

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-155343

(P2007-155343A)

(43) 公開日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO 1 N	23/04	(2006.01)	GO 1 N	23/04		2 G 0 0 1		
GO 1 T	1/00	(2006.01)	GO 1 T	1/00	B	2 G 0 8 8		
GO 1 T	1/29	(2006.01)	GO 1 T	1/29	D	5 C 0 3 3		
HO 1 J	37/26	(2006.01)	HO 1 J	37/26				

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2005-346688 (P2005-346688)	(71) 出願人	504151365 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 茨城県つくば市大穂1番地1
(22) 出願日	平成17年11月30日(2005.11.30)	(74) 代理人	100072051 弁理士 杉村 興作
		(74) 代理人	100101096 弁理士 徳永 博
		(74) 代理人	100086645 弁理士 岩佐 義幸
		(74) 代理人	100107227 弁理士 藤谷 史朗
		(74) 代理人	100114292 弁理士 来間 清志

最終頁に続く

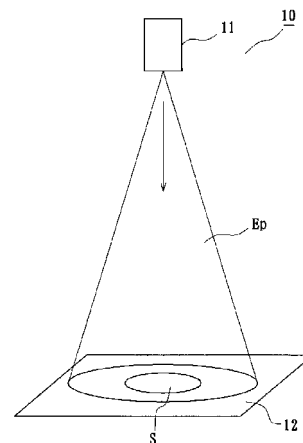
(54) 【発明の名称】陽電子を用いた透過画像取得方法、及び陽電子を用いた透過画像取得装置

(57) 【要約】

【課題】試料の厚さや材料種類などに依存することなく、前記試料の内部欠陥や内部構造を十分な精度で観察することができる新規な方法及び装置を提供する。

【解決手段】所定の陽電子源から陽電子を放出し、所定の試料に対して照射し、前記陽電子の、前記試料を透過して得た像を透過画像として得る。この透過画像は前記試料の内部構造などを反映しているため、この透過画像を分析することにより、前記試料の内部構造などを知ることができるようになる。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の陽電子源から陽電子を放出し、所定の試料に対して照射する工程と、前記陽電子の、前記試料を透過して得た像を透過画像として得る工程と、を具えることを特徴とする、陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 2】

前記陽電子源は、陽電子放出核を具えることを特徴とする、請求項 1 に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 3】

前記陽電子源は、 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{18}F 、 ^{22}Na 、 ^{26}Al 、 ^{30}P 、 ^{44}Sc 、 ^{48}V 、 ^{52}Mn 、 $^{52\text{m}}\text{Mn}$ 、 ^{52}Fe 、 ^{55}Co 、 ^{56}Co 、 ^{58}Co 、 ^{57}Ni 、 ^{61}Cu 、 ^{62}Cu 、 ^{64}Cu 、 ^{62}Zn 、 ^{63}Zn 、 ^{65}Zn 、 ^{66}Ga 、 ^{68}Ga 、 ^{69}Ge 、 ^{72}As 、 ^{74}As 、 ^{77}Br 、 ^{80}Br 、 ^{79}Kr 、 ^{81}Rb 、 ^{82}Rb 、 ^{84}Rb 、 ^{83}Sr 、 ^{87}Y 、 ^{89}Zr 、 ^{90}Nb 、 ^{99}Rh 、 ^{112}In 、 ^{102}Rh 、 ^{119}Te 、 ^{121}I 、 ^{124}I 、 ^{130}Cs 、 ^{145}Eu 、 ^{146}Eu 及び ^{190}Au なる群より選ばれる少なくとも一つを含む陽電子放出核を具えることを特徴とする、請求項 2 に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 4】

前記陽電子源は、 ^{22}Na 、 ^{58}Co 、 ^{64}Cu 及び ^{18}F なる群より選ばれる少なくとも一つを含む陽電子放出核を具えることを特徴とする、請求項 3 に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 5】

前記陽電子源は $100\mu\text{Ci}$ 以下の放射能特性を有することを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 6】

前記陽電子の速度が $0.01\text{keV} \sim 4\text{MeV}$ であることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 7】

前記陽電子の照射時間が 1000 時間以内であることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか一に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 8】

前記透過画像は、所定のイメージング手段を介して得ることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 のいずれか一に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 9】

前記イメージング手段は、写真乾板、写真フィルム、イメージングプレート、蛍光板、チャンネルプレート、多線比例計測装置及びCCDセンサーからなる群より選ばれる少なくとも一種であることを特徴とする、請求項 8 に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 10】

