

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4293299号
(P4293299)

(45) 発行日 平成21年7月8日(2009.7.8)

(24) 登録日 平成21年4月17日(2009.4.17)

(51) Int.Cl.

G01T 1/20 (2006.01)
G01T 1/00 (2006.01)

F 1

G01T 1/20
G01T 1/00E
B

請求項の数 13 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-555117 (P2000-555117)
 (86) (22) 出願日 平成11年4月14日 (1999.4.14)
 (65) 公表番号 特表2002-518686 (P2002-518686A)
 (43) 公表日 平成14年6月25日 (2002.6.25)
 (86) 國際出願番号 PCT/US1999/008185
 (87) 國際公開番号 WO1999/066352
 (87) 國際公開日 平成11年12月23日 (1999.12.23)
 審査請求日 平成18年4月11日 (2006.4.11)
 (31) 優先権主張番号 09/097,165
 (32) 優先日 平成10年6月15日 (1998.6.15)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 GENERAL ELECTRIC COMPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタディ、リバーロード、1番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志
 (72) 発明者 デジュエル、ミカエル・クレメント
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、120
 65、クリフトン・パーク、メープル・リ
 ッジ・アベニュー、29A

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体放射線撮像装置アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に配置されたホトセンサ・アレイと、第1の表面及び第2の表面を有すると共に、前記第1の表面が前記ホトセンサ・アレイに対して光学的に結合されるようにして前記ホトセンサ・アレイ上に配置されたシンチレータと、前記シンチレータの前記第2の表面が周囲の環境中に存在する湿気に暴露されるのを防止するため前記シンチレータの前記第2の表面上に配置された保護カバーとを含み、前記保護カバーは1対の第1種材料パネルの間に1枚の第2種材料パネルが配置されるようにしてそれらのパネル同士を積層して成る3枚パネル積層構造を有し、前記第1種材料パネル及び前記第2種材料パネルの各々は無機材料で構成された気密遮断層と構造層とから成る群より選ばれ、かつ前記第1種材料パネル及び前記第2種材料パネルは互いに異なる材料から成り、前記構造層が複合材料から成り、前記構造層の複合材料が前記基板の熱膨張率の20~500%の範囲内の熱膨張率を示すことを特徴とする、固体放射線撮像装置アセンブリ。

【請求項 2】

前記1対の第1種材料パネル中の各パネルが気密遮断層から成ると共に、前記第2種材料パネルが構造層から成っていて、それらのパネルは前記積層構造中において前記気密遮断層が前記構造層の両面に結合されるように配置されている請求項1記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

【請求項 3】

前記1対の第1種材料パネル中の各パネルが構造層から成ると共に、前記第2種材料パ

10

20

ネルが気密遮断層から成っていて、それらのパネルは前記積層構造中において前記構造層が前記気密遮断層の両面に結合されるように配置されている請求項1記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

【請求項4】

前記構造層が接着剤を含浸させた複合材料から成る請求項1記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

【請求項5】

前記第1種材料パネル及び前記第2種材料パネルの各々の前記気密遮断層が50~100%の範囲内の有効X線透過率を有する請求項1記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

【請求項6】

前記気密遮断層が30より小さい原子番号を持った材料から成る請求項5記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

10

【請求項7】

前記第1種材料パネル及び前記第2種材料パネルの各々の前記気密遮断層がアルミニウム、チタン、ニッケル及び銅から成る群より選ばれた材料から成る請求項6記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

【請求項8】

前記第1種材料パネル及び前記第2種材料パネルの各々の前記気密遮断層が25~250μmの範囲内の厚さを有する請求項1記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

【請求項9】

前記保護カバーが0.1~10000cm²の範囲内の表面積を有する請求項1記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

20

【請求項10】

前記構造層の各々が複合材料から成る請求項1記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

【請求項11】

前記構造層の各々が複数の黒鉛繊維の周囲に樹脂を含浸させた黒鉛複合材料から成っていて、前記樹脂は前記保護カバーを積層状態に結合するための接着剤として役立つ請求項10記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

