

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年6月10日 (10.06.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/049009 A1

(51) 国際特許分類⁷:

G01V 3/14

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2003/014910

(22) 国際出願日: 2003年11月21日 (21.11.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2002-340086

2002年11月22日 (22.11.2002) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人物質・材料研究機構(NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 Ibaraki (JP).

(72) 発明者; および

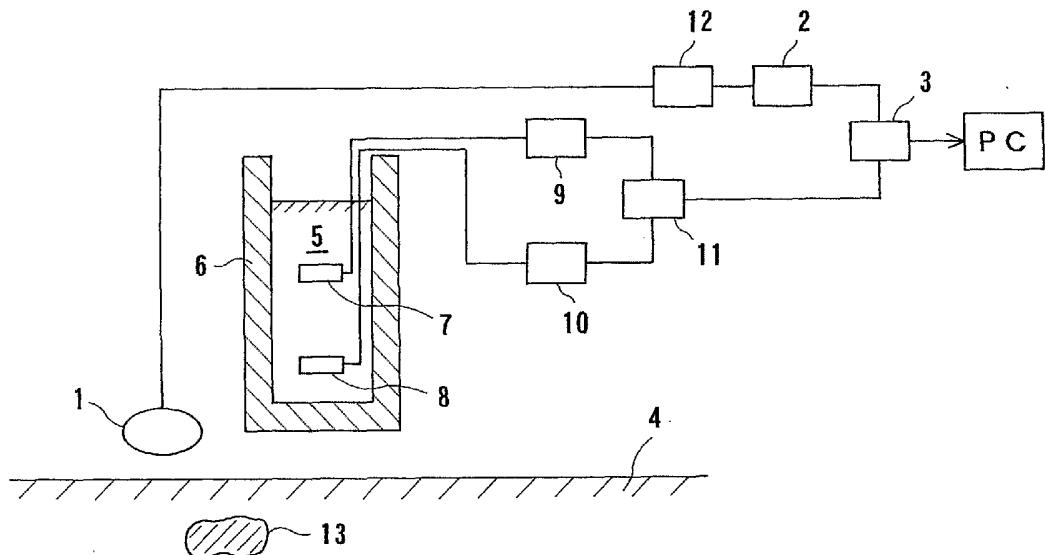
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 糸崎秀夫 (ITOZAKI,Hideo) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 川岸京子 (KAWAGISHI,Kyoko) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 近藤忠之 (KONDO,Tadayuki) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 清水禎 (SHIMIZU,Tadashi) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 端健二郎 (HASHI,Kenjiro) [JP/JP]; 〒305-0047 茨城県つくば市千現1丁目2番1号 独立行政法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 西澤利夫 (NISHIZAWA,Toshio); 〒107-0062 東京都港区南青山6丁目11番1号 スリーエフ南青山ビルディング7F Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: MINE DETECTOR WITH NQR-SQUID

(54) 発明の名称: N Q R - S Q U I D による地雷探知装置



A1
WO 2004/049009

(57) Abstract: A portable small mine detector for detecting a mine by transmitting a radio wave and sensing the NQR of nitrogen 14 atoms (¹⁴N) contained in a mine by means of a high-sensitivity, high-temperature superconducting SQUID magnetic sensor. The mine detector can be applied to non-metal mines and can detect different kinds of explosive simultaneously.

(57) 要約: ラジオ波を発信して地雷に含まれる窒素14原子(¹⁴N)のNQRを高感度な高温超伝導SQUID磁気センサを使用して検知するとともに非金属系の地雷にも適用でき、しかも異種の爆発物質を同時に検知することができる携帯可能な小型の地雷探知装置とする。



(81) 指定国(国内): CA, RU, US.

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許(AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

N Q R – S Q U I D による地雷探知装置

技術分野

この出願の発明は地雷探知装置に関するものであり、さらに詳しくは、地雷に含まれる爆発性物質である窒素14原子のNQR（核四極共鳴）信号を検知することによる地雷の探知装置に関するものである。

背景技術

地雷の探知・除去に関する技術の特許文献は国の内外を問わず数多く出願されている（たとえば、引用文献1～4を参照）。しかしながら、上記文献に記載されている技術はもとより、これまで紹介されている数多くの文献に記載の地雷の探知・除去に関する技術は地中レーダや金属探知器を使用して地雷を、その地雷が埋設されている周囲の土壤に対して異物と認識する検知方法である。

文献1；特開2001-74387号公報

文献2；特開2001-153597号公報

文献3；特表平06-506295号公報

文献4；U.S.P.6,411,208B1

これまでに開発された地雷の探知方法は大きく分けて2種類ある。一つは地雷とその地雷が埋設されている周囲の土壤との物性の違いを検知する方法であり、他の一つは地雷（爆発性物質）自体の物性を直接検知する方法がある。

前者に分類される方法としては、電磁誘導法（金属探知）、電波法（誘電率）、電気探査法（比抵抗）、熱探査法（熱容量）、超音波法（物質密度）等があり、後者に分類される方法としては、核磁気共鳴法（磁気特

性)、中性子法(放射化特性)、化学法(原子の結合状態)、生物法(抗体生体膜)等がある。

後者に分類される核磁気共鳴法は一般にNMR法(Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer)と呼ばれ、現在では医療機器に利用されている。

