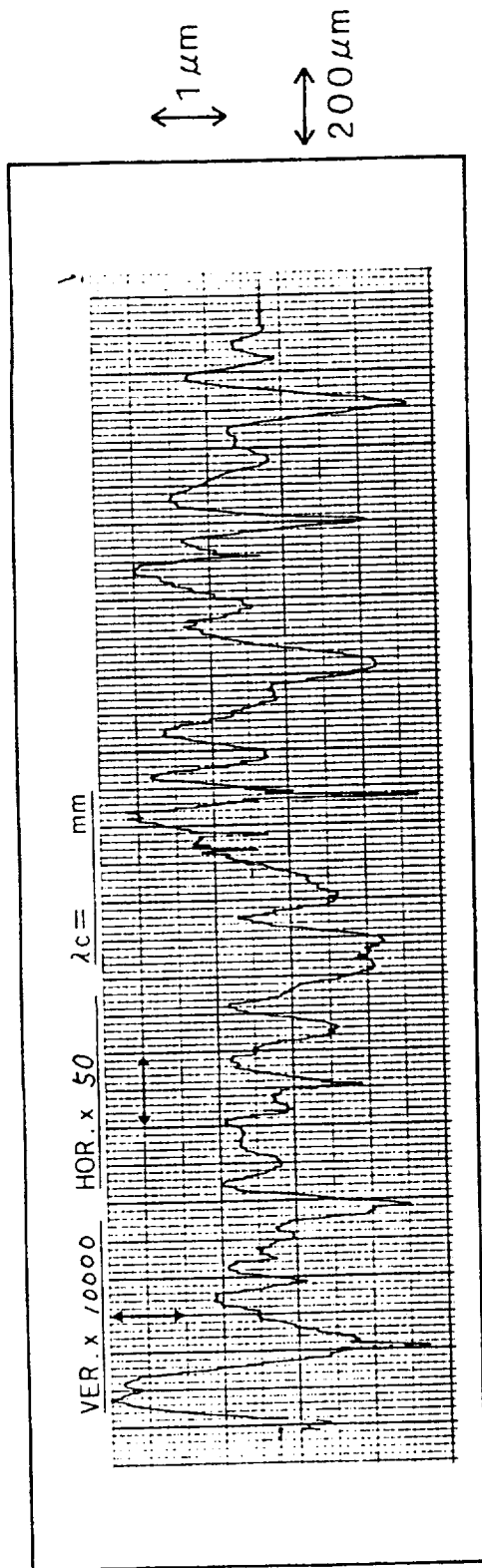
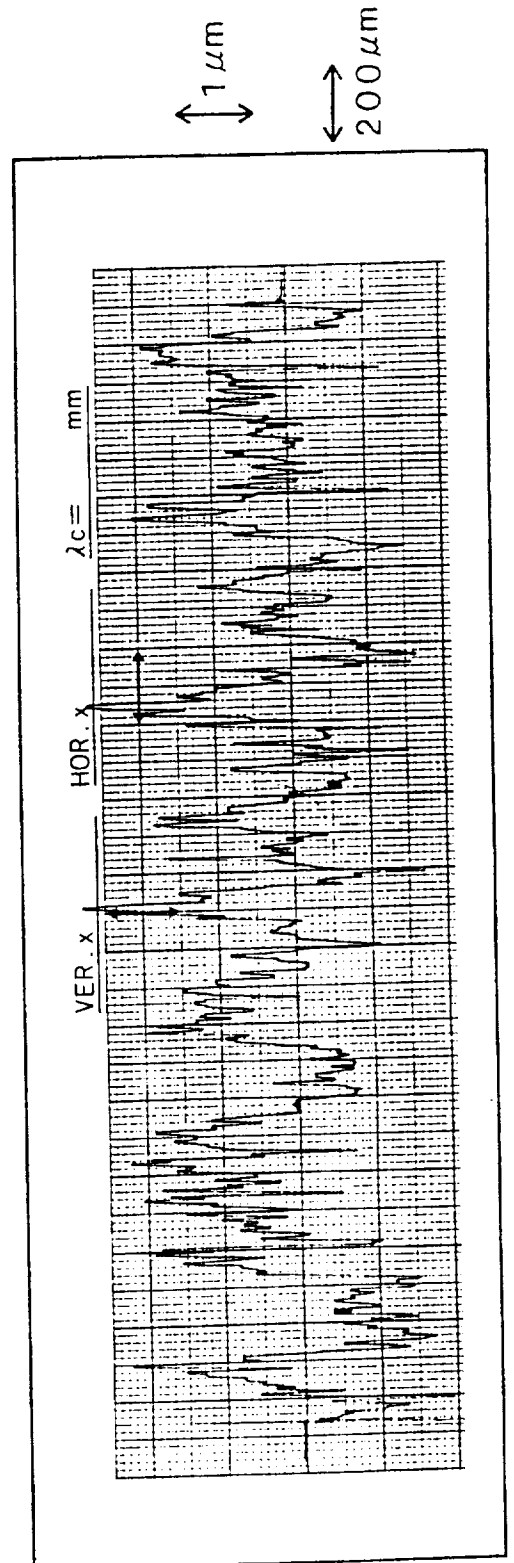


