

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号
特表2007-515072
(P2007-515072A)

(43) 公表日 平成19年6月7日(2007.6.7)

(51) Int.Cl.
H01L 21/82 (2006.01)

F I
H01L 21/82 F

テーマコード (参考)
5F064

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 12 頁)

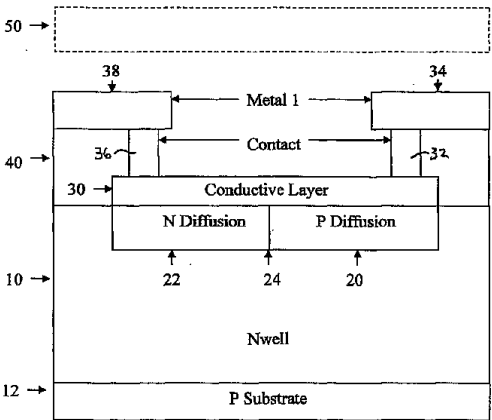
(21) 出願番号	特願2006-545545 (P2006-545545)	(71) 出願人	501144003 アナログ・デバイシズ・インコーポレーテッド アメリカ合衆国マサチューセッツ州ノーウッド、ワン・テクノロジー・ウェイ (番地なし)
(86) (22) 出願日	平成16年12月17日 (2004.12.17)	(74) 代理人	100102842 弁理士 葛和 清司
(85) 翻訳文提出日	平成18年8月15日 (2006.8.15)	(72) 発明者	ヤング, ジョン, エム. アメリカ合衆国 テキサス州 78737、オースティン、ナイルズ コーブ 8011
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/042752	Fターム(参考)	5F064 BB09 BB12 FF02 FF04 FF16 FF24 FF27 FF32 FF33 FF45
(87) 国際公開番号	W02005/059968		
(87) 国際公開日	平成17年6月30日 (2005.6.30)		
(31) 優先権主張番号	60/530,146		
(32) 優先日	平成15年12月17日 (2003.12.17)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 集積回路ヒューズおよびその製造方法

(57) 【要約】

集積回路ヒューズであって、接合部で接するP型領域およびN型領域を基体内に含み、また、P型領域およびN型領域上の導電層、および導電層に対する回路接続部であって、ヒューズプログラム信号に応答して、前記接合部上の導電層を開放するために十分な電気エネルギーを与えるための前記回路接続部を含む、前記集積回路ヒューズである。集積回路ヒューズを製造する方法もまた提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

集積回路ヒューズであって：

接合部で接する基体内の P 型領域と N 型領域；

P 型領域と N 型領域上の導電層；および

導電層に対する回路接続部であって、ヒューズプログラム信号に応答して、前記接合部において導電層を開放するために十分な電気エネルギーを与えるための前記回路接続部を具備する、前記集積回路ヒューズ。

【請求項 2】

P 型領域、N 型領域が、それぞれ P 型拡散、N 型拡散を含む、請求項 1 に記載の集積回路ヒューズ。 10

【請求項 3】

P 型領域および N 型領域が、基体内の N - w e l l に形成される、請求項 1 に記載の集積回路ヒューズ。

【請求項 4】

導電層がケイ素化合物の層を含む、請求項 1 に記載の集積回路ヒューズ。

【請求項 5】

導電層が金属を含む、請求項 1 に記載の集積回路ヒューズ。

【請求項 6】

導電層がタングステンを含む、請求項 1 に記載の集積回路ヒューズ。 20

【請求項 7】

導電層が、電気エネルギーが与えられると接合部を開放するように成形される、請求項 1 に記載の集積回路ヒューズ。

【請求項 8】

接合部が 0 . 5 マイクロメートル以下の幅を有する、請求項 1 に記載の集積回路ヒューズ。

【請求項 9】

回路接続部が、集積回路の供給電圧に対する接続部を含む、請求項 1 に記載の集積回路ヒューズ。

【請求項 10】

回路接続部が、接合部の反対側にある導電層に対する電氣的接続部を含む、請求項 1 に記載の集積回路ヒューズ。 30

【請求項 11】

接合部上に遮蔽体をさらに具備する、請求項 1 に記載の集積回路ヒューズ。

【請求項 12】

集積回路ヒューズを製造する方法であって：

接合部で接する基体 P 型領域および基体 N 型領域を形成すること；

P 型領域および N 型領域上に導電層を形成すること；および

ヒューズプログラム信号に応答して、前記接合部において導電層を開放するために十分な電気エネルギーを与えるために、前記導電層を電気エネルギー源に接続することを含む、前記方法。 40