このNMR法と呼ばれる核磁気共鳴を利用して地雷を探知する方法は、電磁誘導法(金属探知器)や電波法(地中レーダ)のように、地雷と地雷が埋設されている周囲の土壤の電気伝導度や誘電率等の相対的な物性の違いを検知するのではなく、地雷(爆発性物質)を構成する原子が持っている特有の核磁気を直接検知する方法であり、検知する対象物の爆発性物質を直接検知できるため地雷探知手段としては優れたものとされている。

ところが、このNMR法は強い磁場を発生させるための大型磁石が不可欠であり、核磁気共鳴を利用するNMR法は装置の小型化という意味では致命的な欠陥を持っている。したがって、NMR法による化学物質の検知装置としては医療診断装置としてのMRI(Magnetic Resonance Imaging)として実用化しているに過ぎず携帯可能な地雷探知装置には適応しないものとされていた。

そこで、この出願の発明は従来のこのような問題点を解決するものであり、携帯可能で屋外でも簡便に使用できる地雷探知装置を提供することを課題としている。

発明の開示

この出願の発明は、上記の課題を解決するためのものとして、第1には、電波発信機、電波発信アンテナおよび爆発性物質に含まれる窒素14原子のNQR信号を受信する高温超伝導SQUIDを備えていることを特徴とする地雷探知装置を提供し、第2には、さらに、環境磁気受

信用 S Q U I D が具備されている地雷探知装置を、また、第 3 には、高温超伝導 S Q U I D 及び／または環境磁気受信用 S Q U I D の冷却媒体が液体窒素であることを特徴とする地雷探知装置を、第 4 には、高温超伝導 S Q U I D と環境磁気受信用 S Q U I D が差分回路に連結されていることを特徴とする地雷探知装置を提供する。

そして、この出願の発明は、第 5 には、常伝導金属線による 1 次微分または 2 次微分のピックアップコイルと磁気シールドに入った S Q U I D へ磁場を誘導するインプットコイルを連結した受信コイルを用いることを特徴とする地雷探知装置を、また、第 6 には、電波発信アンテナと高温超伝導 S Q U I D が把持可能に備えられ、電波発信機、高温超伝導 S Q U I D 制御器およびデータ処理器がバッテリ駆動できることを特徴とする携帯可能な地雷探知装置を、そして、第 7 には、発信電波の周波数が 0. 1 ~ 1 0 MHz 帯域のラジオ波である地雷探知装置を、第 8 には、発信電波を 0. 1 ~ 1 0 MHz で掃引して、得られる N Q R 信号の共鳴信号を利用することを特徴とする地雷探知装置を、また、第 9 には、電波発信アンテナが指向性であることを特徴とする地雷探知装置を、さらに、第 1 0 には、矩形波を電波発信アンテナから発信し、得られる高温超伝導 S Q U I D の検出信号を高速フーリエ解析した周波数スペクトルとデータベースの化学物質のスペクトル分布を比較する地雷探知装置を提供する。

図面の簡単な説明

図 1 は、地雷探知装置の全体図である。

図 2 は、磁気シールドを使用した地雷探知装置の全体図である。

図 3 は、地雷探知装置の概念を示した模式図である。

図 4 は、N Q R を利用する地雷探知の原理を示したものである。

図 5 は、周波数と感度の関係を示した図面である。

なお、図中の符号は次のものを示す。

- 1 ラジオ波発信アンテナ
- 2 ラジオ波発信機
- 3 ロックインアンプ
- 4 地面
- 5 液体窒素
- 6 液体窒素容器
- 7 S Q U I D 1
- 8 S Q U I D 2
- 9 S Q U I D 1 用電子回路
- 10 S Q U I D 2 用電子回路
- 11 差動アンプ
- 12 増幅アンプ
- 13 地雷
- 15 2次微分型コイル
- 16 磁気シールド
- 17 磁場誘導コイル

発明を実施するための最良の形態

この出願の発明はその原理として、交流の磁界を地中に発信して、目的とする爆発性物質、たとえば地雷用火薬として使用されているTNT (Trinitrotoluene) 中の窒素14原子 (^{14}N) が発生する固有の電磁波である核四極共鳴 (Nuclear Quadrupole Resonance : NQRと省略する) をラジオ波で共鳴させて検知するものであるが、この際に、特に検知が困難とされる低周波数帯域の検知に超伝導量子干渉素子 (Superconducting Quantum Interference Device : SQUIDと省略する) と称する超高感度磁気センサを利用する点に特徴を有している。

NQR信号とSQUIDを組み合わせた地雷探知装置の概念を模式的に示すと図3のようになる。ラジオ波発信機からラジオ波発信アンテナを経由してラジオ波を発信する。ラジオ波が地中に埋設されている地雷に照射した時に共鳴するNQRを信号受信用SQUIDで受信してパソコン等を利用したデータ処理装置で既知の共鳴周波数と対比して地雷に含まれる爆発性物質を特定する。この出願の発明の地雷探知装置に使用するNQRはNMR(Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer)と同様な原理により物質を検地する方法であるが、NQRとNMRとの本質的な違いはNMRが磁気を利用するのに対して、NQRは原子核周辺の電界勾配を利用することであり、ゼロ磁界でも物質を特定することが可能であるという有利な特徴を有している。