図 1 1

(9B60-c)

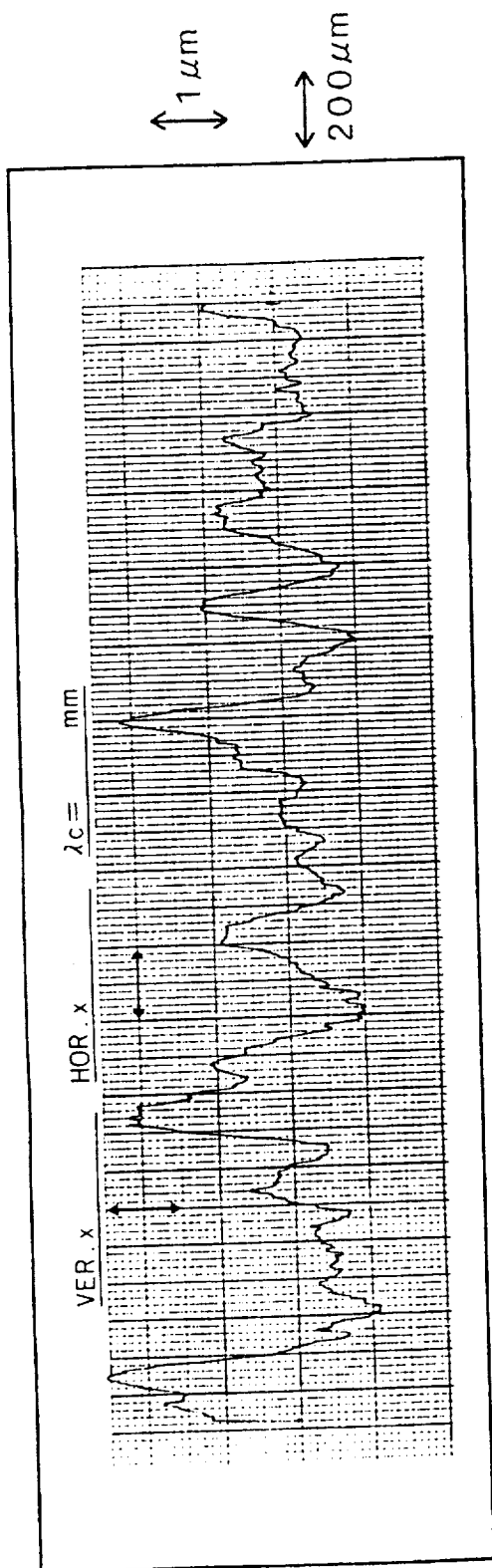


(12A-b)



12

(12A30-cc)



(12A30-cm)