【請求項 13】

P 型領域、N 型領域を形成することが、それぞれ P 型拡散、N 型拡散を形成することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

基体内において P 型拡散および N 型拡散を N - w e l l に形成することを含む、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

導電層を形成することが、ケイ素化合物の層を形成することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 16】

導電層を形成することが、金属の層を形成することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 17】

導電層を形成することが、タングステンの層を形成することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 18】

導電層を形成することが、所望のヒューズプログラム条件が提供されるように導電層の幅および厚さを制御することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 19】

導電層を形成することが、所望のヒューズプログラム条件が提供されるように導電層の形状を制御することを含む、請求項 12 に記載の方法。 10

【請求項 20】

導電層を形成することが、所望のヒューズプログラム条件が提供されるようにマスキング層で導電層をパターン化することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 21】

導電層を形成することが、接合部にわたって最小幅が提供されるように導電層をパターン化することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 22】

導電層を形成することが、接合部にわたって電流密度が向上されるように導電層をパターン化することを含む、請求項 12 に記載の方法。 20

【請求項 23】

導電層を接続することが、導電層を集積回路の供給電圧に接続することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 24】

導電層を接続することが、接合部の反対側にある導電層、P型領域およびN型領域に対する接続部を提供することを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 25】

接合部上に遮蔽体を形成することをさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 26】

集積回路ヒューズであって：

30

基体内においてN - wellに形成され、接合部で接する、P型拡散およびN型拡散；P型拡散およびN型拡散上のケイ素化合物の層；および

前記接合部の反対側にある、ケイ素化合物の層、並びにP型拡散およびN型拡散に対する回路接続部であって、ヒューズプログラム信号に応答して、前記接合部においてケイ素化合物の層を開放するのに十分な電気エネルギーを与える、前記回路接続部

を具備する、集積回路ヒューズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の参照 40

本願は、2003年12月17日に出願された仮出願60/530,146号に基づく優先権を主張し、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【0002】

発明の分野

本願は、集積回路の製造に関し、より具体的には、集積回路ヒューズおよび集積回路ヒューズを生産する方法に関する。

【背景技術】

【0003】

発明の背景

多くの集積回路の設計は、大きなオンチップメモリアレイを含むものである。ディジタ 50

ル信号プロセッサが一例である。産出速度を向上させるために、メモリアレイは、製造後に修復可能となるよう余剰な列および段を備えて製造される。単ビットの不具合は、不具合を含む段または列を交換することによって修復することができる。この修復は、問題のある段または列を動作不可とし、メモリアレイの代わりに段または列を動作可能とする集積回路ヒューズを使用して行うことができる。

【0004】

また、集積回路ヒューズは、チップIDおよび/または回路パラメータなどチップの種々の特徴をプログラムするために使用されることもできる。アナログ集積回路のヒューズトリミングについては、たとえば1995年1月24日付でMoyalらに付与された米国特許5,384,727号および1995年5月2日付でMoyalらに付与された米国特許5,412,594号に記載されている。

10

【0005】

チップは、複数の集積回路ヒューズを含むことがある。このような集積回路ヒューズは、極めて小さい寸法を有すること、確実にとぶこと、また、2つの別個の理論状態を有することが望まれる。

従来技術の手法の1つは、金属製ヒューズを、金属の連続性を遮断するためレーザエネルギーを使用するようにプログラミングすることである。チップの修復のコストは、しばしば全体の製造コストの10%に達するが、このコストは、修復が行われない場合における産出量の損失の大きさに対して許容可能となるように決定されている。