NQRの原理を示すと図4のようになる。図4の模式図に示されているように、核スピンが1以上の原子には、原子核周辺の電場勾配と核四極の相互作用により物質固有の共鳴周波数を持っており、この共鳴周波数を検知することによって物質を同定するものである。今日では既に数十万の化学物質特有の共鳴周波数が調べられており対象となる爆発性物質を容易に検知することができる。

たとえば、爆発物質はTNTなどの窒素を含有している物質がほとんどであることから各スピンが1である窒素¹⁴(¹⁴N)からのNQR信号を捕えることができる。

NQR信号の検知に使用する電波は通常10MHz以下のラジオ波と呼ばれる帯域の電波を使用する。通常は、この帯域の電波を照射するアンテナを目的物に近づけながら目的物を検知するものであるが、電波発信用アンテナを指向性のアンテナにすることにより遠隔の爆発性物質の検知が可能となる。

しかしながら、NQR信号の共鳴周波数は一般に数MHz(メガヘルツ)以下と通常のNMRに比べて低周波であるため通常使用する電磁波

検出コイルでは爆発性物質を十分に検知できないという欠点がある。

この周波数（ f ）と感度の関係を示したものが図5である。図5から明らかなように低周波帯域での電磁波検出コイルのNQR信号の受信感度は著しく低下するが、SQUIDは周波数（ f ）の変化に係りなく一定である。

この出願の発明は、このような共鳴周波数が低周波でNQR信号の検知が十分にできない帯域の検出器としてSQUIDを用いることによりNQR信号を利用する地雷探知装置の欠点を克服しようとするものである。

このSQUIDとは超伝導の量子化現象を応用した超高感度磁気センサであり、従来の磁気センサに比べて100倍以上の感度を有しており地磁気の5,000万分の1以下という微弱電場も検出することが可能である。

なお、この出願の発明ではヘリウムを冷却媒体とする一般的なSQUIDではなく、高温超伝導SQUIDを使用することが必要である。と言うのも冷却媒体として液体ヘリウムが使用されているような従来のSQUIDは取り扱いが難しいだけでなく、液体ヘリウムのコスト高、断熱方法の大型化などの課題があり、携帯可能な地雷探知装置に利用することは困難であると考えられる。

これに対して、高温超伝導SQUIDは取り扱いが簡便で、しかも低成本の液体窒素(77.3K:-196°C)の使用が可能であるため、高温超伝導SQUIDの小型軽量化が可能になる。そして、高温超伝導SQUIDを地雷探知装置に利用することによって地雷探知装置の携帯化を可能にする。したがって、この出願の発明において、SQUIDとは高温超伝導SQUIDを意味している。

しかしながら、SQUIDを利用する超高感度磁気センサは感度が格別に優れているため実際の地雷探知装置ではノイズも取り込んでしま

うと言う問題がある。このため、ノイズを除去して爆発性物質の存在を正確に検知するためには、環境ノイズ測定用 SQUID を連結してノイズを除去することが必要であるが、その態様は図 3 に示されている。この地雷探知装置では、ノイズ除去するために信号受信用 SQUID と共に磁気雑音受信用 SQUID を設けて、爆発物質からの NQR 信号だけを測定する。

なお、この信号受信用 SQUID や磁気雑音受信用 SQUID の冷却には液体窒素を入れた液体窒素容器の中に浸漬するだけでよい。

そして、この信号受信用 SQUID と磁気雑音受信用 SQUID を差分回路に連結することによって環境ノイズを除去する。このように環境ノイズを除去したものをパソコン等のデータ処理装置で処理する。

なお、この出願の発明の地雷探知装置は周波数を変化させることによって複数の物質の同定を同時に検知することができるという特徴を有する。この時の周波数の帯域は特に限定されるものではないが 0.1 - 10 MHz の範囲が好ましい。

以上、詳しく述べたように、この出願の発明の地雷探知装置は他の地雷探知装置に比較して数々の特徴を有するが、この出願の発明を優れた部分を列挙すると下記のようになる。

- (イ) 爆発性物質そのものが直接検知できる。
- (ロ) 周波数を変化させることにより複数の異なった爆発物（地雷）を同時に検知することができる。
- (ハ) 装置の小型携帯化が可能になる。
- (二) 検知に磁場が不要となる。
- (ホ) SQUID をセンサとして用いるため高感度の測定が可能になる。
- (ヘ) 高温超電導 SQUID を利用するため少量の液体窒素により作

動が可能になる。

この出願の発明は上記のとおりの特徴をもつものであるが、以下に、この装置を利用する実施の状態について詳しく説明する。

実 施 例

<実施例 1>

図1は実施例としての地雷探知装置の全体図である。探知用のラジオ波(0.1～10MHz)はラジオ波発信機(2)により発信し、増幅アンプ(12)により増幅された後、ラジオ波発信アンテナ(1)へ導入され、ラジオ波が地面に向かって発信される。