前記陽電子源及び前記イメージング手段を含む全体の測定系を外側から遮蔽する工程を具えることを特徴とする、請求項 1 ~ 9 のいずれか一に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 11】

前記遮蔽は放射線遮蔽手段を用いて行うことを特徴とする、請求項 10 に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 12】

前記放射線遮蔽手段は、放射線遮蔽部材であることを特徴とする、請求項 11 に記載の陽電子を用いた透過画像取得方法。

【請求項 13】

陽電子を放出し、所定の試料に対して照射するための陽電子線源と、

10

20

30

40

50

前記陽電子の、前記試料を透過して得た像を取得するための透過画像取得手段と、
を具えることを特徴とする、陽電子を用いた透過画像取得装置。

【請求項 14】

前記陽電子源は、陽電子放出核を具えることを特徴とする、請求項 13 に記載の陽電子
を用いた透過画像取得装置。

【請求項 15】

前記陽電子源は、¹¹C、¹³N、¹⁵O、¹⁸F、²²Na、²⁶Al、³⁰P、⁴⁴Sc、⁴⁸V、⁵²Mn、^{52m}Mn、⁵²Fe、⁵⁵Co、⁵⁶Co、⁵⁸Co、⁵⁷Ni、⁶¹Cu、⁶²Cu、⁶⁴Cu、⁶²Zn、⁶³Zn、⁶⁵Zn、⁶⁶Ga、⁶⁸Ga、⁶⁹Ge、⁷²As、⁷⁴As、⁷⁷Br、⁸⁰Br、⁷⁹Kr、⁸¹Rb、⁸²Rb、⁸⁴Rb、⁸³Sr、⁸⁷Y、⁸⁹Zr、⁹⁰Nb、⁹⁹Rh、¹¹²In、¹⁰²Rh、¹¹⁹Te、¹²¹I、¹²⁴I、¹³⁰Cs、¹⁴⁵Eu、¹⁴⁶Eu 及び ¹⁹⁰Au
なる群より選ばれる少なくとも一つを含む陽電子放出核を具えることを特徴とする、請求
項 14 に記載の陽電子を用いた透過画像取得装置。

【請求項 16】

前記陽電子源は、²²Na、⁵⁸Co、⁶⁴Cu 及び ¹⁸F なる群より選ばれる少なく
とも一つを含む陽電子放出核を具えることを特徴とする、請求項 15 に記載の陽電子を用
いた透過画像取得装置。

【請求項 17】

前記陽電子源は 100 μCi 以下の放射能特性を有することを特徴とする、請求項 13
~ 16 のいずれか一に記載の陽電子を用いた透過画像取得装置。

【請求項 18】

前記陽電子線源において、前記陽電子の速度を 0.01 keV ~ 4 MeV としたことを
特徴とする、請求項 13 ~ 17 のいずれか一に記載の陽電子を用いた透過画像取得装置。

【請求項 19】

前記陽電子線源において、前記陽電子の照射時間を 1000 時間以内としたことを特徴
とする、請求項 13 ~ 18 のいずれか一に記載の陽電子を用いた透過画像取得装置。

【請求項 20】

前記透過画像取得手段は、所定のイメージング手段を含むことを特徴とする、請求項 1
3 ~ 19 のいずれか一に記載の陽電子を用いた透過画像取得装置。

【請求項 21】

前記イメージング手段は、写真乾板、写真フィルム、イメージングプレート、蛍光板、
チャンネルプレート、多線比例計測装置及び CCD センサーからなる群より選ばれる少なく
とも一種であることを特徴とする、請求項 20 に記載の陽電子を用いた透過画像取得装
置。

【請求項 22】

前記陽電子源及び前記イメージング手段を含む全体の測定系を外部から遮蔽するための
遮蔽手段を具えることを特徴とする、請求項 13 ~ 21 のいずれか一に記載の陽電子を用
いた透過画像取得装置。

【請求項 23】

前記遮蔽手段は放射線遮蔽手段であることを特徴とする、請求項 22 に記載の陽電子を
用いた透過画像取得装置。

【請求項 24】

前記放射線遮蔽手段は、放射線遮蔽部材であることを特徴とする、請求項 23 に記載の
陽電子を用いた透過画像取得装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、陽電子を用いた透過画像取得方法、及び陽電子を用いた透過画像取得装置に
関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