【請求項12】

前記構造層の各々が0.5~1mmの範囲内の厚さを有する請求項1記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

30

【請求項13】

前記シンチレータがヨウ化セシウムから成る請求項1記載の固体放射線撮像装置アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の背景】

本発明は固体放射線撮像装置に関するものであって、更に詳しく言えば、撮像装置アレイを封入してそれを有害な環境条件から保護するための丈夫なカバープレートに関する。

【0002】

固体放射線撮像用のアレイは、通例、シンチレータに結合されたホトセンサ・アレイで構成されている。検出すべき放射線(たとえばX線など)は、シンチレータに侵入し、そしてシンチレータ材料により吸収されて光子の放出をもたらす。シンチレータに結合されたホトセンサ・アレイは、かかる光子を検出し、そして入射放射線が吸収されたシンチレータ中の位置に対応するアレイ中の空間位置(x, y)を決定するために使用される。ホトセンサ・アレイからの読み出しは、吸収された放射線のパターンに対応した電気信号を発生させる。かかる電気信号として具現化されたデータは、視覚的表示装置上に表示したり、あるいは放射線パターンの解析を可能にするその他の処理を施したりすることができる。

40

【0003】

撮像装置はガラス基板を含んでいて、その上には(非晶質シリコンを含む)薄膜層のパタ

50

ーン化によって形成された薄膜トランジスタ(TFT)及びホトダイオードから通例成るホトセンサ・アレイが配置されている。シンチレータ層は、基板上のホトセンサ・アレイを覆うように蒸着されたヨウ化セシウム(CsI)のごとき塩類から成るのが通例である。かかるシンチレータが X 線を可視光に変換した後、その可視光がホトダイオードによって検出される。シンチレータ材料は湿気によって急速に劣化することがあり、その結果として光学的性能ひいては撮像装置性能の低下を生じる。かかる劣化は周囲の室内湿気に暴露された際にも起こることがある。それ故、気密のカバー材料によってシンチレータ材料が周囲条件に暴露されるのを防止することが重要である。

【 0 0 0 4 】

撮像装置アレイ用のカバー材料は、 X 線に対して高い透過性を有することが望ましい。かかるカバー材料はまた、その形態及び有効性を保持し得るよう構造的に丈夫であり、それによって輸送時に遭遇することのある条件(たとえば、極端な温度)並びに長期使用時や放射線暴露時の条件のごとき様々な環境中において所望の防湿性を付与するものでなければならない。たとえば、かかるカバー材料は熱サイクル中にもシンチレータの周囲の防湿層の破裂をもたらすような変形(たとえば、層剥離や変形)を生じることにその形態及び防湿性を保持し得るものでなければならない。シンチレータの周囲のシールが破裂すると、それはシンチレータ材料の劣化をもたらし、そして撮像装置の性能に悪影響を及ぼす。かかるカバー材料はまた、装置全体を結合するために使用される接着剤に強く密着すると共に、撮像装置の予想寿命及び動作環境(たとえば放射線暴露)に対してもそれらの望ましい特性を保持し得るものでなければならない。更にまた、かかるカバー材料は胸部 X 線システムにおいて使用されることのある大面積(たとえば、約 100 cm² 以上)の撮像装置に対して要求される大きくて薄いシートにも容易に成形し得ることが望ましい。

【 0 0 0 5 】

【発明の概要】

本発明の放射線撮像装置は、入射放射線がシンチレータ中に吸収された際に生成される光子を検出するようにして該シンチレータに結合されたホトセンサ・アレイを含んでいる。かかる撮像装置はまた、シンチレータが周囲の環境中に存在する湿気に暴露されるのを防止するため該シンチレータ上に配置された丈夫な保護カバーをも含んでいる。この保護カバーは、1対の第1種材料パネルの間に1枚の第2種材料パネルが配置されるようにしてそれらのパネル同士を積層して成る3枚パネル積層構造を有している。第1種材料パネル及び第2種材料パネルの各々は、無機材料で構成された気密遮断(hermetic barrier)層と構造層とから成る群より選ばれる。なお、第1種材料パネル及び第2種材料パネルは互いに異なっている。

【 0 0 0 6 】

【発明の詳しい記載】

固体放射線撮像装置 100 は、通例、図面に示されるごとく基板 120 上に配置されたホトセンサ・アレイ 110 を含んでいる。基板 120 は、ガラスのごとき構造的に強固な(たとえば剛性の)材料から成っていて、ホトセンサ・アレイ 110 やその他の撮像装置構成要素を形成するために蒸着される材料に対して基盤を提供する。ホトセンサ・アレイ 110 は、その上に配置されたシンチレータ 130 に対して光学的に結合されている。動作に際しては、撮像装置 100 は検出すべき放射線(たとえば、撮影すべき被写体を通過した X 線 25 など)がシンチレータ 130 に入射するように配置される。通例、入射した放射線はシンチレータ 130 に侵入し、そしてシンチレータ材料中に吸収されて光子の生成をもたらす。入射放射線がシンチレータ材料によって吸収された際に放出される光子をホトセンサ・アレイ 110 (通例はホトダイオードアレイ) によって検出することは、入射放射線のパターンに対応した電気信号の発生を可能にする。

【 0 0 0 7 】

シンチレータ 130 は、ヨウ化セシウムなどのごとき塩類であるシンチレータ材料から成っている。シンチレータの第1の表面 132 はホトセンサ・アレイ 110 上に配置され、そして該アレイに対して光学的に結合されている結果、シンチレータからホトセンサ・ア

10

20

30

40

50

レイ 110 への光子の通過が可能となっている。ここで言う「上」、「上方」、「下」などの用語は、図面に示された撮像装置 100 の構成要素の相対位置を表わすために使用されるものであって、撮像装置 100 の配置方向及び動作についていかなる制限も加えるものではない。シンチレータ材料を成す塩類の多くは吸湿に対して敏感であって、湿気に暴露されると構造的かつ光学的に劣化する。

【0008】

本発明の実施の一態様に従えば、シンチレータ 130 はその内部で生成された光子の空間的局在化を助ける複数の柱状構造物 135 から成っている。別の実施の態様に従えば、シンチレータ 130 はシンチレータ材料のブロックなどから成っていてもよい。シンチレータの第 2 の表面上には、(必ずというわけではないが)光学的反射層 140 が配置されているのが通例である。この光学的反射層はシンチレータの内部で生成された光子を反射してシンチレータの第 1 の表面 132 に向けてシンチレータ中に戻すために役立つ結果、それらの光子はホトセンサ・アレイ 110 によって検出されることになる。反射層 140 は、X 線に対して比較的透明であるが光学的には反射性を示すコンプライアントな(たとえば、柱状の突起に合わせて変形し得る)材料から成るのが通例である。その一例としては、「オプチクラッド(Opticlad)」という商品名を有する材料が挙げられる。

【0009】

本発明に従えば、シンチレータ 130 を覆うようにして保護カバー 150 が配置されている。保護カバー 150 は、シンチレータ 130 の第 2 の表面 134 を覆う封止手段を提供し、それによってシンチレータが周囲条件(たとえば、空気中の湿気)に暴露されるのを防止するために配置されるものである。典型的には、保護カバー 150 は X 線に対して比較的透明である(たとえば、撮像方法において通常使用されるエネルギー範囲内の X 線に関して約 50% を越える透過率を有する)。この保護カバーは、エポキシ樹脂などのごとき接着剤ビード 155 によって撮像装置に固定されている。なお、接着剤ビード 155 は典型的にはホトセンサ・アレイ 110 を取巻くように基板のへりに沿って接着剤のビードを成しながら基板 120 上に配置されている。典型的には、接着剤ビード 155 の(基板 120 とカバープレート 150 との間における)厚さは約 0.5 mm であり、また(基板 120 及びカバープレート 150 の表面との接触軸に沿った)幅は約 3 mm である。接着剤 155 によってカバープレート 150 に結合された基板 120 は、ホトセンサ・アレイ 110 及びシンチレータ 130 を包囲する防湿性の密封室を提供し、それによってそれらの構成部品を周囲の環境条件から保護するために役立つ。