このラジオ波を受けた地雷(13)から共鳴するNQR信号が発信され、それを信号受信用SQUID1(8)が受信する。SQUID2(7)は環境磁気ノイズ磁気測定用に設けられており、SQUID1(8)とSQUID2(7)のそれぞれの電子回路(10)(9)を経由して差動アンプ(11)により、環境ノイズを取り除いたNQR信号のみが出力し、ロックインアンプ(3)へ導かれる。

ロックインアンプ(3)ではラジオ波発信機(2)の信号を参照信号として取り込んでおり、差動アンプ(11)に導入された信号の中でラジオ波の周波数の信号のみを取り出しノイズを低減することができる。この信号をパソコン等を利用した処理装置(PC)へA/D変換して入れる。この信号を100～10000回積算平均処理して、さらに環境ノイズを低減した後、最終的なデータとする。この作業を0.1～10MHzまで10Hzピッチで繰り返して、0.1～10MHz全域のスペクトルを採取することができる。

地雷の探知では、この他、簡易化のため、既にわかっている周波数のみについて(表1参照)、上記の処理をすることで効率を上げることができる。

表 1

典型的な爆発物のNQRスペクトル

単位(MHz)

| TNT | RDX | HMX | ニトロトルエン | |
|-----------------------|--------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| トリニトロトルエン C7H5N3O6 | ヘキソーゲン C3H6N6O6 | オクトークエン C4H8N8O8 | p-ニトロトルエン p-C7H7NO2 | m-ニトロトルエン m-C7H7NO2 |
| 0.871 | 5.24 | 5.306 | 1.198 | 1.19 |
| 0.8604 | 5.192 | 5.068 | 0.911 | 0.91 |
| 0.845 | 5.047 | 3.737 | | |
| 0.9438 | 3.458 | 3.625 | | |
| 0.838 | 3.41 | 1.564 | | |
| 0.769 | 3.359 | 1.441 | | |
| 0.752 | 1.782 | | | |
| 0.743 | 1.688 | | | |
| 0.716 | | | | |

(出典)

LANDOLT-BÖRNSTEIN
Vol. 20
Nuclear Quadrupole Resonance Spectroscopy Data
Editors: K. -H. Hellwege and A. M. Hellwege
Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1988

具体的には、TNT、ニトロトルエン、RDX、HMXについて、検出を実施した。その結果すべての爆発物について、NQR信号をSQUIDの検出限界以上で明瞭に確認することができた。特に、地雷としてよく使用されているTNTについて詳細に述べると、

100 g のTNTを地中(4)に埋めて5 cm離れたSQUIDでNQR信号を検出した。NQR信号は約1 pT(ピコテスラ)の強度であった。この方法で使用したSQUIDは10 mm角の基板上に設けた $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ の0.1 μm の厚みの膜を超伝導膜を使用した。測定には図1の電子回路を用いロックインアンプの出力をパソコン等を利用した処理装置(PC)を取り入れてモニターした。そして、積算平均は1000回とした。このSQUIDの磁場分解能は約0.01 pT(ピコテスラ)であり、TNTのNQR信号の受信は明瞭に実施できた。

<実施例2>

図2は環境ノイズの影響を極力減少して測定することができる地雷探知装置装置の全体図である。この地雷探知装置は2次微分型コイル

(15)にて、NQR信号を捕まえ、その磁場を磁場誘導コイル(17)により、SQUID磁場として出力し、SQUIDにて検出する。

2次微分コイル(15)は上部100巻、中部200巻、下部100巻、直径5cmである。上部と下部のコイルは同一方向に巻き、中部のコイルは反対方向に巻く。そして、磁場誘電コイル(17)は200巻直径5cmである。この磁場誘導コイル(17)直下に液体窒素(5)に浸漬したSQUID(8)を取り付けて磁場をモニターした。この磁場誘導コイル(17)とSQUID(8)は磁気シールド(16)の中に入れられている。この磁気シールド(16)は図2に示されるように二重構造になっており高透磁率のパーマロイで作成されている。二重の円筒(底と上蓋付き)であるこの磁気シールド(16)によりSQUIDへ環境磁場が加わらないためにSQUID(8)は安定に作動することが確認された。爆発物の検出実験は実施例と同一の方法を用いた。NQR信号は約1pT(ピコテスラ)であるのに対しSQUIDノイズは0.01pT(ピコテスラ)であり、測定するための十分な強度を有することが確認された。

産業上の利用可能性

従来の地雷探知機と言われているものは、ほとんどが金属探知機であった。しかしながら、最近ではプラスチック爆弾に見られるように非金属系の地雷の比重が高くなってきていている。この出願の発明の地雷探知機はこのようなプラスチック系の地雷にも適用でき、しかも携帯可能であり、地雷探知機としての将来性は大きな伸びが期待できる。