近年、試料の構造を解析するに際しては、光学的な方法、電子線を用いる方法、及びX線を用いる方法などの種々の方法がある。

【0003】

光学的な方法の代表的なものとしては、光学顕微鏡を挙げることができ、このような光学顕微鏡を用いることにより、金属組織や種々の材料の表面微細形状を簡易に観察することができる。電子線を用いる方法としては、例えば、走査型電子顕微鏡（SEM）や透過型電子顕微鏡（TEM）などがあり、さらに低速電子線回折（LEED）や数十keV程度の高速電子線回折（RHEED）などの方法がある。X線を用いる方法としては、代表的なX線回折（XRD）の他に、人体に照射して病気や骨折などの諸症状を観察する方法などを挙げる事ができる。

10

【0004】

このような方法の中で、特に試料の内部構造を詳細に観察することができるものとしては、透過型電子顕微鏡や低速電子線回折（LEED）、高速電子線回折（RHEED）を例示することができるが、これらの方法を用いた場合に、前記試料の内部構造を反映した透過画像を得るに際しては、前記試料を電子線が透過できる程度に十分に薄くする必要がある。したがって、前記試料を薄くするに際しては高度な技術が必要となり、前記試料の内部構造観察に伴う操作が煩雑化する。

【0005】

また、X線回折においても試料の内部構造を詳細に観察することができるが、この場合においては、前記試料の厚さが薄くなると回折強度が弱くなり、前記試料の内部構造を十分な精度で観察することができない。

20

【0006】

さらに、上述した電子線を用いる方法やX線を用いる方法では、これら電子線などの試料中の内部欠陥や内部構造を十分な精度で観察し、調べることができない。また、前記試料の構造を観察するに際し、実際の操作を超高真空状態などで行わなければならない、試料の構造観察に伴う操作が煩雑化する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

本発明は、試料の厚さや材料種類などに依存することなく、前記試料の内部欠陥や内部構造を十分な精度で観察することができる新規な方法及び装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成すべく、本発明は、
所定の陽電子源から陽電子を放出し、所定の試料に対して照射する工程と、
前記陽電子の、前記試料を透過して得た像を透過画像として得る工程と、
を具えることを特徴とする、陽電子を用いた透過画像取得方法に関する。

40

【0009】

また、本発明は、
陽電子を放出し、所定の試料に対して照射するための陽電子線源と、
前記陽電子の、前記試料を透過して得た像を取得するための透過画像取得手段と、
を具えることを特徴とする、陽電子を用いた透過画像取得装置に関する。

【0010】

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意検討を実施した。その結果、陽電子（線）は、電子線やX線などに比較して、試料を構成する材料の種類によらず、より深くまで浸透するとともに、前記試料の内部欠陥や異相、さらには基本となる内部構造に対してより捕獲されやすいという特徴を有していることを見出した。また、陽電子を用いて試料の内部

50

構造を観察するに際しては、超高真空状態などで行う必要がなく、大気中などの前記陽電子の進行を妨げるような特段の障害がない限りにおいては、前記試料中に十分に浸透することを見出した。

【0011】

したがって、前記電子線や前記X線に代えて陽電子を用い、この陽電子を前記試料に対して照射して得た透過画像を得ることにより、前記透過画像は、前記試料中の内部欠陥や異相、さらには内部構造自体の情報を十分に含んでいるので、前記透過画像を観察することにより、前記試料の内部構造や欠陥などを十分かつ簡易に観察することができるようになる。また、前記陽電子は十分な浸透力を有するので、前記試料の厚さや材料の種類などに依存することなく、十分な深さまで浸透して上記透過画像を得ることができる。

10

【0012】

本発明の好ましい態様においては、前記試料の前記透過画像は所定のイメージング手段を用いて得る。この場合、前記透過画像は前記イメージング手段上に投影されたりすることによって得ることができるようになるので、前記透過画像を簡易に観察することができる。前記試料中の内部欠陥や異相、内部構造などを前記イメージング手段を用いて簡易に観察することができるようになる。

【0013】

また、本発明の他の好ましい態様においては、前記陽電子源及び前記イメージング手段を含む全体の測定系を外部から遮蔽する。これによって、前記陽電子源からの陽電子の、前記試料への照射及び前記試料から得る透過画像の外部攪乱を効果的に抑制することができるようになる。

20

【0014】

なお、前記遮蔽手段としては、放射線遮蔽手段を用いることが好ましい。前記陽電子源はある程度の放射能を有するので、このような放射線遮蔽手段を用いることにより、放射線の外部への漏洩を効果的に抑制することができるようになり、使用上の安全性も確保できるようになる。