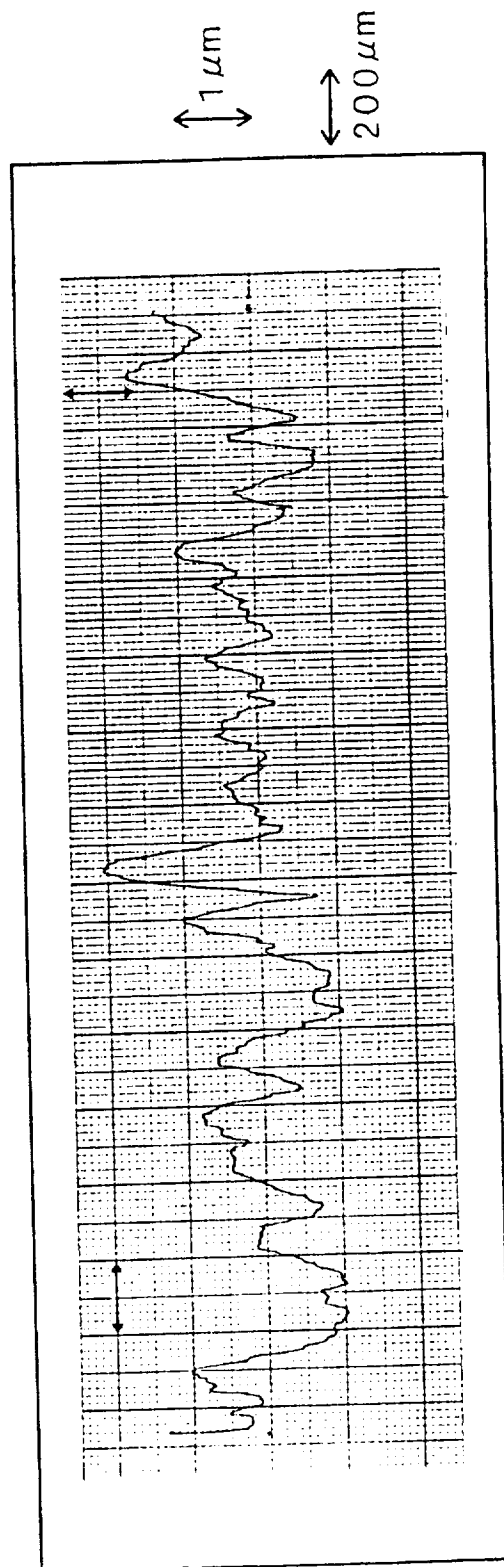
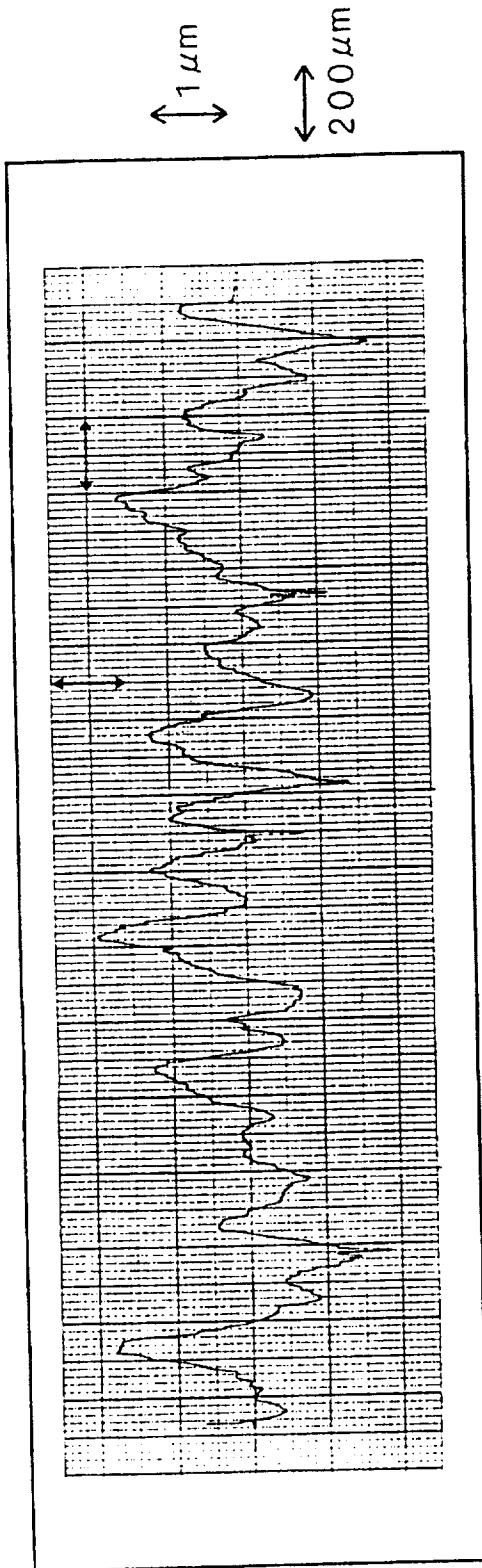


図 13

(12A30-cp)



(12B60-cc)