請求の範囲

1. 電波発信機、電波発信アンテナおよび爆発性物質に含まれる窒素¹⁴原子のNQR信号を受信する高温超伝導SQUIDを備えていることを特徴とする地雷探知装置。
2. 環境磁気受信用SQUIDが具備されていることを特徴とする請求項1の地雷探知装置。
3. 高温超伝導SQUID及び／または環境磁気受信用SQUIDの冷却媒体が液体窒素であることを特徴とする請求項1または2の地雷探知装置。
4. 高温超伝導SQUIDと環境磁気受信用SQUIDが差分回路に連結されていることを特徴とする請求項3の地雷探知装置。
5. 常伝導金属線による1次微分または2次微分のピックアップコイルと磁気シールドに入ったSQUIDへ磁場を誘導するインプットコイルを連結した受信コイルを用いることを特徴とする請求項1の地雷探知装置。
6. 電波発信アンテナと高温超伝導SQUIDが把持可能に備えられ、電波発信機、高温超伝導SQUID制御器およびデータ処理器がバッテリ駆動できることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかの携帯可能な地雷探知装置。
7. 発信電波の周波数が0.1～10MHz帯域のラジオ波であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかの地雷探知装置。
8. 発信電波を0.1～10MHzで掃引して、得られるNQR信号の共鳴信号を利用することを特徴とする請求項1ないし7のいずれかの地雷探知装置。
9. 電波発信アンテナが指向性であることを特徴とする請求項1ないし8のいずれかの地雷探知装置。

10. 矩形波を電波発信アンテナから発信し、得られる高温超伝導SQUIDの検出信号を高速フーリエ解析した周波数スペクトルとデータベースの化学物質のスペクトル分布を比較することを特徴とする請求項1ないし9のいずれかの地雷探知装置。