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように、本発明によれば、試料の厚さや材料種類などに依存することなく、前記試料の内部欠陥や内部構造を十分な精度で観察することができる新規な方法及び装置を提供することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明のその他の特徴及び利点について、発明を実施するための最良の形態に基づいて説明する。

【0017】

本発明においては、最初に陽電子を放出するための陽電子源を準備する。この陽電子源としては目的とする陽電子を放出することができるものであれば特に限定されるものではないが、陽電子密封線源とした陽電子エミッターなどを用いることができる。この陽電子エミッターは陽電子放出核を具えることができ、具体的には、 ^{11}C 、 ^{13}N 、 ^{15}O 、 ^{18}F 、 ^{22}Na 、 ^{26}Al 、 ^{30}P 、 ^{44}Sc 、 ^{48}V 、 ^{52}Mn 、 $^{52\text{m}}\text{Mn}$ 、 ^{52}Fe 、 ^{55}Co 、 ^{56}Co 、 ^{58}Co 、 ^{57}Ni 、 ^{61}Cu 、 ^{62}Cu 、 ^{64}Cu 、 ^{62}Zn 、 ^{63}Zn 、 ^{65}Zn 、 ^{66}Ga 、 ^{68}Ga 、 ^{69}Ge 、 ^{72}As 、 ^{74}As 、 ^{77}Br 、 ^{80}Br 、 ^{79}Kr 、 ^{81}Rb 、 ^{82}Rb 、 ^{84}Rb 、 ^{83}Sr 、 ^{87}Y 、 ^{89}Zr 、 ^{90}Nb 、 ^{99}Rh 、 ^{112}In 、 ^{102}Rh 、 ^{119}Te 、 ^{121}I 、 ^{124}I 、 ^{130}Cs 、 ^{145}Eu 、 ^{146}Eu 及び ^{190}Au なる群より選ばれる少なくとも一つを含む陽電子放出核を具えることができ、好ましくは ^{22}Na 、 ^{58}Co 、 ^{64}Cu 及び ^{18}F なる群より選ばれる少なくとも一つを含む陽電子放出核を具えることができる。

40

【0018】

なお、上記陽電子エミッター（陽電子密封線源）は、 $100\ \mu\text{Ci}$ 以下の放射能特性を

50

有することが好ましい。このような陽電子エミッターは、現状の法制下では放射性同位元素を含有するものとして扱われることがないので、保存などの取り扱いを容易にすることができる。

【0019】

また、上述した陽電子エミッターなどの陽電子源から発することのできる陽電子の速度は、0.01 keV ~ 4 MeVであることが好ましい。これによって、より鮮明な透過画像を得ることができ、この鮮明な透過画像の観察を通じて前記試料の内部構造などをより正確かつ十分に観察することができる。

【0020】

さらに、上記陽電子源から発せられる陽電子の、前記試料に対する照射時間は1000時間以内とすることが好ましい。この場合において、陽電子源及び以下に示すイメージング手段との簡単な構成のみで、上述した透過画像をより鮮明な状態で得ることができ、この鮮明な透過画像の観察を通じて前記試料の内部構造などをより正確かつ十分に観察することができる。但し、この照射時間は、その後の装置の改良などを通じて十分に短縮化できる可能性がある。例えば、0.1秒あるいは0.01秒程度とすることができ。

10

【0021】

また、上記陽電子源と上記試料との間の距離などについては、前記試料の種類や大きさ、さらには前記陽電子源の種類や陽電子速度などに応じて適宜に設定する。通常は、数ミリから数十センチ程度である。但し、その後の装置の改良などを通じて前記距離はより短縮化できる可能性もあり、より長くできる可能性もある。

20

【0022】

上記透過画像を得るに際しては所定のイメージング手段を用いることが好ましい。この場合、前記透過画像は前記イメージング手段上に投影されたりすることによって得ることができるようになるので、前記透過画像を簡易に観察することができ、前記試料中の内部欠陥や異相、内部構造などを前記イメージング手段を用いて簡易に観察することができるようになる。なお、このようなイメージング手段は、上述したような透過画像を取得するためのものであるため、通常は前記透過画像を得るべき試料の下方に配置する。

【0023】

上記イメージング手段としては、写真乾板、写真フィルム、イメージングプレート、蛍光板、チャンネルプレート、多線比例計測装置及びCCDセンサーからなる群より選ばれる少なくとも一種を用いることができるが、これらの具体的手段に限定されるものではない。