【0010】

保護カバー 150 は、1 対の第 1 種材料パネル 151 の間に 1 枚の第 2 種材料パネル 152 が配置されるようにしてそれらのパネル同士を積層して成る積層構造(すなわち、単一の加工物を形成するようにして複数の材料層同士を結合して成る構造)を有している。ここで言う「第 1 種材料パネル」とは、少なくとも保護カバーについて所望される面積を有しあつ特定の種類の材料から成る構造物を指す。「第 2 種材料パネル」とは、(第 1 種材料パネルの寸法と)同じ寸法を有するが、第 1 種材料パネルとは異なる材料から成る構造物を指す。「1 対」の第 1 種材料パネルとは、同じ寸法を有しあついずれも第 1 種材料から成る 2 枚のパネルを指す。

【0011】

第 1 種材料パネルは、無機材料で構成された気密遮断層から成るか、あるいは有機材料、無機材料又は複合材料で構成された構造層から成る。同様に第 2 種材料パネルは、無機材料で構成された気密遮断層から成るか、あるいは有機材料、無機材料又は複合材料で構成された構造層から成る。このように保護カバーは、1 種の材料から成る 1 対の第 1 種材料パネル(気密遮断層又は構造層)が第 2 種材料パネルによって互いに隔離された積層構造、従って 2 種の層が交互に配置された構造を有している。第 2 種材料パネルは気密遮断層又は構造層から成るが、いずれにしてもそれは 1 対の第 1 種材料パネルを構成する材料とは異なる。たとえば、実施の一態様においては、第 1 種材料パネル 151 が気密遮断層から成ると共に、第 2 種材料パネルが構造層から成る。別の実施の態様においては、

10

20

30

40

50

第1種材料パネル151が構造層から成ると共に、第2種材料パネルが気密遮断層から成る。

【0012】

保護カバー150の3枚パネル積層構造は、典型的には、1対の気密遮断層と、積層構造の中の中間層としてそれらの間に配置された構造層とから成っている。以下、本発明のこの実施の態様に係わる3枚パネル積層構造の保護カバー150を一層詳細に説明するが、これは例示を目的としたものであって、本発明を制限するものではない。

【0013】

カバー150は、下部気密遮断層160、中間構造層170、及び上部気密遮断層180から成っている。図面に示されるごとく、上部気密遮断層180及び下部気密遮断層160は中間構造層170の両面に結合されている。ここで言う「気密遮断層」とは、周囲の空気中の湿気が遮断層を通過するのを防止する程度の実質的な気密性を付与するような特性を持った遮断層を指す。ここで言う「構造層」とはカバープレートに構造強度を付与する層を指すのであって、換言すれば、それは取扱い時や製造時に破壊や裂けを生じないようにカバープレートを支持するものである。典型的には、構造層は気密遮断層の熱膨張率を支配する。

【0014】

上部気密遮断層180及び下部気密遮断層160は、同じ気密遮断層材料から成っている。上部及び下部気密遮断層に対して同じ材料を使用することは、温度の変動に際してもカバープレート150がその形状を確実に保持するようにするための手段を提供する。なぜなら、上部及び下部気密遮断層は同じ熱膨張率を有するから、中間構造層170の異種材料にただ1つの気密遮断層を結合して成る構造物では起こることのあるようなそり(warping)を生じる傾向が解消されるのである。

【0015】

撮像装置100内の所定の位置に設置されたカバー150のそりはまた、一定範囲内の温度に暴露された場合のそりを回避するように基板材料に対して適合性を有する材料から成る中間構造層170によっても制限される。そりを回避するためのかかる適合性は、構造層材料が基板材料の約20～約500%の範囲内の熱膨張率を有する場合に達成することができる。なお、中間構造層は基板120を構成する材料の熱膨張率と緊密に整合した熱膨張率を有することが望ましい。たとえば、基板120の材料として常用されるコーニング(Corning)1737ガラスは約3.4 ppm/の熱膨張率を有する一方、中間構造層材料として常用される黒鉛複合材料は約2.3 ppm/の熱膨張率を有している。このような熱膨張率の整合(たとえば、約1 ppm/の差)を示す場合、それらの材料はそり抵抗性を有するカバーアセンブリとして使用するのに十分な適合性を有することになる。

【0016】

気密遮断層材料は、(金属のように)良好な気密性を示すと共に、X線に対する高い透過率(たとえば、入射X線束の約50%以上、典型的には約75%以上、そして望ましくは約95%以上が材料を通過するようなX線透過率)を示すことが望ましい。更にまた、図面に示されるごとく接着剤155とカバープレート150との主たる接点は下部気密遮断層160の位置にあるのが典型的であるから、気密遮断層材料はカバープレート150を基板110に固定するために使用される接着剤155との良好な密着性を示すことも望ましい。たとえば、エポキシ樹脂は黒鉛のごとき材料よりもアルミニウムのごとき材料に対してより頑丈で耐久性のある接着層を形成することが当業界において知られている。カバープレート150において使用するために適した気密遮断層材料の実例としては、Zの小さい(すなわち、約30より小さい原子番号を持った)金属の箔、たとえばアルミニウム(Z=13)、チタン(Z=22)、ニッケル(Z=28)及び銅(Z=29)が挙げられる。気密遮断層160及び180は比較的薄くて、典型的には約10～約250 μmの範囲内の厚さを有し、また多くは約25～約50 μmの範囲内の厚さを有している。たとえば、アルミニウムから成る上部及び下部気密遮断層160及び180は、それぞれ約2

10

20

30

40

50

5 μ mの厚さを有するのが典型的である。

【0017】

典型的には、中間構造層170は接着剤を含浸させた複合材料から成っている。構造層170は、気密遮断層材料に対して良好な密着を示す黒鉛複合材料から成るのが典型的である。なお、(非複合状態の)黒鉛は熱サイクル(たとえば、約-40~+85の範囲内のサイクル)の過程においてエポキシ樹脂のごとき接着剤に対し良好な密着を示さず、そのためにカバープレート構造物の層剥離の生じることが判明している。黒鉛複合材料は、少なくとも1つの黒鉛纖維の層と、黒鉛纖維に付着するようにして該層全体に含浸させた樹脂とから成るのが典型的である。黒鉛複合材料の使用に際して見られる優れた接着強さは、複合材料全体にわたって分布した同じ樹脂によって気密遮断層材料との間に形成される接着層に由来するものと考えられる。

10

【0018】

本発明の実施の一態様に従えば、構造層は「プレプレグ(Prepreg)」の商品名で知られるような黒鉛建材から形成される。この材料は、主として航空宇宙事業のために製造されていて、アメリカ合衆国テネシー州ロックウッド所在のヘクセル(Hexcel)又はフォータフィル・ファイバー・インク(Fortafil Fibers Inc.)のごとき供給業者から入手することができる。構造層は、直径約5ミルの黒鉛纖維を含有するプレプレグ黒鉛から成る複数の不織シート同士を接着剤樹脂で結合して1枚の材料シートとすることによって得られる成層状態の複合材料から成っているが、この複合材料はアメリカ合衆国ニューヨーク州ウェストポート所在のゼネラル・コンポジツ・インク(General Composites, Inc.)から入手することができる。かかる黒鉛複合材料シートの複数の層同士を熱プレス内で積層することによって構造層170が形成される。その場合、接着剤樹脂は黒鉛複合材料シートの全体にわたって含浸される(すなわち、材料の全域にわたり分布して複合構造物の一体部分を成す)。それぞれのシートの黒鉛纖維軸が互いにずれる(たとえば、隣接するシート間において約60度だけずれる)ようにして複数の黒鉛複合材料シートを重ね合わせることにより、準等方性の熱膨張率を持った積層品が得られる(黒鉛纖維軸の方向の熱膨張率は該軸に垂直な方向の熱膨張率より遙かに大きい)。

20

【0019】

十分な数の黒鉛複合材料シート同士を積層することにより、所望の異方性を有する構造層170が形成される。典型的には、構造層の厚さは約0.5~約1mmの範囲内にある。たとえば、本発明の実施の一態様に従えば、構造層170は6枚の黒鉛複合材料シート同士を積層して得られる(加熱時に許容し得る等方性の構造安定性を示す)積層品から成っていて、かかる構造層の全厚は約0.84mmである。