図 1

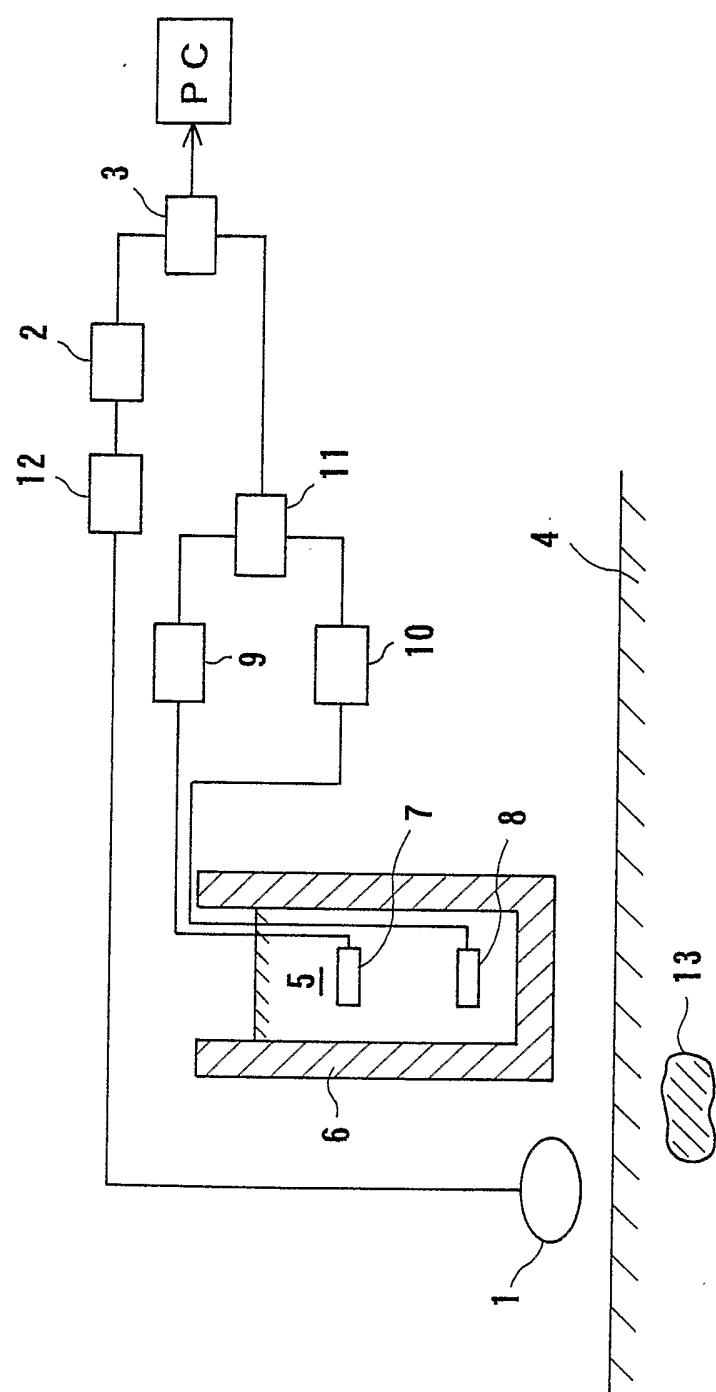


図 2

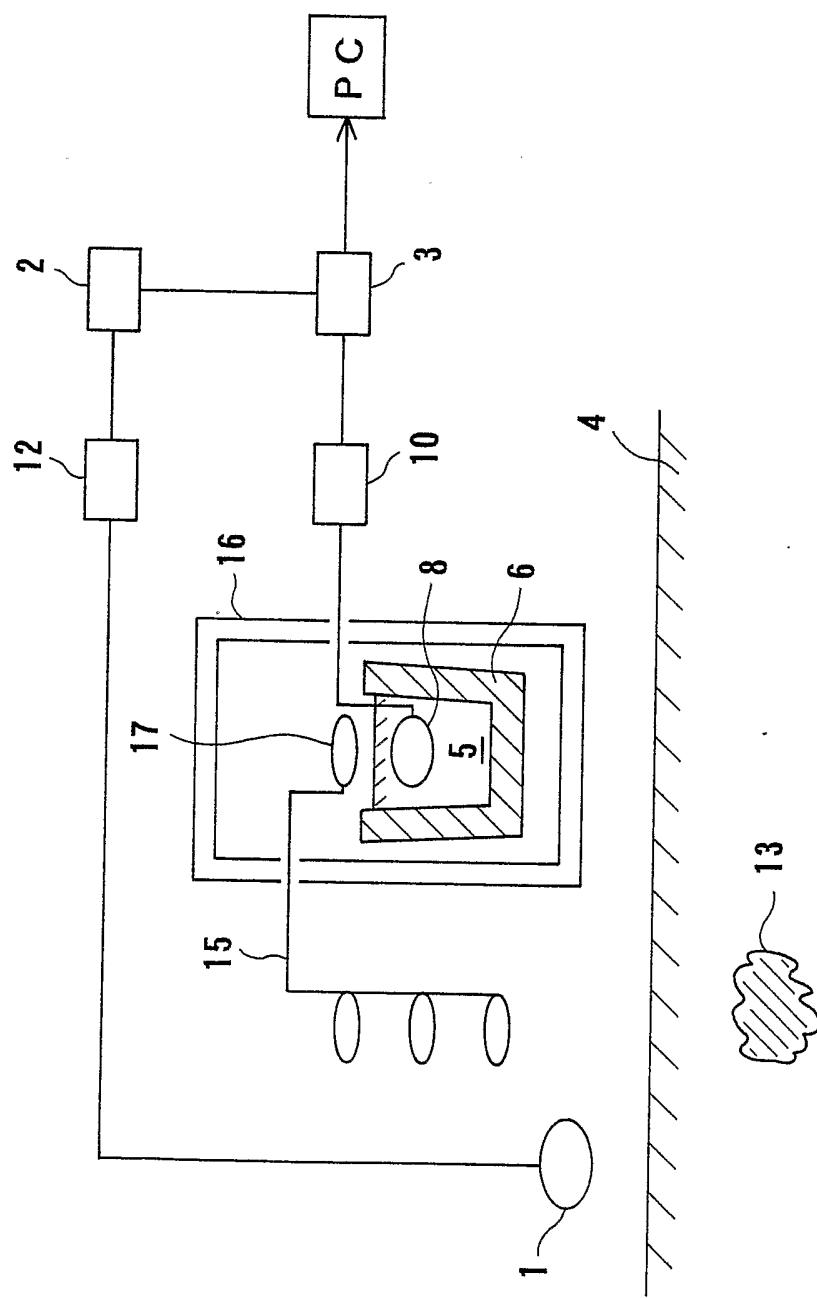


図 3