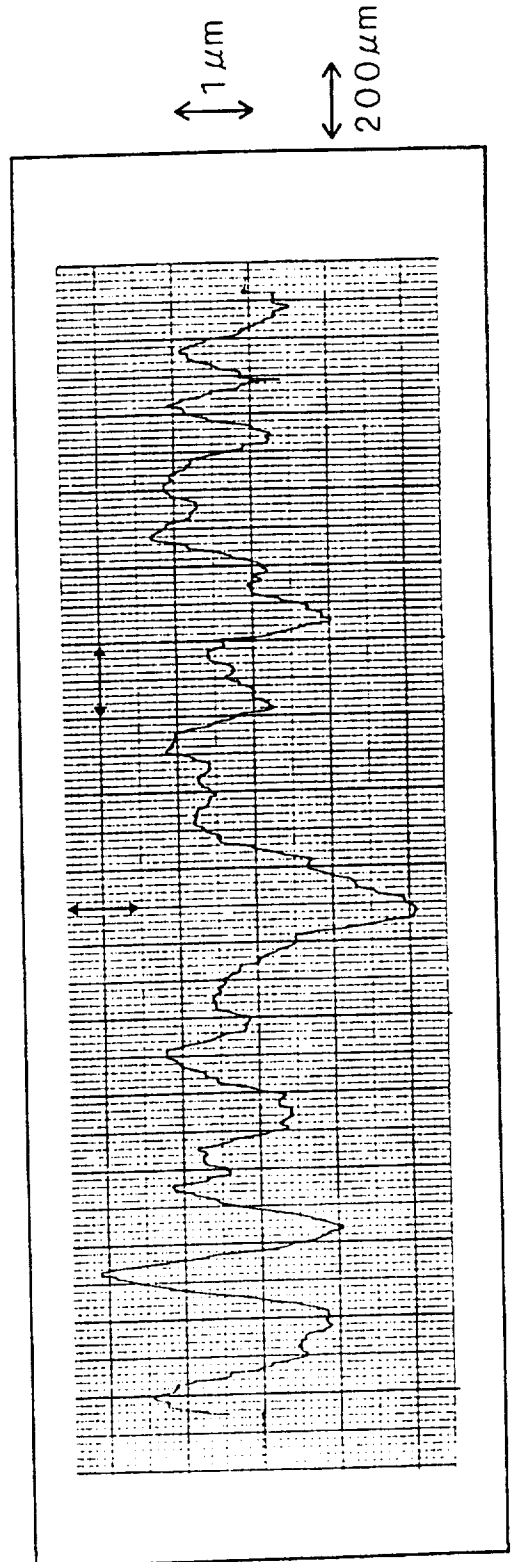
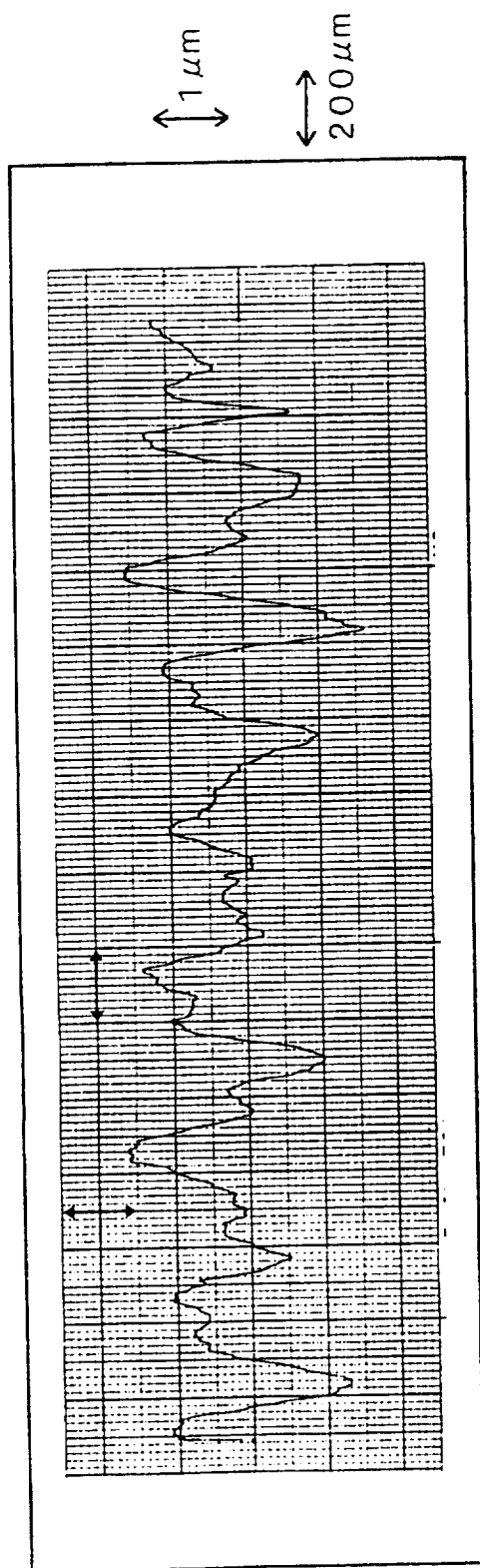


図 1 4

(12B60-cm)



(12B60-cp)