30

【0020】

典型的には、上部及び下部気密遮断層160及び180と中間構造層170とから成るカバープレート積層構造物は、黒鉛複合材料シートを積層して中間構造層170を形成する操作と同時に形成される(このような操作を「同時合体(co-consolidation)」と呼ぶ)。この場合、気密遮断層材料はプレス内において同時に加熱される結果、黒鉛複合材料シート同士を結合する接着剤樹脂は上部及び下部気密遮断層に対する接着層を形成することになる。

40

【0021】

本発明に係わるカバープレートは相異なる寸法で製造するのに適しているため、かかるカバープレートは小さいもの(たとえば、約0.1cm²)から大きいもの(たとえば、約10000cm²)にまでわたる各種寸法の撮像装置アレイに対して使用することができる。

【0022】

本発明に従って製造されたカバープレート150について実施された試験によれば、かかるカバープレートは構造的に丈夫であって、(-40と+85との間における)17の熱サイクル後にも層剥離の兆候を示さないことが判明した。更にまた、数百時間にわたって温度85かつ相対湿度85%の条件に暴露した後にも、エポキシ樹脂シールはカバ

50

ープレートのアルミニウム製下部気密遮断層に結合した状態に保たれる。

【0023】

以上、特許法令に従って本発明を例示しかつ説明したが、本発明の真の精神及び範囲から逸脱することなく開示された実施の態様に対して様々な変更や改変を施し得ることは当業者にとって自明であろう。それ故、前記特許請求の範囲は本発明の真の精神の範囲内に含まれるこのような変更態様の全てをも包括することを理解すべきである。

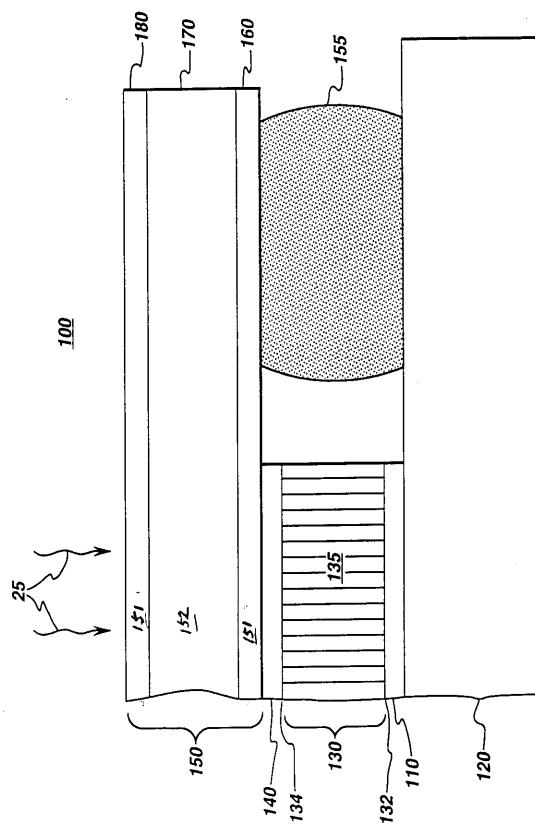
【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の一態様に係わる放射線撮像装置の一部分の断面図である。

【符号の説明】

- | | | |
|-----|-----------|----|
| 100 | 放射線撮像装置 | 10 |
| 110 | ホトセンサ・アレイ | |
| 120 | 基板 | |
| 130 | シンチレータ | |
| 140 | 反射層 | |
| 150 | 保護カバー | |
| 151 | 第1種材料パネル | |
| 152 | 第2種材料パネル | |

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 ルボウスキー,スタンレイ・ジョセフ

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、12302、スコッティア、スプリング・ロード、132

審査官 木下 忠

(56)参考文献 特開平05-196742 (JP, A)

特開平05-242841 (JP, A)

国際公開第98/036291 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01T1/00-7/12