30

【0024】

また、前記陽電子源及び前記イメージング手段を含む全体の測定系を外部から遮蔽するようにすることが好ましい。これによって、前記陽電子源からの陽電子の、前記試料への照射及び前記試料から得る透過画像の外部攪乱を効果的に抑制することができるようになる。

【0025】

なお、前記遮蔽手段としては、放射線遮蔽手段を用いることが好ましい。前記陽電子源は、上述したようにある程度の放射能を有するので、このような放射線遮蔽手段を用いることにより、放射線の外部への漏洩を効果的に抑制することができるようになり、使用上の安全性も確保することができる。このような放射線遮蔽手段としては、所定の放射線遮蔽部材を用いることができる。具体的には鉛ブロックなどを用いて放射線遮蔽隔壁などを形成し、これによって放射線を遮蔽するようにすることができる。

40

【実施例】

【0026】

(実施例1)

図1は、本発明の陽電子を用いた透過画像取得装置の一例を概略的に示す構成図である。図1に示す透過画像取得装置10は、陽電子密封線源として構成された陽電子エミッター11と、その下方に設けられたイメージング手段としてのイメージングプレート12と

50

を具えている。透過画像を観察すべき試料 S は、イメージングプレート 1 2 上に配置されている。そして、陽電子エミッター 1 1 から所定の陽電子 E p が放出されると、この陽電子 E p は試料 S に対して照射され、試料 S を透過した陽電子 E p は試料 S の内部構造などを反映した透過画像をイメージングプレート 1 2 上に投影する。したがって、この透過画像を観察することにより、試料 S の内部構造などを観察することができる。

【0027】

なお、図 1 では特に明示していないが、陽電子エミッター 1 1 及びイメージングプレート 1 2 を含む測定系は、鉛ブロックで厚さ 5 cm とした隔壁で覆っており、外部遮蔽を行うとともに、陽電子エミッター 1 1 からの放射能が外部に漏洩しないようにしている。また、前記測定系は大気中で保持するようにしている。

10

【0028】

本実施例では、陽電子源として ^{22}Na (約 100 μCi) の陽電子エミッターを用い、試料 S としてベーコン、木の葉、及びさくらえびを用いた。なお、前記陽電子エミッターと前記ベーコンとの距離は 20 cm とし、照射時間 (露光時間) は 10 時間とした。

【0029】

このようにして得た透過画像を図 2 ~ 4 に示す。図 2 ~ 4 に示すように、得られた画像は優れた解像度を有し、ベーコン、木の葉、及びさくらえびの形態を鮮明な形で得ることができる。

【0030】

また、特に明示しないが、前記透過画像において、前記陽電子エミッターから放出された陽電子の運動エネルギーが 35 keV の場合の方が、5 keV の場合よりも高いコントラストを示し、優れた解像度を示すことが判明した。

20

【0031】

(実施例 2)

図 1 に示す透過画像取得装置 10 を用い、陽電子源として ^{22}Na に代えて ^{58}Co を用い、試料 S として木の葉を用いた。図 5 はこの場合に得た透視画像を示すものである。図 5 から明らかのように、この場合においても得られた画像は優れた解像度を有し、前記木の葉の形態を鮮明な形で得られることが判明した。

【0032】

なお、電子線及び X 線を用いた場合、ベーコン、木の葉及びさくらえびなどにおいて、その形態を判別できるような画像を得ることはできなかった。

30

【0033】

以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない限りにおいて、あらゆる変形や変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】本発明の陽電子を用いた透過画像取得装置の一例を概略的に示す構成図である。