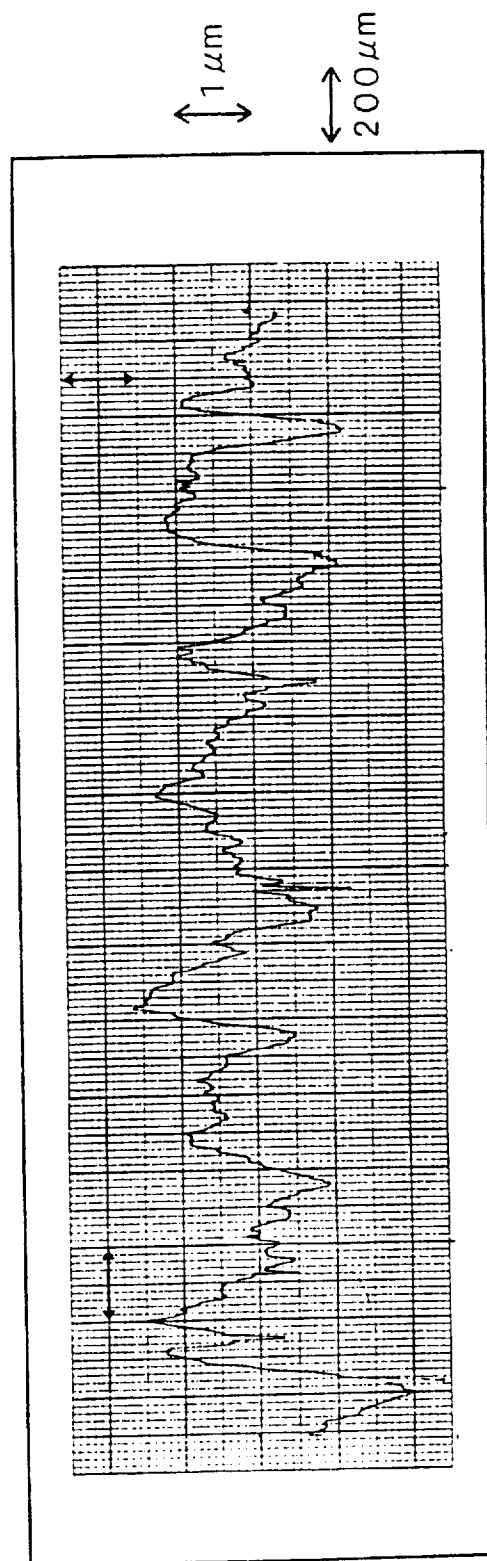
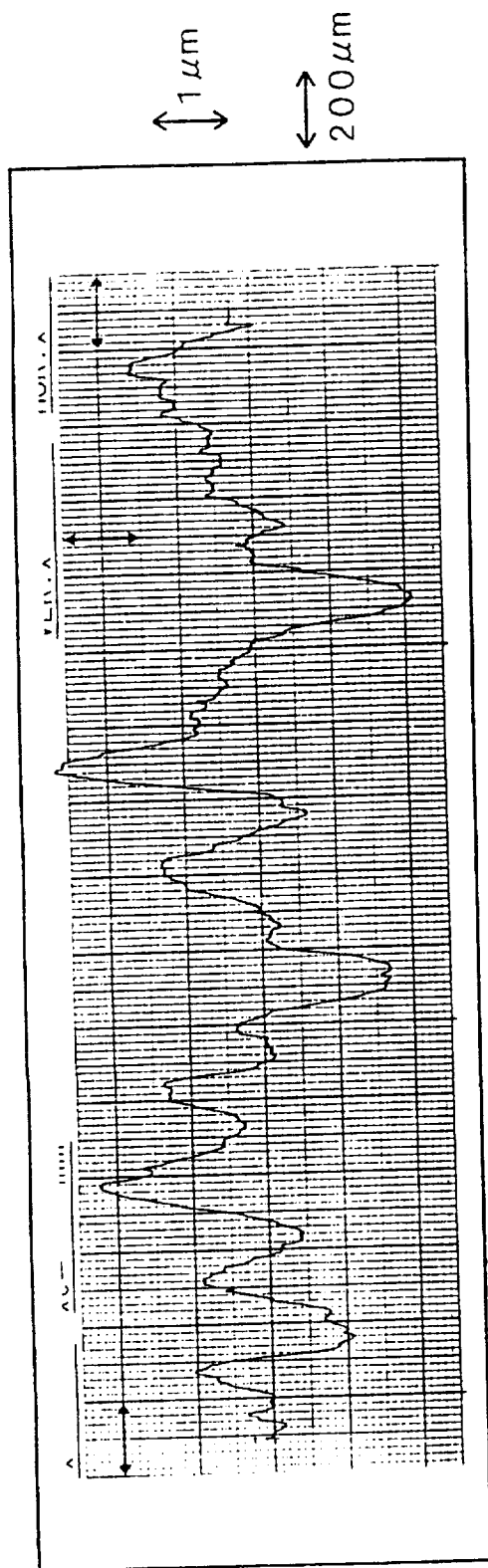


図 15

(16A60-c c)



(16A60-c p)