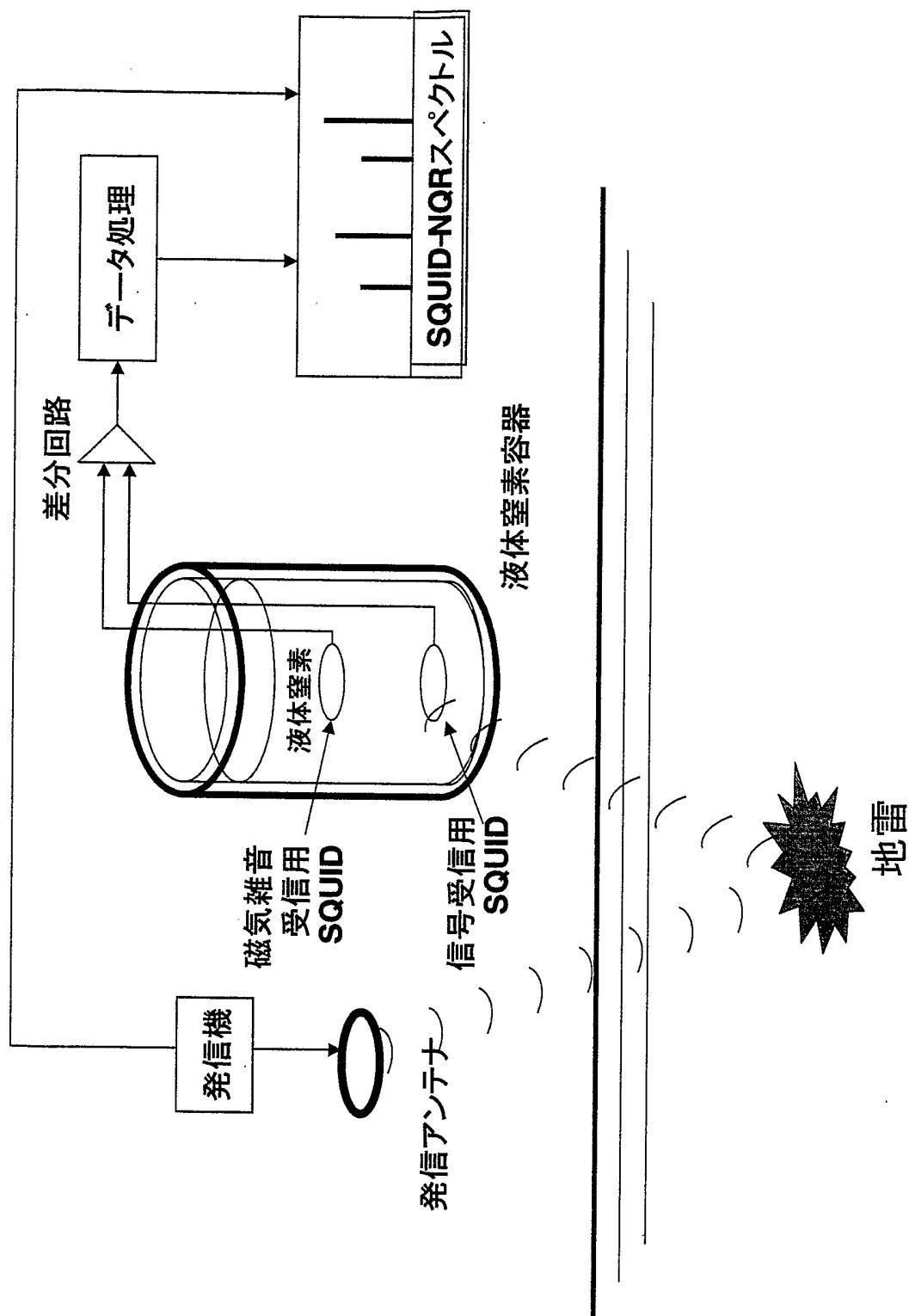


図 4

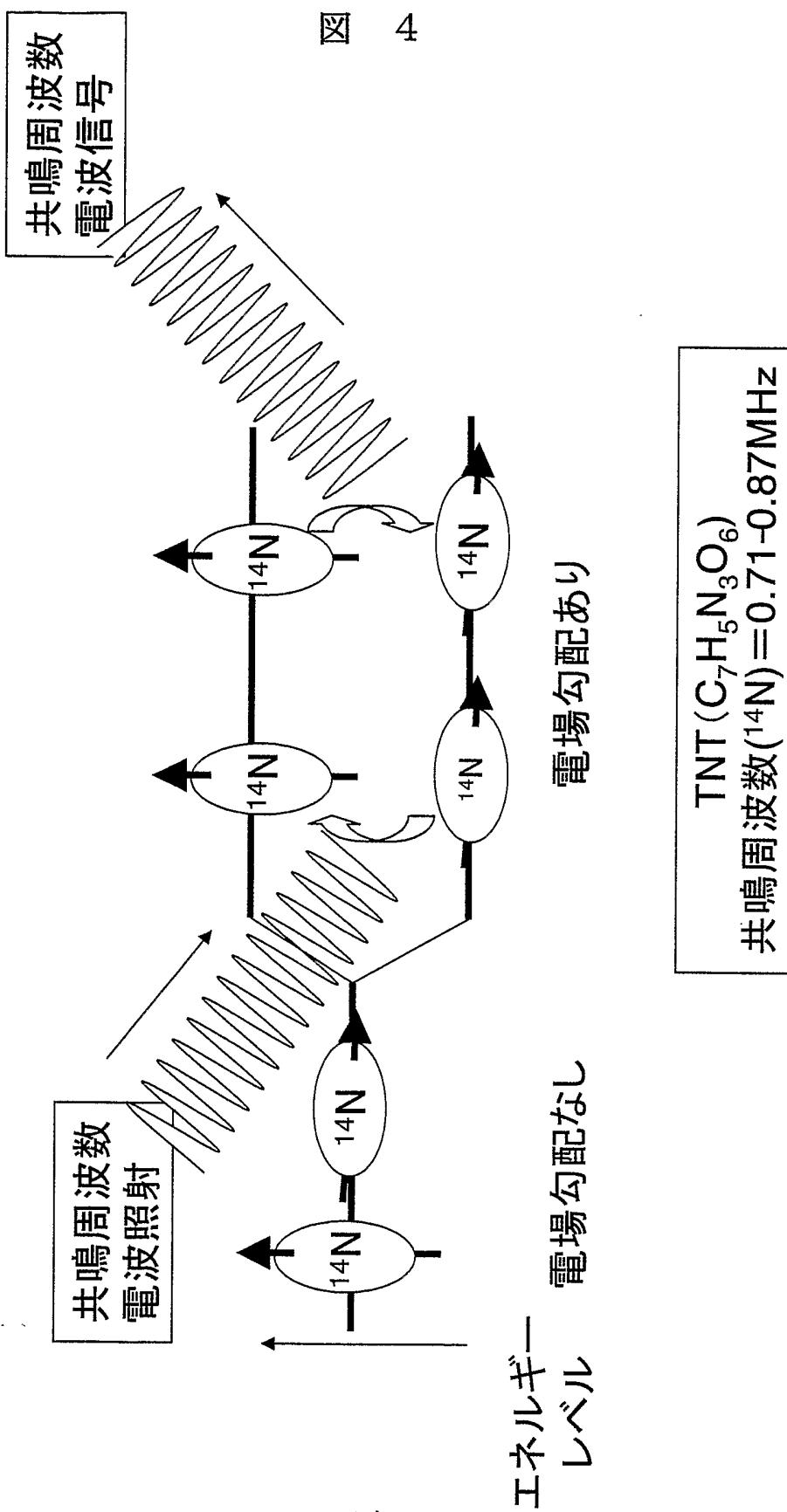
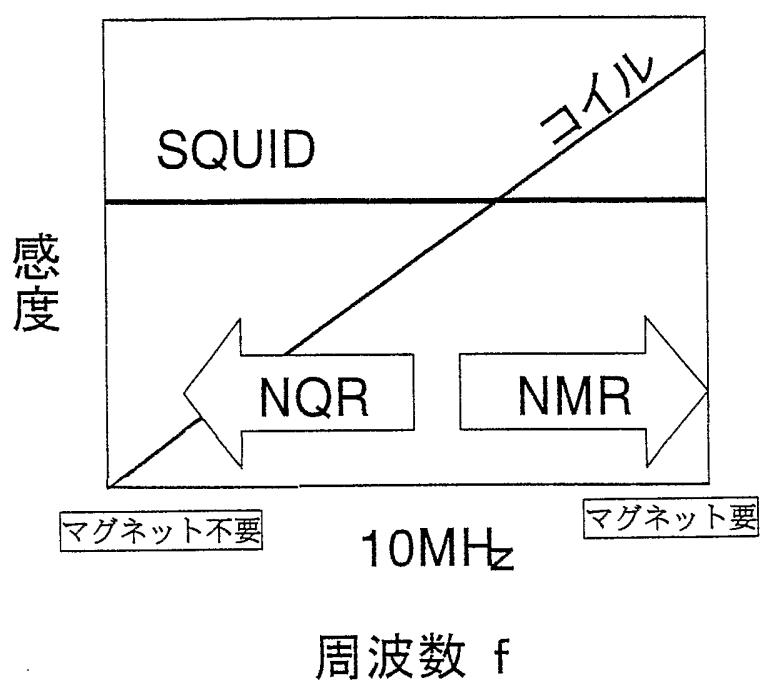