【0006】

20

別の従来技術の手法は、金属表面層を有するポリシリコンリンクをヒューズに含めることである。ヒューズがプログラムされる場合、電流は金属層を通して流れ、金属移動(metal migration)および熱破裂を起こす。抵抗は、通常単位面積あたり2オームから30オームまで変化し、およそ大きさの変化の単位で変化する。エネルギーの付与は、ポリシリコンが熱破裂を起こすまで続けられる。ポリシリコンの熱破裂に必要な追加のエネルギーは、非常に大きい。また、開放状態における抵抗は、10Kオームの範囲である。よって、ヒューズは完全には開放されていない。さらに、抵抗は時間経過により減少することがある。ポリシリコンヒューズについては、たとえば1999年10月26日付でBoydらにより付与された米国特許5,973,977号、およびD.Anandらによる「An On-Chip Self-Repair Calculation and Fusing Methodology」(IEEE Design & Test of Computersの2003年9~10月号67~75ページ)に記載されている。

30

【0007】

従来技術の集積回路ヒューズは、それぞれ1または2以上の欠点を有していた。したがって、集積回路ヒューズおよび集積回路ヒューズの生産方法を改善する必要がある。

【発明の開示】

【0008】

発明の概要

本発明の第1の観点によれば、集積回路ヒューズが提供される。集積回路ヒューズは、接合部で接するP型領域およびN型領域を基体内に含み、また、P型領域とN型領域上の導電層、および導電層に対する回路接続部であって、ヒューズプログラム信号に応答して、前記接合部において導電層を開放するために十分な電気エネルギーを与えるための前記回路接続部を含む。

40

【0009】

本発明の第2の観点によれば、集積回路ヒューズを製造するための方法が提供される。この方法は、接合部で接する基体P型領域および基体N型領域を形成すること、P型領域およびN型領域上に導電層を形成すること、およびヒューズプログラム信号に応答して、前記接合部において導電層を開放するために十分な電気エネルギーを与えるために、前記導電層を電気エネルギー源に接続することを含む。

【0010】

本発明をより理解するために、添付の図面を参照する。これらは、参照により本明細書

50

に組み込まれる。

【0011】

詳細な説明

本発明の第1の態様による集積回路ヒューズを図1および図2に示す。図1は断面図、図2は上面図である。N-well10をP型基体12に形成する。P型領域20およびN型領域22をN-well10に形成する。P型領域20とN型領域22は、接合部24で接している。P型拡散、N型拡散とそれぞれ呼ばれることもあるP型領域20およびN型領域22は、適切なドーパントイオンをイオン注入し、次いでドーパントイオンの拡散が起きるようにアニールして半導体ダイオードを形成することによって形成することができる。

10

【0012】

導電層30をP型領域20およびN型領域22上に形成し、とくに接合部24を覆う。導電層30は、金属または自己整合ケイ化反応(self-aligned silicide process)により形成される金属ケイ化物などの金属ケイ化物とすることができる。P型領域20上の導電層30を、接触部32によって金属製相互接続ライン34に接続する。金属製相互接続ライン34、38は、絶縁層40によって基体12から隔離されるパターン化された金属層の一部としてもよい。実際に実施する際には、電流輸送能を高めるために、金属相互接続ライン34を複数の接触部32によって導電層30に接続し、また、金属相互接続ライン38を複数の接触部36によって導電層30に接続してもよい。

【0013】

20

図2に示すように、P型領域20は、比較的大きな領域接触部分20aおよび比較的小さな接合部分20bを含んでもよい。同様に、N型領域22は、比較的大きな領域接触部分22aおよび比較的小さな接合部分22bを含んでもよい。接合部分20bおよび接合部分22bは、接合部24で接し、接合部24の幅Wを画定する。

【0014】

自己整合ケイ化反応にしたがって、金属ケイ化物をP型領域20およびN型領域22上に形成し、かつこれらの領域の外側には形成しないようにする。したがって、導電層(図1)は、接触部分20a、22a上に比較的大きな領域を有し、接合部分20b、22b上に比較的小さな領域を有する。この構成により、接触部20a、22a上の導電層30に対する複数の接触部を設けることが可能になる。さらに、導電層30は、接合部24上において比較的小さく、後述するように、ヒューズがプログラムされるときに導電層30が破裂しやすくなっている。電流が導電層30を通過するとき、電流密度は、接合部24上の小さい部分において最大となり接合部24上の導電層30を破裂させる傾向がある。