【図 2】図 1 に示す装置を用いて得たベーコンの透視画像である。

【図 3】図 1 に示す装置を用いて得た木の葉の透視画像である。

40

【図 4】図 1 に示す装置を用いて得たさくらえびの透視画像である。

【図 5】図 1 に示す装置を用いて得た木の葉の透視画像である。

【符号の説明】

【0035】

10 陽電子を用いた透過画像取得装置

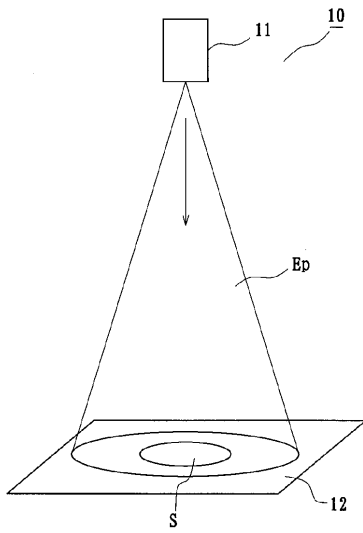
11 陽電子エミッター

12 イメージングプレート

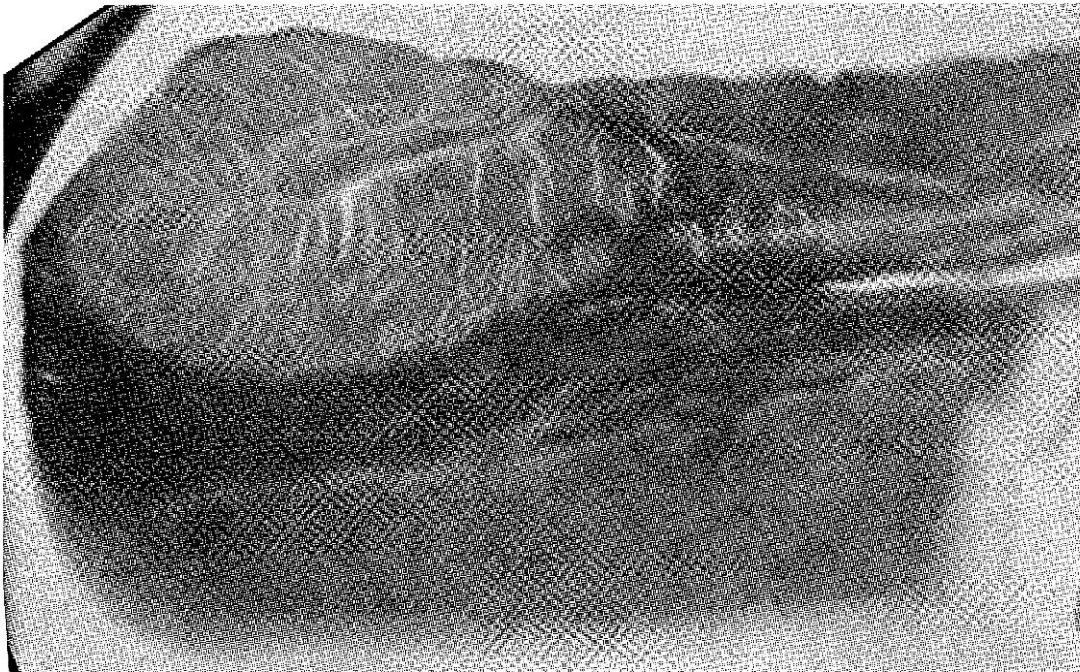
E p 陽電子

S 試料

【 図 1 】



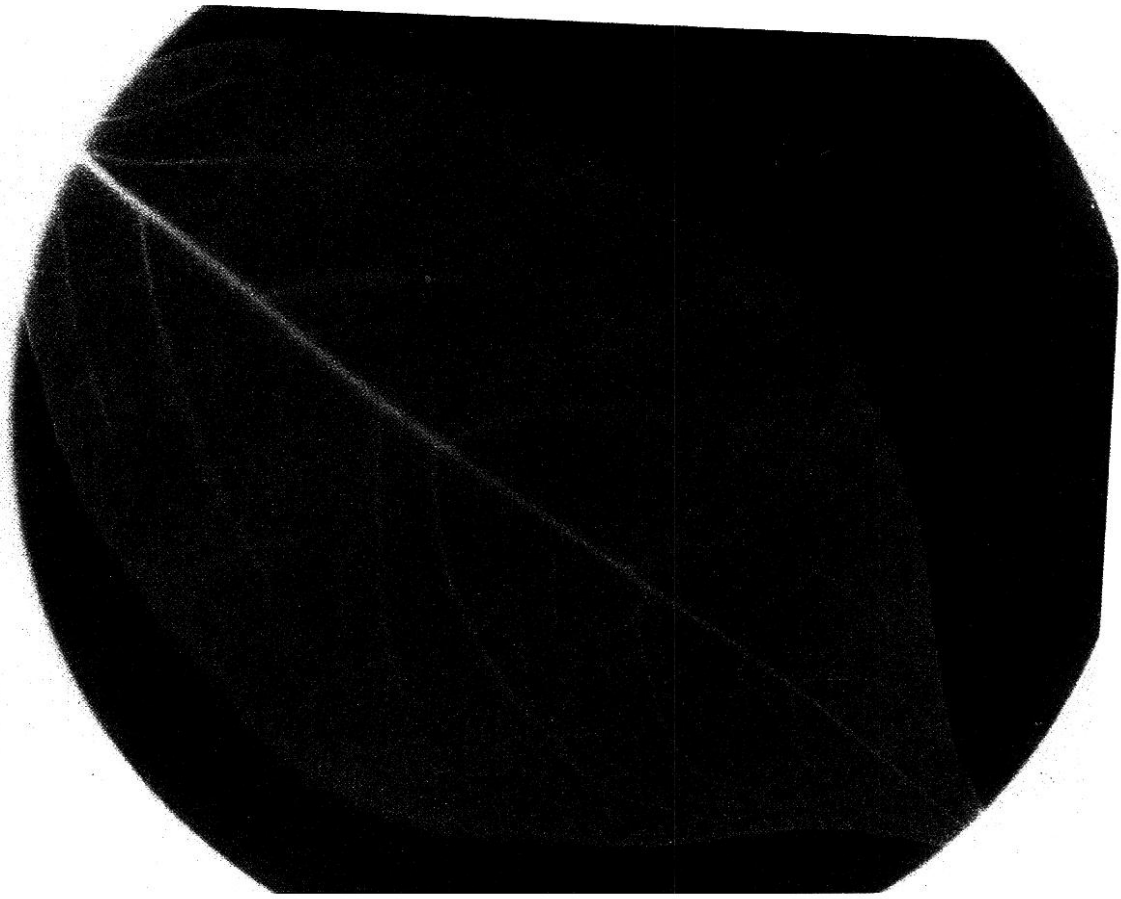
【 図 2 】



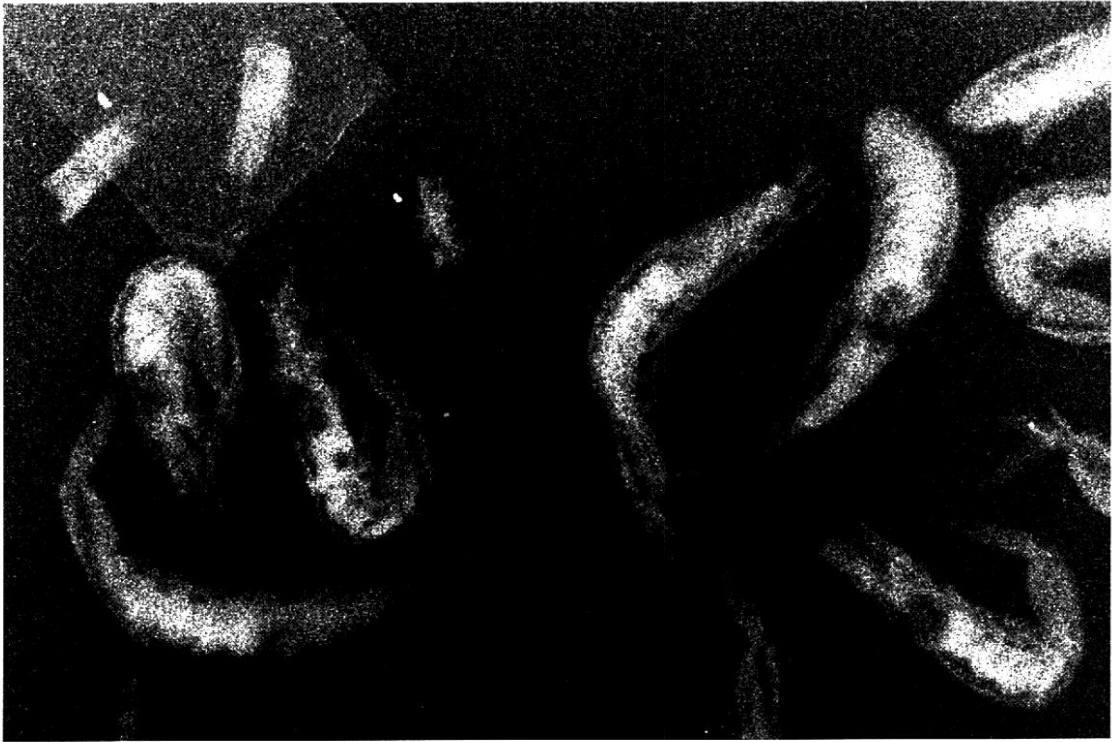
【 3 】

Name : 05081002
Comment:Na22T, #3,10m, ha
IP:20*40 Grad:65536 Res:50 Sens:4000
Width:102.0mm Height:138.4mm Mag:200%