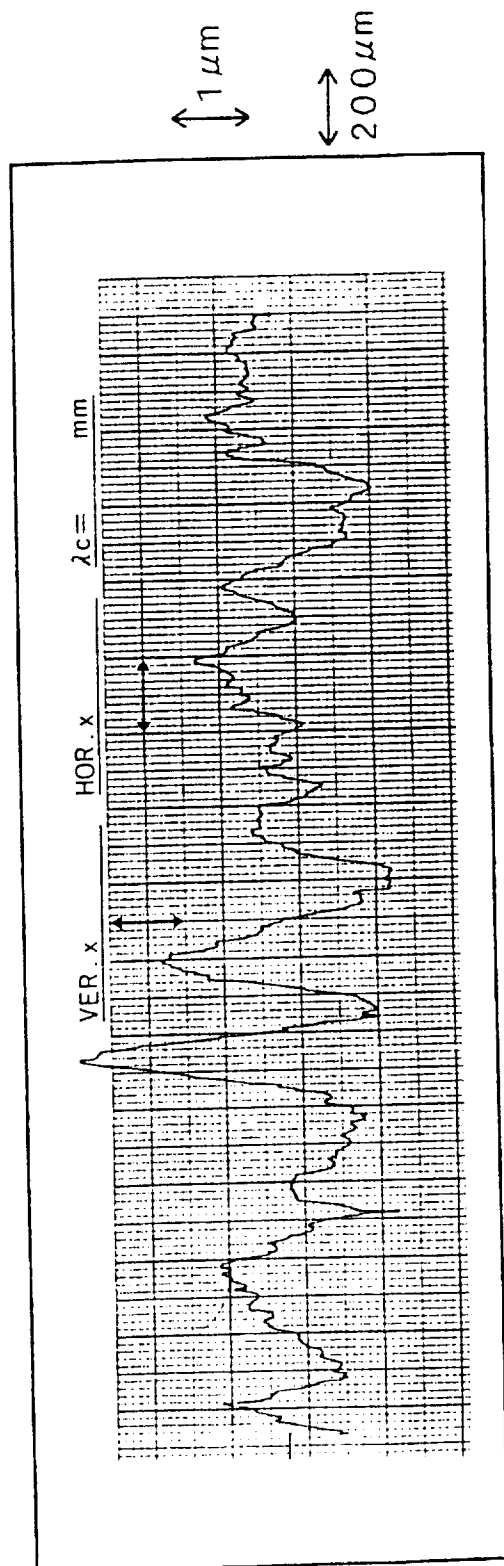


図 1 6

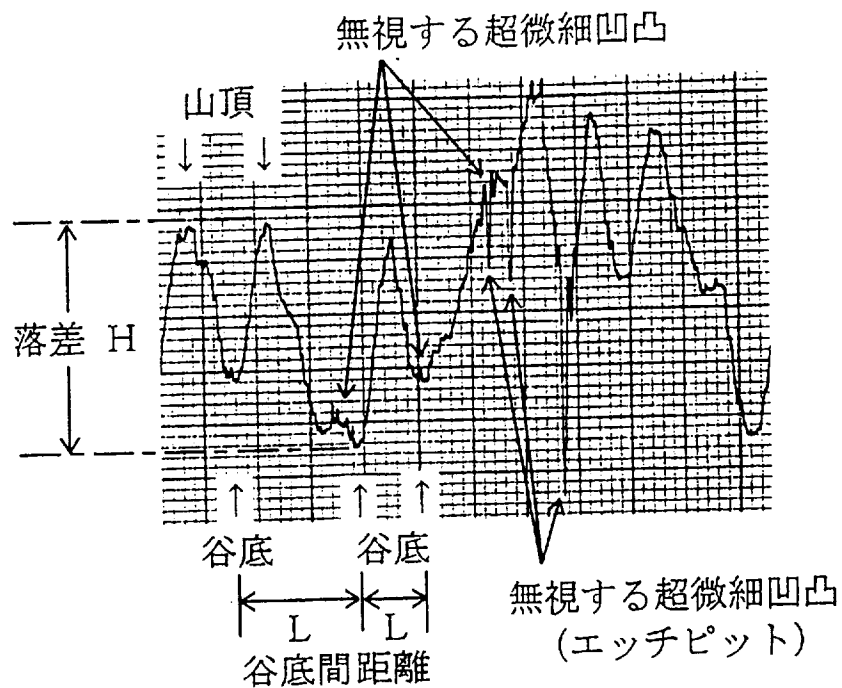
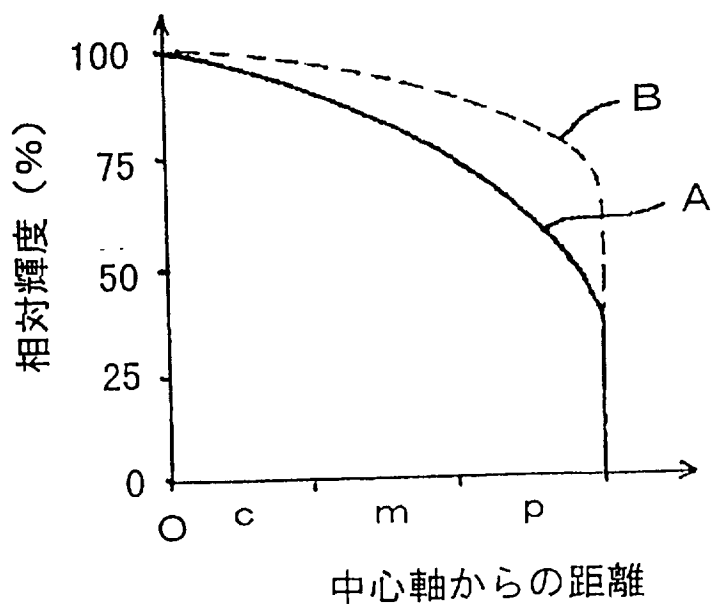
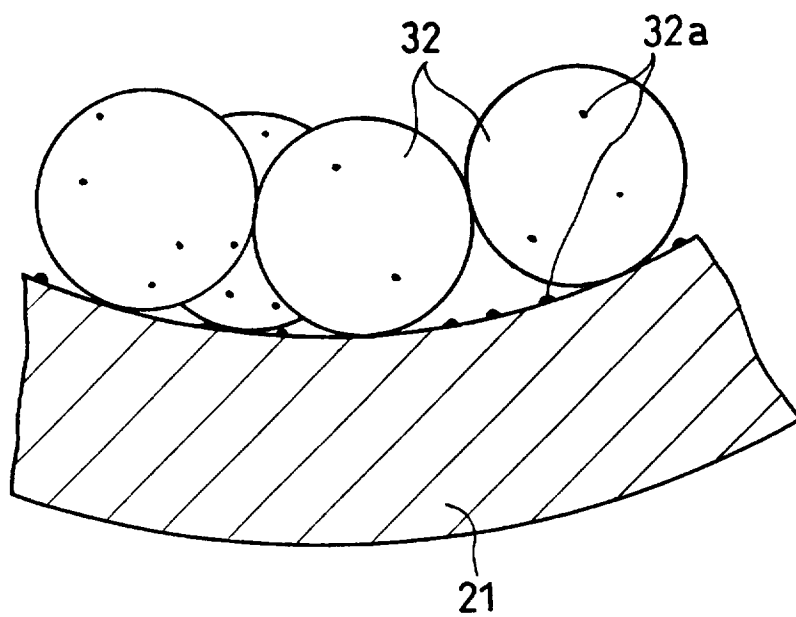


図 1 7



☒ 18



☒ 19

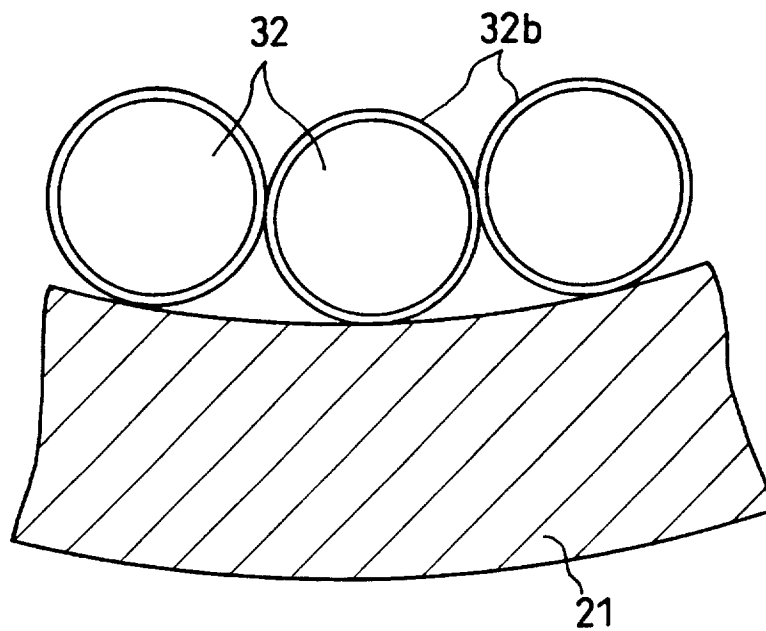


図 20

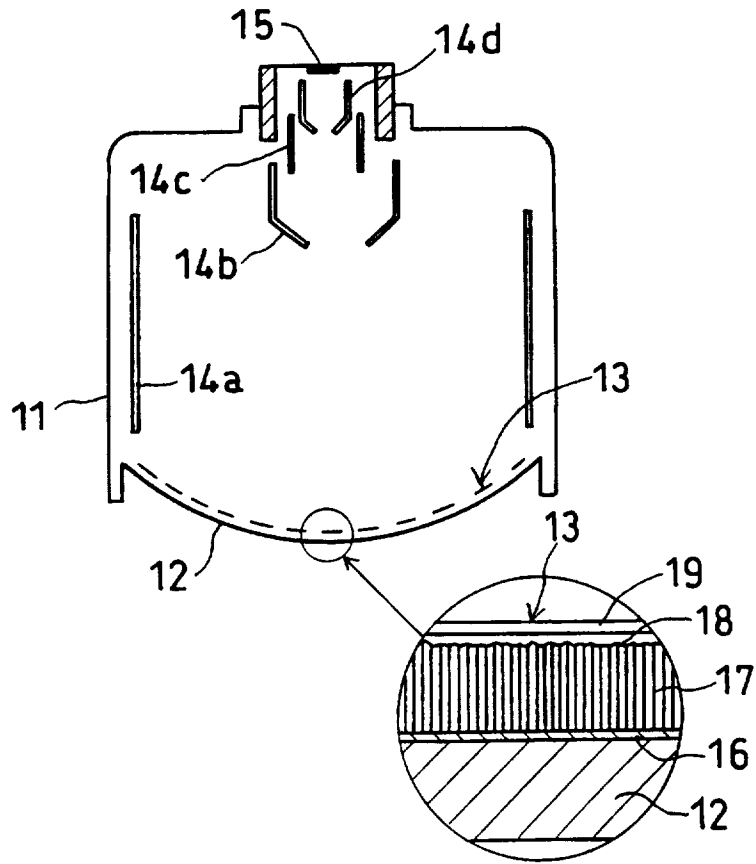
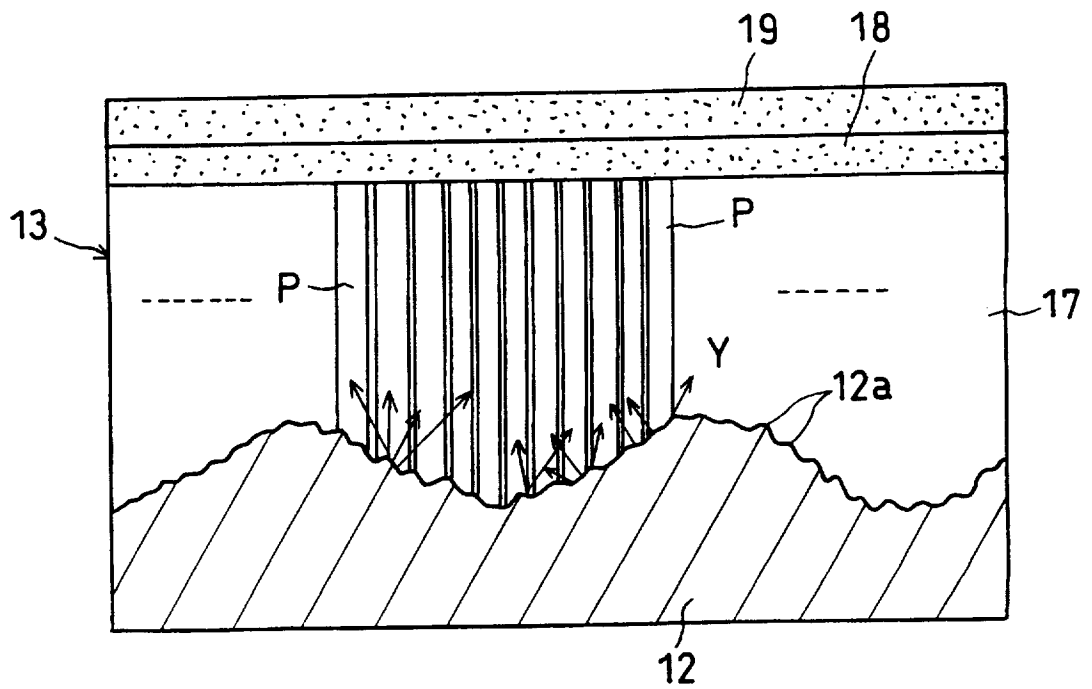


図 21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/03298

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ H01J31/49, H01J31/50

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ H01J31/49, H01J31/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940 - 1996	Jitsuyo Shinan Toroku	
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1997	Koho	1996 - 1997
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1997		

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 50-104857, A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), August 19, 1975 (19. 08. 75), Full text; Figs. 4, 5 (Family: none)	1, 2, 5-7
A	JP, 58-71536, A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), April 28, 1983 (28. 04. 83), Full text; Figs. 1, 2 & FR, A1, 2515423	1 - 15
A	JP, 57-82940, A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), May 24, 1982 (24. 05. 82), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1 - 15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

December 11, 1997 (11. 12. 97)

Date of mailing of the international search report

December 24, 1997 (24. 12. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ H01J31/49, H01J31/50

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ H01J31/49, H01J31/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1940-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-1997年
日本国登録実用新案公報	1994-1997年
日本国実用新案登録公報	1996-1997年

国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 50-104857, A (東京芝浦電気株式会社) 19. 8月. 1975 (19. 18. 75) 全文, 第4-5図 (ファミリーなし)	1, 2, 5-7
A	JP, 58-71536, A (東京芝浦電気株式会社) 28. 4月. 1983 (28. 04. 83) 全文, 第1-2図 &FR, A1, 2515423	1-15
A	JP, 57-82940, A (東京芝浦電気株式会社) 24. 5月. 1982 (24. 05. 82) 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 12. 97

国際調査報告の発送日

24. 12. 97

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中村 直行

2G

9214

電話番号 03-3581-1101 内線3225・6