30

【0015】

図1および図2の集積回路ヒューズの等価回路を図3に示す。レジスタ60およびレジスタ62は、P型領域20およびN型領域22上の導電層30の抵抗をそれぞれ表す。可変レジスタ64は、接合部24上の導電層30の抵抗を表す。ダイオード70は、P型領域20とN型領域22の間の接合部24におけるダイオードに対応する。レジスタ72およびレジスタ74は、P型領域20およびN型領域22の大部分の抵抗をそれぞれ表す。さらに図3が示すように、レジスタ62およびレジスタ74を供給電圧 V_{dd} に接続してもよく、レジスタ60およびレジスタ72をトランジスタスイッチ80に接続してもよい。トランジスタスイッチ80は、ヒューズプログラム信号に応答して、レジスタ60およびレジスタ72をグラウンドなどの参照電圧に接続してもよい。再び図1を参照して、供給電圧 V_{dd} を金属製相互接続ライン38に接続してもよく、また、トランジスタスイッチ80を金属製相互接続ライン34に接続してもよい。

40

【0016】

使用の際には、図1~3の集積回路ヒューズは、閉止状態で製造し、また、不可逆的に開放状態にプログラムしてもよい。閉止状態において、電流は、金属製相互接続ライン38から導電層30を通過して金属製相互接続ライン34に流れる。開放状態において、ヒューズは、ダイオード70に逆バイアスがかかるときに、金属製相互接続ライン38と金属

50

製相互接続ライン 34 との間に高い電気抵抗を有する。図 1 ~ 3 のヒューズは、金属移動および破裂を起こすよう電流を十分に導電層 30 を通過させることによってプログラムする。これは、ヒューズプログラム信号をトランジスタスイッチ 80 に与えることによって行ってもよく、これによって電流が導電層 30 を通って流れるように導電層 30 および P 型領域 20 がグラウンドに接続される。導電層 30 は、図 2 に示すように接合部 24 上で比較的狭いので、金属は、接合部 24 上で破裂する。このため、P 型領域 20 および N 型領域 22 が残り、通常 100 K オームの範囲の高い抵抗を有する逆バイアスされたダイオード 70 (図 3) として作用する。

【0017】

これから本発明の態様による集積回路ヒューズの例を説明する。P 型領域 20 は、不純物原子を毎立方センチメートル (cm) $10^{15} \sim 10^{20}$ の範囲のドーパで注入することによって形成することができる。N 型領域 22 は、毎立方 cm $10^{15} \sim 10^{20}$ の範囲でドーパを有する不純物原子を注入することによって形成することができる。P 型領域 20 および N 型領域 22 は、200 オングストロームの桁の深さを有することができ、また、接合部 24 の幅 W は、0.1 ~ 0.5 マイクロメートル (μm) の範囲とすることができる。導電層 30 は、10 ~ 100 オングストロームの範囲の厚さを有するタングステンとすることができる。導電層 30 のための他の適切な物質には、チタン、プラチナおよびパラジウムが含まれる。これらのパラメータは、例示のために与えられるのであって、本発明の範囲について限定を加えるものではない。

【0018】

本発明が任意で備える特徴を図 1 に示す。熱的遮蔽体 50 を接合部 24 上に配置してもよい。熱的遮蔽体は、金属層、たとえば集積回路の金属相互接続層のパターン化された領域などである。遮蔽体 50 は、低いエネルギーでの破裂を促進するために、熱をヒューズにとって局所的領域に閉じ込めることを助ける。また、遮蔽体 50 は、集積回路の上の層を破裂するヒューズの熱から保護する役割も果たす。