図 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/14910

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.C1⁷ G01V3/14

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.C1⁷ G01V3/14, G01N24/00

| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2003 |
| | Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2003 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2003 |

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y | '12. Jirai Kenchi System Kaihatsu o Mezasu 4.5 M\$ no DARPA Project o Jutaku -Beikoku QM sha-', SUPERCONDUCTIVITY COMMUNICATIONS, Vol.6, No.6, December, 1997 [retrieval date 13 February, 2004 (13.02.04)], Internet <URL: http://www.chem. t.u-tokyo.ac.jp/appchem/labs/kitazawa/SUPERCOM/ 30/30_12.html> | 1-10 |
| Y | WO 99/50689 A1 (THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES OF AMERICA), 07 October, 1999 (07.10.99), Full text; Figs. 1 to 9 & JP 2003-512592 A | 1-10 |

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 25 February, 2004 (25.02.04) | Date of mailing of the international search report 09 March, 2004 (09.03.04) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | Authorized officer |
| Facsimile No. | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP03/14910**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y | JP 4-326051 A (Hitachi Medical Corp.), 16 November, 1992 (16.11.92), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none) | 1-10 |
| Y | JP 10-268013 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 09 October, 1998 (09.10.98), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none) | 2-4 |
| Y | JP 6-324021 A (Hitachi, Ltd.), 25 November, 1994 (25.11.94), Full text; Figs. 1 to 16 (Family: none) | 5 |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C 17 G01V3/14

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. C 17 G01V3/14, G01N24/00

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 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2003年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2003年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2003年 |

国際調査で使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）

JOIS (JICSTファイル)

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 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Y | 「12. 地雷検知システム開発を目指す4.5 M\$のDARPAプロジェクトを受託—米国QM社一」, SUPERCONDUCTIVITY COMMUNICATIONS, Vol. 6, No. 6, Dec. 1997. [検索日 2004. 02. 13], インターネット<URL: http://www.chem.t.u-tokyo.ac.jp/appchem/labs/kitazawa/SUPERCOM/30/30_12.htm> | 1-10 |
| Y | WO 99/50689 A1 (THE GOVERNMENT OF THE UNITED STATES OF AMERICA) 1999. 10. 07全文, 第1-9図 & JP2003-512592 A | 1-10 |

 C欄の続きを参照する。 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」国際出願日前の出願または特許であるが、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 25. 02. 2004 | 国際調査報告の発送日 09. 3. 2004 |
| 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 100-8915 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） 本郷 徹 2 J 8405 電話番号 03-3581-1101 内線 3251 |

| C(続き) . 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 |
| Y | J P 4-326051 A (株式会社日立メディコ) 1992. 11. 16 全文 第1-4図 (ファミリーなし) | 1-10 |
| Y | J P 10-268013 A (住友電気工業株式会社) 1998. 10. 09 全文 第1-7図 (ファミリーなし) | 2-4 |
| Y | J P 6-324021 A (株式会社日立製作所) 1994. 11. 25 全文 第1-16図 (ファミリーなし) | 5 |