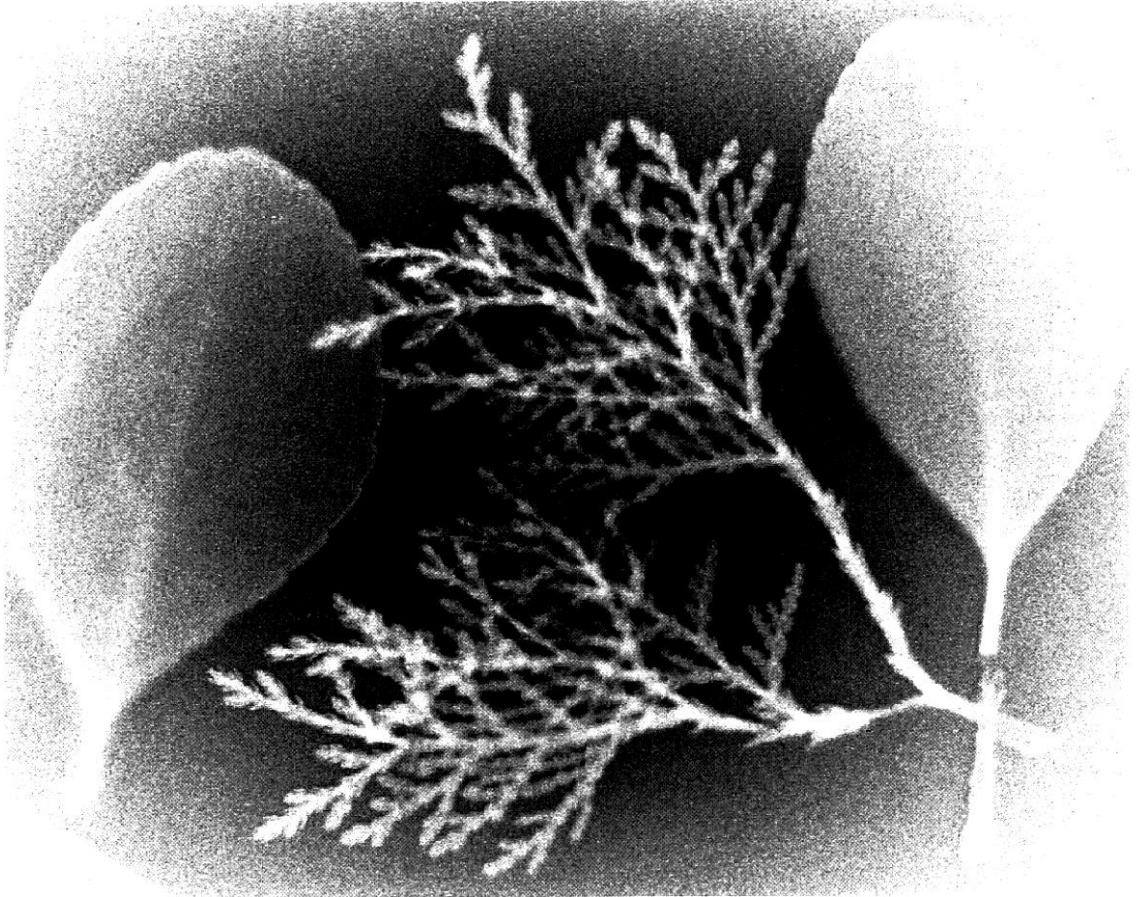
Original Name:05081002
Read:Aug 10 16:29 2005 IP Reader:BAS2500
Login:basis Printer:Pictro3000



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(74)代理人 100119530

弁理士 富田 和幸

(72)発明者 栗原 俊一

茨城県つくば市春日 1 - 1 - 1 0 3 - 1 0 1

(72)発明者 堂山 昌男

東京都中野区若宮 3 - 3 7 - 2

(72)発明者 木暮 嘉明

東京都八王子市散田町 1 - 7 - 7 - 1 0 4

(72)発明者 井上 嘉

東京都青梅市師岡 3 - 1 8 - 1 6

Fターム(参考) 2G001 AA03 BA11 CA03 DA01 GA07 HA12 KA03 KA11 LA01 SA13

2G088 EE27 EE30 FF07 JJ05 KK32

5C033 SS10