【0019】

本発明の第 2 の態様による集積回路ヒューズを図 4 および図 5 に示す。図 4 は、上面図、図 5 は断面図である。P 型領域 120 および N 型領域 122 は、N-well 110 内に形成する。P 型領域 120 および N 型領域 122 は、接合部 124 で接する。図 1 ~ 3 で示した態様とは対照的に、P 型領域 120 および N 型領域 122 は、比較的小さい接合部分を含まない。その代わりに、P 型領域 120 および N 型領域 122 は、その全幅に沿って接し、強固な PN 接合部を提供する。

【0020】

図 4 および図 5 の態様において、P 型領域 120 および N 型領域 122 を覆う導電層 130 の大きさおよび形状は、パターン化されたマスキング層によって定められる。RPO として知られるマスキング層は、ケイ化物導電層 130 のパターン化のために使用することができる。図 4 において、導電層 130 によって覆われない領域を定めるマスク部分 140、142 によってマスキング層を示す。図 4 に示すように、マスク部分 142 は、接合部 124 上の頂点 146 に向かってテーパ形状とし、マスク部分 144 は、接合部 124 上の頂点 148 に向かってテーパ形状とする。マスク部分 142、144 の外側の領域は、導電層 130 によって覆われた領域を定める。したがって、ピーク 146 とピーク 148 の間の間隔は、接合部 124 上の導電層 130 の幅 W を定めている。マスク部分 142、144 のテーパ部は、導電層 130 が接合部 124 上において最小の幅 W を有するようにしてなる。結果として、電流が導電層 130 を通って流れるとき、電流密度は、接合部 124 上の最も小さい領域において最大となり、導電層 130 は、接合部 124 上で破裂する傾向をもつ。

【0021】

導電層 130 の大きさおよび形状は、マスク部分 142、144 の大きさおよび形状を制御することによって制御可能であることを理解されたい。よって、たとえば頂点 146 と頂点 148 の間の間隔やマスク部分 142、144 のテーパ部は、可変でもよい。さら

10

20

30

40

50

に、テーパ部は、線形でも非線形でもよい。

【 0 0 2 2 】

実際の集積回路は、本明細書に示し、説明したタイプの集積回路ヒューズを任意の数含みうることを理解されたい。ヒューズは、所望の機能を備えるために他の回路と組み合わせられる。

【 0 0 2 3 】

現時点において本発明の好適な態様と考えられるものが示され、説明されたが、当業者が添付した特許請求の範囲によって定まる本発明の範囲を逸脱することなく、変更および改変をなすことは自明である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の態様による集積回路ヒューズの簡略断面図である。

【 図 2 】 図 1 の集積回路ヒューズの上면図である。

【 図 3 】 図 1 および図 2 の集積回路ヒューズと等価の回路を説明する概略図である。

【 図 4 】 本発明の第 2 の態様による集積回路の上면図である。

【 図 5 】 図 4 の集積回路ヒューズ断面図である。

10

【 図 1 】

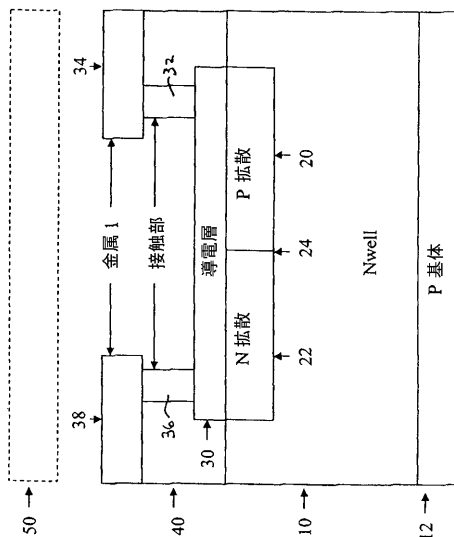


図 1

【 図 2 】

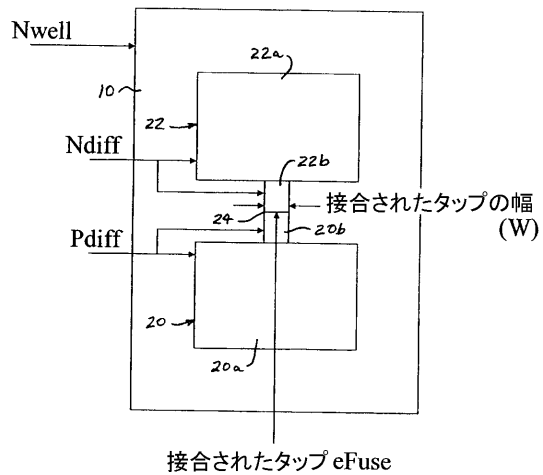


図 2

【 図 3 】

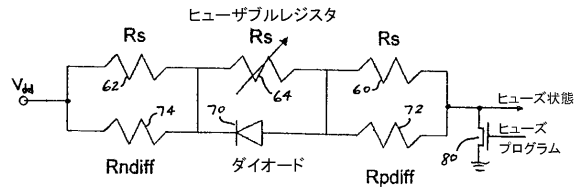


図 3

【 図 4 】

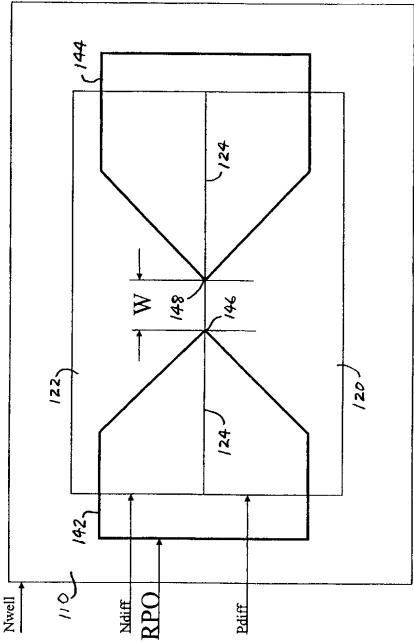


図 4

【 図 5 】

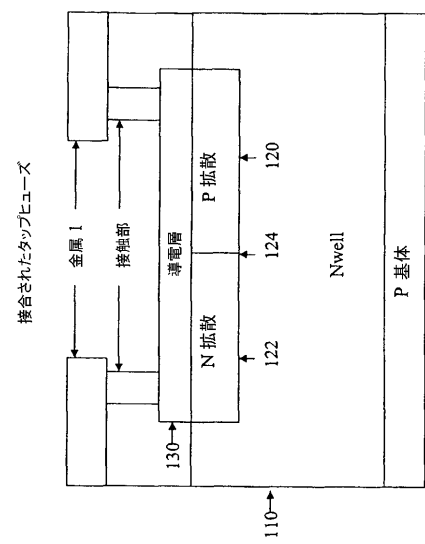


図 5

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/042752

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L23/525

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)
IPC 7 H01L

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/102520 A1 (MARR KENNETH W ET AL) 5 June 2003 (2003-06-05) paragraphs '0040! - '0066!; figures 1,3 paragraphs '0087! - '0092! -----	1-26
A	US 5 622 892 A (BEZAMA ET AL) 22 April 1997 (1997-04-22) figure 3B -----	11,25
A	US 2003/160297 A1 (KOTHANDARAMAN CHANDRASEKHARAN ET AL) 28 August 2003 (2003-08-28) paragraph '0031! -----	8
A	US 6 033 939 A (AGARWALA ET AL) 7 March 2000 (2000-03-07) the whole document -----	1-26
-/-		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 June 2005

Date of mailing of the international search report

05/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Edmeades, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/US2004/042752

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 015 604 A (LIM ET AL) 14 May 1991 (1991-05-14) the whole document	1-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US2004/042752

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003102520 A1	05-06-2003	US 2002005564 A1 US 6323534 B1 US 2002102755 A1 US 2003211661 A1 US 2001002322 A1	17-01-2002 27-11-2001 01-08-2002 13-11-2003 31-05-2001
US 5622892 A	22-04-1997	JP 3048885 B2 JP 7335761 A US 5585663 A	05-06-2000 22-12-1995 17-12-1996
US 2003160297 A1	28-08-2003	WO 03073503 A2 EP 1479106 A2	04-09-2003 24-11-2004
US 6033939 A	07-03-2000	NONE	
US 5015604 A	14-05-1991	US 5465004 A	07-11-1995

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW