

(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2004-511108

(P2004-511108A)

(43) 公表日 平成16年4月8日(2004.4.8)

(51) Int.Cl.⁷H01L 21/304
B24B 37/00

F 1

H01L 21/304 622F
H01L 21/304 622S
B24B 37/00 C

テーマコード(参考)

3C058

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2002-534038 (P2002-534038)
 (86) (22) 出願日 平成13年9月20日 (2001.9.20)
 (85) 翻訳文提出日 平成15年4月7日 (2003.4.7)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2001/029398
 (87) 国際公開番号 WO2002/030617
 (87) 国際公開日 平成14年4月18日 (2002.4.18)
 (31) 優先権主張番号 60/238,862
 (32) 優先日 平成12年10月6日 (2000.10.6)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 500397411
 キャボット マイクロエレクトロニクス
 コーポレーション
 アメリカ合衆国、イリノイ 60504,
 オーロラ、ノース コモンズ ドライブ
 870
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敏
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100087871
 弁理士 福本 積
 (74) 代理人 100082898
 弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】充填材入り透光性領域を含む研磨パッド

(57) 【要約】

少なくとも光を透す領域を含む研磨パッドであって、この光を透す領域がマトリックスポリマーと充填材を含む研磨パッドが提供される。また、少なくとも光を透す領域を含む研磨パッドを製造する方法であって、(a)多孔質マトリックスポリマーを用意すること、(b)マトリックスポリマーの少なくとも一部の孔に充填材を充填し少なくとも光を透す領域を設けること、及び(c)光を透す領域を含む研磨パッドを形成すること、を含む方法も提供される。本発明の研磨パッドの使用を含む、基材、特に半導体基材、を研磨する方法も提供される。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも光を透す領域を含む研磨パッドであって、該光を透す領域がマトリックスポリマーと充填材を含んでいる研磨パッド。

【請求項 2】

該マトリックスポリマーが該充填材がなければ実質的に不透明であり、該充填材と組み合わせられると少なくとも光を透す請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 3】

該マトリックスポリマーが該充填材がなければ多孔質である請求項 2 に記載の研磨パッド。

10

【請求項 4】

該マトリックスポリマーがポリウレタンである請求項 3 に記載の研磨パッド。

【請求項 5】

該充填材が該マトリックスポリマーとほぼ同じ屈折率を有する請求項 4 に記載の研磨パッド。

20

【請求項 6】

該充填材が有機化合物を含む請求項 4 に記載の研磨パッド。

【請求項 7】

該充填材が、エポキシ樹脂、熱硬化性樹脂、紫外線硬化性樹脂、光硬化性樹脂、及びそれらの混合物からなる群から選択される請求項 4 に記載の研磨パッド。

20

【請求項 8】

該充填材が、ポリエステル、スチレン、アクリル樹脂、アクリレート、メタクリレート、ポリカーボネート、エチルシアノアクリレート、及びそれらの混合物からなる群から選択される請求項 4 に記載の研磨パッド。

【請求項 9】

該充填材がポリエステルである請求項 8 に記載の研磨パッド。

【請求項 10】

該充填材が該光を透す領域の一部の孔だけを占有する請求項 3 に記載の研磨パッド。

30

【請求項 11】

該光を透す領域が固有の表面組織を有する請求項 10 に記載の研磨パッド。

【請求項 12】

該充填材が該光を透す領域の実質的に全部の孔を占有する請求項 3 に記載の研磨パッド。

【請求項 13】

実質的に不透明な領域をさらに含む請求項 2 に記載の研磨パッド。

【請求項 14】

該実質的に不透明な領域が多孔質である請求項 13 に記載の研磨パッド。

【請求項 15】

該実質的に不透明な領域が固有の表面組織を有する請求項 14 に記載の研磨パッド。

【請求項 16】

該実質的に不透明な領域及び該光を透す領域が連続のマトリックスポリマーを含む請求項 13 に記載の研磨パッド。

40

【請求項 17】

該パッドの表面の少なくとも一部が外因的に作られた表面組織を含む請求項 16 に記載の研磨パッド。

【請求項 18】

該光を透す領域が約 190 ~ 3500 nm の波長を有する光に対して透光性である請求項 1 に記載の研磨パッド。

【請求項 19】

少なくとも光を透す領域を含む研磨パッドを製造する方法であって、

(a) 多孔質のマトリックスポリマーを用意すること、

50

(b) 該マトリックスポリマーの領域の少なくとも一部の孔に充填材を充填して少なくとも光を透す領域を設けること、及び

(c) 該光を透す領域を含む研磨パッドを形成すること、
を含む研磨パッド製造方法。

【請求項 20】

該マトリックスポリマーが該充填材がなければ実質的に不透明であり、充填材と一緒にされると少なくとも透光性になる請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

該マトリックスポリマーがポリウレタンである請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】

該充填材が該マトリックスポリマーとほぼ同じ屈折率を有する請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

該充填材が有機化合物を含む請求項 21 に記載の方法。

【請求項 24】

該充填材が、エポキシ樹脂、熱硬化性樹脂、紫外線硬化性樹脂、光硬化性樹脂、及びそれらの混合物からなる群から選択される請求項 21 に記載の方法。

【請求項 25】

該充填材が、ポリエステル、スチレン、アクリル樹脂、アクリレート、メタクリレート、ポリカーボネート、エチルシアノアクリレート、ウレタン、及びそれらの混合物からなる群から選択される請求項 21 に記載の方法。

【請求項 26】

該充填材がポリエステルである請求項 25 に記載の方法。

【請求項 27】

該マトリックスポリマーの領域の一部の孔だけを充填して該光を透す領域とする請求項 21 に記載の方法。

【請求項 28】

該光を透す領域が固有の表面組織を含む請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

該マトリックスポリマーの領域の実質的に全部の孔を充填して該光を透す領域とする請求項 21 に記載の方法。

【請求項 30】

該研磨パッドが実質的に不透明な領域を含む請求項 19 に記載の方法。

【請求項 31】

該実質的に不透明な領域が多孔質である請求項 30 に記載の方法。

【請求項 32】

該実質的に不透明な領域が固有の表面組織を含む請求項 31 に記載の方法。

【請求項 33】

該研磨パッドの表面の少なくとも一部に外因的に作られた表面組織を設けることをさらに含む請求項 19 に記載の方法。

【請求項 34】

該光を透す領域が約 190 ~ 3500 nm の波長を有する光に対して透光性である請求項 19 に記載の方法。

【請求項 35】

請求項 1 に記載の研磨パッドの使用を含む基材の研磨方法。

【請求項 36】

該基材が半導体デバイスである請求項 35 に記載の方法。

【請求項 37】

該研磨パッドの該光を透す領域を通して光を通過させることをさらに含む請求項 36 に記載の方法。

【請求項 38】

10

20

30

40

50

該光がレーザー光である請求項 3 7 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

発明の技術分野

本発明は、少なくとも光を透す領域を含む研磨パッドに関し、かつそのような研磨パッドを製造及び使用する方法に関する。

【0002】

発明の背景

基材の表面を研磨する場合、研磨プロセスをその場で (in situ) 監視するのが有利であることが多い。研磨プロセスをその場で監視する1つの方法は、開口又は窓を有する研磨パッドを用いることを必要とする。開口又は窓は、光が通過できる入口を提供して研磨プロセスの間その基材表面を検査することを可能にする。開口や窓を有する研磨パッドは公知であり、半導体デバイスの表面などの基材を研磨するために用いられている。例えば、米国特許第5,605,760号明細書 (Roberts) は、スラリーを吸収したり輸送したりする固有の能力のない、固体の一様なポリマーから形成される透明な窓を有するパッドを提供している。米国特許第5,433,651号明細書 (Lustingら) は、パッドの一部が除去されて光が通過できる開口になっている研磨パッドを開示している。米国特許第5,893,796号及び第5,964,643号各明細書 (どちらもBirangらによる) は、研磨パッドの一部を除去して開口とし、その開口に透明なポリウレタン又は石英の栓をして透明な窓にすること、又は研磨パッドの支持材の一部を除去してパッドに光透過性を付与することを開示している。10
20

【0003】

しかし、依然として透光性の領域を有する効果的な研磨パッド、及びそれを製造及び使用する効率的な方法が必要とされている。本発明は、そのようなパッド、ならびにそれを製造及び使用する方法を提供する。本発明のこれら及びその他の利点、ならびに本発明のその他の特徴は、本発明についての以下の説明から明らかになろう。

【0004】

発明の簡単な概要

本発明は、少なくとも光を透す領域を含む研磨パッドであって、この光を透す領域がマトリックスポリマーと充填材を含んでいる研磨パッドを提供する。さらに本発明は、少なくとも光を透す領域を含む研磨パッドを製造する方法であって、(a) 多孔質のマトリックスポリマーを用意すること、(b) マトリックスポリマーの孔の少なくとも一部を充填材で充填して少なくとも光を透す領域を設けること、及び(c) 少なくとも光を透す領域を含む研磨パッドを形成すること、を含む方法を提供する。本発明の研磨パッドの使用を含む、基材、特に半導体基材を研磨する方法も提供される。30

【0005】

発明の詳細な説明

本発明の研磨パッドは少なくとも光を透す領域（透光性領域）を含み、この光を透す領域はマトリックスポリマーと充填材を含む。ここで用いられる「少なくとも光を透す」という用語は、パッドの表面に接触する光の少なくとも一部を透過することができることを指し、わずかに、部分的に、実質的に、及び完全に透光性の又は透明な物質を記述するために用いることができる。本発明の研磨パッドの光を透す領域は、好ましくは約190~3500 nmの波長を有する光に対して、さらに好ましくは可視光に対して、最も好ましくは、特に研磨パッドと共に用いられる研磨装置で用いられるような、レーザー光源からの可視光に対して、少なくとも光透過性である。40

【0006】

マトリックスポリマーは、一般に、研磨パッドの本体の役目をするものであり、当該技術分野で公知のいかなる適当なポリマーを含んでもよい。好ましいマトリックスポリマーは、その天然の形態によって、又は当該技術分野で公知のいろいろな生産手法（例えば、発泡、ブロー、等）を用いることによって、多孔質の構造（すなわち、任意の大きさ又は形

の複数の孔、空所、通路、導通路、などを含む)を提供できる。さらに好ましくは、マトリックスポリマーの構造は、充填材が存在しないときはマトリックスポリマーが実質的に不透明であるが、充填材と一緒にするとマトリックスポリマーが少なくとも光透過性になるようなものである。マトリックスポリマーとして使用するのに適したポリマーには、ウレタン、アクリル、ナイロン、エポキシ、その他当該技術分野で公知の適當なポリマーが含まれる。好ましいマトリックスポリマーは、ポリウレタン、さらに好ましくは多孔質ポリウレタン、を含むか、又はそれから本質的になり、又はそれからなる。

【0007】

一般に、マトリックスポリマーは、研磨パッドの研磨表面を提供し、研磨の際にこの表面が基材表面と接触する。したがって、マトリックスポリマーはパッドの研磨表面にくまなくスラリーを運ぶのを容易にする表面組織を含むことが好ましい。好ましくは、マトリックスポリマーはその表面の研磨スラリーを吸収及び/又は移動することを可能にする固有の表面組織を含む。「固有の表面組織」という用語は、外因的な加工によって作られた組織でなく、構成物の性質から生じる表面組織を指す。例えば、多孔質ポリウレタンパッドはパッド表面に露出した孔構造の結果としての固有の表面組織を持つことができる。マトリックスポリマーは、固有の表面組織に加えて、又はその代わりに、当該技術分野で公知であるような外因的な加工(例えば、エンボス加工、型打ち、切抜き又は擦過など)によって作られた表面組織(すなわち外因的な表面組織)を含むことができる。本発明のマトリックスポリマーは、スラリーを吸収し及び/又はパッドの表面にくまなく運ぶのを容易にするに十分な固有の及び/又は外因的な表面組織を含むことが好ましい。

10

20

30

40

【0008】

研磨パッドの透光性の領域はマトリックスポリマーと充填材とを含む。充填材は、マトリックスポリマーと一緒にになってマトリックスポリマーの透光性を高めることができるどんな物質であってもよい。どんな特定の理論にも拘束されたくないが、マトリックスポリマー内の空気又は気体が充満している孔又は空所(すなわちマイクロポア又はマイクロボイド)は通過する光を散乱させ、それによりマトリックスポリマーの透光性を低下させ又はマトリックスポリマーを不透明にすると考えられる。さらに、充填材は、気体が充満している孔又は空所の気体又は空気の少なくとも一部をマトリックスポリマーにより近い屈折率を有する充填材で置き換えることによって、その孔又は空所の光散乱効果を減少させると考えられる。その結果、一緒にしたマトリックスポリマー/充填材は、単独のマトリックスポリマーに比べて光透過率が高く(すなわち透光性が高く)なり、光学密度が減少する。したがって、充填材はマトリックスポリマーの孔を占めている気体(例えば、空気)の屈折率よりも大きな屈折率、したがってマトリックスポリマーのそれにより近い屈折率を有することが好ましい。充填材はマトリックスポリマーの屈折率とほぼ同じ屈折率を有することがさらに好ましい。マトリックスポリマーと充填材と一緒にしたものとの透光性は、マトリックスポリマーの屈折率と充填材のそれとの相対的な差に部分的に依存するので、充填材の選択は、一部は使用されるマトリックスポリマーに依存する。

【0009】

充填材は、適當な任意の物質を含むことができ、あるいはそれから本質的になることができ、あるいはそれからなることができる。適當な充填材としては、例えば、脂肪、オイル、天然樹脂、等の有機化合物がある。その他の適當な充填材としては、エポキシ樹脂、熱硬化性樹脂、紫外線硬化性樹脂、光硬化性樹脂、及びそれらの混合物、などの合成ポリマー及び樹脂がある。本発明に関連して使用するのに適した充填材のもっと具体的な例としては、ポリエステル、スチレン、アクリル樹脂、アクリレート、メタクリレート、ポリカーボネート、エチルシアノアクリレート、及びそれらの誘導体及び混合物、があげられる。好ましい充填材材料は、ポリエステルを含み、又はそれから本質的になり、又はそれからなる。

【0010】

一般に、マトリックスポリマーの所定の領域の透光性の度合い(すなわち透過する光の量)は、充填材によって占められる孔の数が増加するにつれて増大する。しかし、透光性の

50

領域とするために充填材はマトリックスポリマーの領域のすべての孔を占める必要はない。本発明の1つの側面によれば、充填材は研磨パッドの透光性領域の孔のうちの一部しか占有しない。例えば、充填材はマトリックスポリマーの領域の内部の孔のうちの十分な部分を占有して透光性領域にことができるが、この透光性領域の表面の孔は実質的に充填しないで残し、マトリックスポリマーの透光性領域がその固有の表面組織を保持するのを可能にすることができます。本発明の別の側面によれば、充填材は透光性領域の実質的にすべての孔を占有する。この側面によると、例えば、内部の孔も表面の孔も充填されて、マトリックスポリマーの固有の表面組織は減少または消失する。

【0011】

本発明の研磨パッドは全体が透光性であってもよいが、好ましくは研磨パッドは透光性領域の他に、実質的に不透明な領域を含む。前に述べたように、マトリックスポリマーは好ましくは、充填材が存在しなければ実質的に不透明である。したがって、一般には、実質的に不透明な領域と透光性の領域が連続のマトリックスポリマーを含むように、マトリックスポリマーの未充填の領域によって実質的に不透明の領域がもたらされる。しかし、実質的に不透明な領域は連続のマトリックスポリマーなしにすることができる。言い換えると、透光性領域は、実質的に不透明な領域の材料と異なるマトリックスポリマーを含むことができる。例えば、マトリックスポリマーを含む透光性領域を異なる材料を含む実質的に不透明な研磨パッドの一部に挿入し、又はその一部として形成することができる。不透明領域を形成するための適当な材料は一般に当該技術分野で公知であり、それには多孔質又は非多孔質ポリウレタン、ナイロン、アクリルなどのよく用いられる研磨パッド材料が含まれる。また、マトリックスポリマーに関して前に述べたように、パッドの実質的に不透明な領域は、スラリーを吸収し及び／又はそれをパッドの表面にくまなく運ぶのを容易にする固有の表面組織及び／又は外因的な表面組織を含むことが好ましい。

【0012】

ここで検討した特徴の他に、充填材及び／又はマトリックスポリマーは他の構成要素、成分、又は添加物、例えば支持材、接着剤、研磨材、及びその他当該技術分野で公知の添加物を含むことができる。充填材及び／又はマトリックスポリマーは、例えば、ある波長の光の通過を許す一方で他の波長の光の通過を阻止又は排除する、紫外線又は色を吸収又は反射する物質のような光吸収性又は反射性構成要素を含むことができる。

【0013】

本発明はまた、少なくとも光を透す領域を含む研磨パッドを製造する方法を提供し、この方法は、(a)多孔質マトリックスポリマーを用意すること、(b)このマトリックスポリマーの孔のうちの少なくとも一部に充填材を充填して少なくとも光を透す領域を設けること、及び(c)少なくとも光を透す領域を含む研磨パッドを形成すること、を含む。この本発明の方法のマトリックスポリマー、充填材、及びその他の構成要素は、本発明の研磨パッドに関連して先に説明したとおりである。この研磨パッドは任意の適当な手法で製造することができる。

【0014】

研磨パッドは、充填材と一緒にする前又は後のマトリックスポリマーから、当該技術分野で公知の任意の方法によって形成できる。適当な方法には、注型、切削、射出成形、又はプレスによってマトリックスポリマーを所望の研磨パッドの形にすることが含まれる。所望に応じ、マトリックスポリマーを成形する前又は後で他の研磨パッド構成要素をマトリックスポリマーに加えることができる。例えば、当該技術分野において一般的に知られたいいろいろな方法によって、支持材を取り付けたり、孔をあけたり、表面組織を作り出したりすることができる。好ましくは、研磨パッド又はマトリックスポリマーの表面の少なくとも一部にマクロ又はミクロ組織が作り出される。

【0015】

マトリックスポリマーの孔は、当該技術分野で公知の任意の方法によって充填材を充填することができる。適当な方法には、液体充填材をマトリックスポリマーの表面に流し、あるいはマトリックスポリマーを液体充填材に浸漬し、そして充填材をマトリックスポリマ

10

20

30

40

50

ー中に吸収させることが含まれる。圧力及び／又は熱を利用してマトリックスポリマーへの充填材の吸収を助けることができる。あるいはまた、充填材をマトリックスポリマーと混ぜ合わせて、注型その他の仕方で固化させて充填材入りのマトリックスポリマーにすることができる。マトリックスポリマーの孔に充填材を充填するその他の方法が利用可能であり、当業者には公知である。

【0016】

本発明はまた、本発明の研磨パッドの使用を含む基材の研磨方法を提供する。基材を研磨するこの方法は、任意の基材、例えば、ガラス、金属、金属酸化物、金属複合材料、半導体ベース材料、又はそれらの混合物を含む基材を、研磨又は平坦化するために用いることができる。基材は、任意の適当な金属を含むことができ、あるいはそれから本質的になることができ、あるいはそれからなるものであってよい。適当な金属としては、例えば、銅、アルミニウム、タンタル、チタン、タングステン、金、白金、イリジウム、ルテニウム、及びそれらの組み合わせ（例えば、合金又は混合物）、などがある。基材はまた、任意の適当な金属酸化物を含み、又はそれから本質的になり、又はそれからなることもできる。適当な金属酸化物としては、例えば、アルミナ、シリカ、チタニア、セリア、ジルコニア、ゲルマニア、マグネシア、及びそれらの組み合わせ、がある。さらに、基材は、任意の適当な金属複合材料を含み、又はそれから本質的になり、又はそれからなることもできる。適当な金属複合材料としては、例えば、金属窒化物（例えば、窒化タンタル、窒化チタン及び窒化タングステン）、金属炭化物（例えば、炭化ケイ素及び炭化タングステン）、ニッケル・リン、アルミノボロシリケート、ホウケイ酸ガラス、リンケイ酸ガラス（P S G）、ホウリンケイ酸ガラス（B P S G）、シリコン／ゲルマニウム合金、及びシリコン／ゲルマニウム／炭素合金、などがある。基材はまた、任意の適当な半導体ベース材料を含み、又はそれから本質的になり、又はそれからなることもできる。適当な半導体ベース材料としては、単結晶シリコン、多結晶シリコン、アモルファシリコン、絶縁体上シリコン、及び化合物半導体材料、例えばヒ化ガリウム、リン化インジウム、などがある。

【0017】

本発明の方法は、いろいろな硬化工作物を平坦化又は研磨するのに、例えば、メモリー又は硬質ディスク、金属（例えば、貴金属）、I L D層、微細電子・機械システム、強誘電体、磁気ヘッド、ポリマーフィルム、及び低及び高誘電率フィルムを平坦化又は研磨するのに使用できる。「メモリー又は硬質ディスク」という用語は、電磁的な形で情報を保持する何らかの磁気ディスク、ハードディスク、硬質ディスク、又はメモリーディスクを指す。メモリー又は硬質ディスクは、普通、ニッケル・リンを含む表面を有するが、表面は他のどんな適当な物質を含んでもよい。

【0018】

本発明の方法は、半導体デバイスを研磨又は平坦化するのに、例えば、約0.25 μm又はそれより小さな（例えば、0.18 μm以下の）デバイスフィーチャー寸法を有する半導体デバイスを研磨又は平坦化するのに特に有用である。ここで用いる「デバイスフィーチャー」という用語は、单一機能成分、例えば、トランジスタ、抵抗器、コンデンサ、集積回路、などを指す。本発明の方法は、半導体デバイスの製造の際に、半導体デバイスの表面を、例えばトレンチ分離法による分離構造の形成時に、研磨又は平坦化する（S T I研磨）のに用いることができる。本発明の方法はまた、層間絶縁膜の形成時に半導体デバイスの誘電体層又は金属層（すなわち金属配線）を研磨するのに用いることもできる（I L D研磨）。

【0019】

基材を研磨する本発明の方法は、例えば基材の研磨又は平坦化の際に研磨プロセスを点検又は監視するために、研磨パッドの透光性領域を通して光を基材表面に進ませることをさらに含むことができる。基材の表面から反射された光又はその他の放射線を分析して研磨プロセスを点検又は監視する技術は当該技術分野で公知である。そのような方法は、例えば、米国特許第5,196,353号、米国特許第5,433,651号、米国特許第5,609,511号、米国特許第5,643,046号、米国特許第5,658,183号

10

20

30

40

50

号、米国特許第5,730,642号、米国特許第5,838,447号、米国特許第5,872,633号、米国特許第5,893,796号、米国特許第5,949,927号、及び米国特許第5,964,643号各明細書に提示れている。

【0020】

特許明細書、特許出願明細書、及び刊行物を含めて、ここで引用された全ての参考文献は、参照することによって全体がここに取り込まれる。

【0021】

本発明を好ましい態様に重点を置いて説明してきたが、好ましい態様を変形したもの用いることができること、そして本発明はここで具体的に説明したのとは違う仕方で実施してもよいものであるということは、当業者に明らかであろう。したがって、本発明は、特許請求の範囲で明示される発明の精神及び範囲に包含されるすべての変更を含むものである。10

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
18 April 2002 (18.04.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/30617 A1(51) International Patent Classification⁷: B24B 37/04,
49/12CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, 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, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,
SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA,
ZW.

(21) International Application Number: PCT/US01/29398

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), European
patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European
patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).(22) International Filing Date:
20 September 2001 (20.09.2001)

Declarations under Rule 4.17:

- as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(iii)) for all designations
- as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(ii)) for all designations

(25) Filing Language: English

Published:
— with international search report
— before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

(26) Publication Language: English

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(30) Priority Data:
60/238,862 6 October 2000 (06.10.2000) US

(71) Applicant: CABOT MICROELECTRONICS CORPORATION [US/US]; 870 North Commons Drive, Aurora, IL 60504 (US).



(72) Inventor: NEWELL, Kelly J.; 1334 South 5th Street, St. Charles, IL 60174 (US).

(74) Agent: TURNER-BRIM, Phyllis, T.; Law Department, CABOT MICROELECTRONICS CORPORATION, 870 North Commons Drive, Aurora, IL 60504 (US).

(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,

WO 02/30617 A1

(54) Title: POLISHING PAD COMPRISING A FILLED TRANSLUCENT REGION

(57) Abstract: A polishing pad comprising a region that is at least translucent, wherein the translucent region comprises a matrix polymer and a filler, is provided herein. Also provided is a method for producing a polishing pad comprising a region that is at least translucent, which method comprises (a) providing a porous matrix polymer, (b) filling at least a portion of the pores of the matrix polymer with a filler to provide a region that is at least translucent, and (c) forming a polishing pad comprising the region that is translucent. A method of polishing a substrate, particularly a semiconductor substrate, comprising the use of the polishing pad of the present invention also is provided herein.

WO 02/30617

PCT/US01/29398

POLISHING PAD COMPRISING A FILLED TRANSLUCENT REGION**TECHNICAL FIELD OF THE INVENTION**

This invention pertains to a polishing pad comprising a region that is at least translucent to light, and a method of producing and using such a polishing pad.

5 **BACKGROUND OF THE INVENTION**

In polishing the surface of a substrate, it is often advantageous to monitor the polishing process *in situ*. One method of monitoring the polishing process *in situ* involves the use of a polishing pad having an aperture or window. The aperture or window provides a portal through which light can pass to allow the inspection of the
10 substrate surface during the polishing process. Polishing pads having apertures and windows are known and have been used to polish substrates, such as the surface of semiconductor devices. For example, U.S. Patent 5,605,760 (Roberts) provides a pad having a transparent window formed from a solid, uniform polymer, which has no intrinsic ability to absorb or transport slurry. U.S. Patent 5,433,651 (Lustig et al.)
15 discloses a polishing pad wherein a portion of the pad has been removed to provide an aperture through which light can pass. U.S. Patents 5,893,796 and 5,964,643 (both by Birang et al.) disclose removing a portion of a polishing pad to provide an aperture and placing a transparent polyurethane or quartz plug in the aperture to provide a transparent window, or removing a portion of the backing of a polishing
20 pad to provide a translucency in the pad.

Still, there remains a need for effective polishing pads having translucent regions and efficient methods for their production and use. The invention provides such a pad, as well as methods of its production and use. These and other advantages of the present invention, as well as additional inventive features, will be apparent from
25 the description of the invention provided herein.

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention provides a polishing pad comprising a region that is at least translucent, wherein the translucent region comprises a matrix polymer and a filler. The present invention further provides a method for producing a polishing pad
30 comprising a region that is at least translucent, which method comprises (a) providing

WO 02/30617

PCT/US01/29398

- a porous matrix polymer, (b) filling at least a portion of the pores of the matrix polymer with a filler to provide a region that is at least translucent, and (c) forming a polishing pad comprising the region that is at least translucent. A method of polishing a substrate, particularly a semiconductor substrate, comprising the use of
5 the polishing pad of the present invention also is provided herein.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

- The polishing pad of the present invention comprises a region that is at least translucent to light, wherein the translucent region comprises a matrix polymer and a filler. The term "at least translucent," as used herein, refers to the ability to transmit
10 at least a portion of the light contacting the surface of the pad and can be used to describe slightly, partially, substantially and completely translucent or transparent materials. The translucent region of the present inventive polishing pad is preferably at least translucent to light having a wavelength of about 190-3500 nm, more preferably visible light, most preferably visible light from a laser light source,
15 particularly as used in a polishing device to be used with the polishing pad.

The matrix polymer, typically, serves as the body of the polishing pad and can comprise any suitable polymer known in the art. Preferred matrix polymers are capable of providing a porous structure (*i.e.*, containing a plurality of pores, voids, passages, channels, or the like, of any size or shape), either by their natural
20 configuration or through the use of various production techniques known in the art (*e.g.*, foaming, blowing, etc.). More preferably, the structure of the matrix polymer is such that the matrix polymer is substantially opaque in the absence of the filler; however, when combined with the filler, the matrix polymer is at least translucent. Polymers suitable for use as the matrix polymer include urethanes, acrylics, nylons,
25 epoxies, and other suitable polymers known in the art. A preferred matrix polymer comprises, consists essentially of, or consists of, polyurethane, more preferably porous polyurethane.

The matrix polymer generally provides a polishing surface on the polishing pad, which surface contacts the surface of the substrate during polishing. The matrix
30 polymer, therefore, preferably comprises a surface texture to facilitate the transport of

WO 02/30617

PCT/US01/29398

slurry across the polishing surface of the pad. Preferably, the matrix polymer comprises an intrinsic surface texture that allows it to absorb and/or transport polishing slurry on its surface. The term "intrinsic surface texture" refers to a surface texture that arises from the nature of the composition as opposed to texture that is produced by external processes. For example, a porous polyurethane pad may have an intrinsic surface texture as a consequence of the exposed pore structure on the pad surface. In addition to, or instead of, the intrinsic surface texture, the matrix polymer can comprise a surface texture produced by external processes (*i.e.*, extrinsic surface texture), such as are known in the art (*e.g.*, embossing, stamping, cutting or abrading, etc.). The matrix polymer of the present invention preferably comprises sufficient intrinsic and/or extrinsic surface texture to facilitate the absorption and/or transport of slurry across the surface of the pad.

The translucent region of the polishing pad comprises the matrix polymer and a filler. The filler can be any material that is capable of being combined with the matrix polymer so as to increase the translucency of the matrix polymer. Without wishing to be bound by any particular theory, it is believed that air or gas filled pores or voids (*i.e.*, micropores or microvoids) within the matrix polymer cause light passing through to scatter, thereby reducing the translucency of the matrix polymer or rendering the matrix polymer opaque. It is further believed that the filler reduces the light-scattering effects of the gas-filled pores or voids by replacing at least a portion of the gas or air with a filler having a refractive index more similar to the matrix polymer. As a result, the combined matrix polymer/filler has an increased light transmittance (*i.e.*, increased translucence) and reduced optical density as compared to the matrix polymer alone. Thus, the filler preferably has a refractive index that is greater than the refractive index of the gas (*e.g.*, air) occupying the pores of the matrix polymer, and therefore, closer to that of the matrix polymer. More preferably, the filler has a refractive index that is about equal to the refractive index of the matrix polymer. As the translucence of the combined matrix polymer and filler depends, in part, on the relative difference between the refractive index of the matrix polymer as compared to that of the filler, the choice of filler will depend, in part, on the matrix polymer used.

WO 02/30617

PCT/US01/29398

- The filler can comprise, consist essentially of, or consist of any suitable material. Suitable fillers include, for example, organic compounds, such as fats, oils, natural resins, etc. Other suitable fillers include synthetic polymers and resins, such as epoxy resins, thermosetting resins, UV-setting resins, photo-setting resins, and mixtures thereof. More specific examples of suitable fillers for use in conjunction with the present invention include polyesters, styrenes, acrylics, acrylates, methacrylates, polycarbonates, ethylcyaacrylates, and derivatives and mixtures thereof. A preferred filler material comprises, consists essentially of, or consists of polyester.
- Generally, the degree of translucence (*i.e.*, the amount of light transmitted) of a given region of the matrix polymer increases as the number of pores occupied by the filler increases. However, the filler need not occupy all of the pores of a region of the matrix polymer in order to provide a translucent region. According to one aspect of the invention, the filler occupies only a portion of the pores of the translucent region of the polishing pad. For example, the filler can occupy a sufficient portion of the interior pores of a region of the matrix polymer to provide a translucent region, yet leave the surface pores of the translucent region substantially unfilled, thereby allowing the translucent region of the matrix polymer to retain its intrinsic surface texture. According to another aspect of the present invention, the filler occupies substantially all of the pores of the translucent region. According to this aspect, for example, both the interior and surface pores can be filled, thereby reducing or eliminating the intrinsic surface texture of the matrix polymer.

Although the polishing pad of the present invention can be translucent in its entirety, the polishing pad preferably comprises a substantially opaque region in addition to the translucent region. As previously mentioned, the matrix polymer is preferably substantially opaque in the absence of the filler. Thus, the substantially opaque region is generally provided by an unfilled region of the matrix polymer such that the substantially opaque region and the translucent region comprise a continuous matrix polymer. However, a substantially opaque region can be provided without a continuous matrix polymer. The translucent region can, in other words, comprise a

WO 02/30617

PCT/US01/29398

- matrix polymer that is different from the material of the substantially opaque region. For example, the translucent region comprising a matrix polymer could be inserted into or formed as part of a substantially opaque polishing pad comprising a different material. Suitable materials for forming the opaque region are generally known in the art and include commonly used polishing pad materials such as porous or non-porous polyurethane, nylon, acrylic, and the like. Also, as previously discussed with respect to the matrix polymer, the substantially opaque region of the pad preferably comprises an intrinsic surface texture and/or an extrinsic surface texture to facilitate the absorption and/or transport of slurry across the surface of the pad.
- 10 In addition to the features discussed herein, the filler and/or matrix polymer can comprise other elements, ingredients, or additives, such as backings, adhesives, abrasives, and other additives known in the art. The filler and/or matrix polymer can comprise, for example, a light absorbing or reflecting element, such as an ultra-violet or color adsorbing or reflecting material, that would enable the passage of certain wavelengths of light, while retarding or eliminating the passage of other wavelengths of light.

The present invention also provides a method for producing a polishing pad comprising a region that is at least translucent, which method comprises (a) providing a porous matrix polymer, (b) filling at least a portion of the pores of the matrix polymer with a filler to provide a region that is at least translucent, and (c) forming a polishing pad comprising the region that is at least translucent. The matrix polymer, filler, and other elements of the present inventive method are as previously described with respect to the polishing pad of the present invention. The polishing pad can be formed by any suitable technique.

25 The polishing pad can be formed from the matrix polymer, before or after combining with the filler, by any method known in the art. Suitable methods include casting, cutting, injection molding, or pressing the matrix polymer into the desired polishing pad shape. Other polishing pad elements also can be added to the matrix polymer before or after shaping the matrix polymer, as desired. For example,

30 backing materials can be applied, holes can be drilled, or surface textures can be

WO 02/30617

PCT/US01/29398

provided, by various methods generally known in the art. Preferably, a macro- or micro-texture is provided on at least a portion of the surface of the polishing pad or matrix polymer.

- The pores of the matrix polymer can be filled with the filler by any method known in the art. Suitable methods include pouring a liquid filler onto the surface of the matrix polymer, or immersing the matrix polymer in a liquid filler, and allowing the filler to absorb into the matrix polymer. Pressure and/or heat can be used to assist in the absorption of the filler into the matrix polymer. Alternatively, the filler can be admixed with the matrix polymer and cast or otherwise solidified to provide a filled matrix polymer. Other methods of filling the pores of the matrix polymer with the filler are available and known to those of ordinary skill in the art.

- The present invention also provides a method of polishing a substrate comprising the use of a polishing pad of the present invention. The present method of polishing a substrate can be used to polish or planarize any substrate, for example, a substrate comprising a glass, metal, metal oxide, metal composite, semiconductor base material, or mixture thereof. The substrate can comprise, consist essentially of, or consist of any suitable metal. Suitable metals include, for example, copper, aluminum, tantalum, titanium, tungsten, gold, platinum, iridium, ruthenium, and combinations (e.g., alloys or mixtures) thereof. The substrate also can comprise, consist essentially of, or consist of any suitable metal oxide. Suitable metal oxides include, for example, alumina, silica, titania, ceria, zirconia, germania, magnesia, and combinations thereof. In addition, the substrate can comprise, consist essentially of, or consist of any suitable metal composite. Suitable metal composites include, for example, metal nitrides (e.g., tantalum nitride, titanium nitride, and tungsten nitride), metal carbides (e.g., silicon carbide and tungsten carbide), nickel-phosphorus, alumino-borosilicate, borosilicate glass, phosphosilicate glass (PSG), borophosphosilicate glass (BPSG), silicon/germanium alloys, and silicon/germanium/carbon alloys. The substrate also can comprise, consist essentially of, or consist of any suitable semiconductor base material. Suitable semiconductor base materials include single-crystal silicon, poly-crystalline silicon,

WO 02/30617

PCT/US01/29398

amorphous silicon, silicon-on-insulator, and compound semiconductor materials such as gallium arsenide and indium phosphide.

The present inventive method is useful in the planarizing or polishing of many hardened workpieces, such as memory or rigid disks, metals (e.g., noble metals), ILD layers, micro-electro-mechanical systems, ferroelectrics, magnetic heads, polymeric films, and low and high dielectric constant films. The term "memory or rigid disk" refers to any magnetic disk, hard disk, rigid disk, or memory disk for retaining information in electromagnetic form. Memory or rigid disks typically have a surface that comprises nickel-phosphorus, but the surface can comprise any other suitable material.

The present inventive method is especially useful in polishing or planarizing a semiconductor device, for example, semiconductor devices having device feature geometries of about 0.25 μm or smaller (e.g., 0.18 μm or smaller). The term "device feature" as used herein refers to a single-function component, such as a transistor, resistor, capacitor, integrated circuit, or the like. The present method can be used to polish or planarize the surface of a semiconductor device, for example, in the formation of isolation structures by shallow trench isolation methods (STI polishing), during the fabrication of a semiconductor device. The present method also can be used to polish the dielectric or metal layers (*i.e.*, metal interconnects) of a semiconductor device in the formation of an inter-layer dielectric (ILD polishing).

The present inventive method of polishing a substrate can further comprise passing light through the translucent region of the polishing pad and onto a surface of the substrate, for example, during the polishing or planarizing of a substrate in order to inspect or monitor the polishing process. Techniques for inspecting and monitoring the polishing process by analyzing light or other radiation reflected from a surface of the substrate are known in the art. Such methods are provided, for example, in U.S. Patent 5,196,353, U.S. Patent 5,433,651, U.S. Patent 5,609,511, U.S. Patent 5,643,046, U.S. Patent 5,658,183, U.S. Patent 5,730,642, U.S. Patent 5,838,447, U.S. Patent 5,872,633, U.S. Patent 5,893,796, U.S. Patent 5,949,927, and U.S. Patent 5,964,643.

WO 02/30617

PCT/US01/29398

All of the references cited herein, including patents, patent applications, and publications, are hereby incorporated in their entireties by reference.

While this invention has been described with an emphasis upon preferred embodiments, those of ordinary skill in the art will appreciate that variations of the 5 preferred embodiments can be used, and it is intended that the invention may be practiced otherwise than as specifically described herein. Accordingly, this invention includes all modifications encompassed within the spirit and scope of the invention as defined by the following claims.

WO 02/30617

PCT/US01/29398

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A polishing pad comprising a region that is at least translucent, wherein the translucent region comprises a matrix polymer and a filler.
2. The polishing pad of claim 1, wherein the matrix polymer is substantially opaque in the absence of the filler and at least translucent when combined with the filler.
3. The polishing pad of claim 2, wherein the matrix polymer is porous in the absence of the filler.
4. The polishing pad of claim 3, wherein the matrix polymer is polyurethane.
5. The polishing pad of claim 4, wherein the filler has about the same refractive index as the matrix polymer.
6. The polishing pad of claim 4, wherein the filler comprises an organic compound.
7. The polishing pad of claim 4, wherein the filler is selected from the group consisting of epoxy resins, thermosetting resins, UV-setting resins, photo-setting resins, and mixtures thereof.
8. The polishing pad of claim 4, wherein the filler is selected from the group consisting of polyester, styrene, acrylic, acrylate, methacrylate, polycarbonate, ethylcyanoacrylate, and mixtures thereof.
9. The polishing pad of claim 8, wherein the filler is polyester.
10. The polishing pad of claim 3, wherein the filler occupies only a portion of the pores of the translucent region.
11. The polishing pad of claim 10, wherein the translucent region has an intrinsic surface texture.
12. The polishing pad of claim 3, wherein the filler occupies substantially all of the pores of the translucent region.

WO 02/30617

PCT/US01/29398

13. The polishing pad of claim 2, further comprising a substantially opaque region.
14. The polishing pad of claim 13, wherein the substantially opaque region is porous.
15. The polishing pad of claim 14, wherein the substantially opaque region has an intrinsic surface texture.
16. The polishing pad of claim 13, wherein the substantially opaque region and the translucent region comprise a continuous matrix polymer.
17. The polishing pad of claim 16, wherein at least a portion of the surface of the pad comprises an extrinsically produced surface texture.
18. The polishing pad of claim 1, wherein the translucent region is translucent to light having a wavelength of about 190-3500 nm.
19. A method for producing a polishing pad comprising a region that is at least translucent, which method comprises:
 - (a) providing a porous matrix polymer;
 - (b) filling at least a portion of the pores of a region of the matrix polymer with a filler to provide a region that is at least translucent; and
 - (c) forming a polishing pad comprising the region that is translucent.
20. The method of claim 19, wherein the matrix polymer is substantially opaque in the absence of the filler and at least translucent when combined with the filler.
21. The method of claim 20, wherein the matrix polymer is polyurethane.
22. The method of claim 21, wherein the filler has about the same refractive index as the matrix polymer.
23. The method of claim 21, wherein the filler comprises an organic compound.

WO 02/30617

PCT/US01/29398

24. The method of claim 21, wherein the filler is selected from the group consisting of epoxy resins, thermosetting resins, UV-setting resins, photo-setting resins, and mixtures thereof.

25. The method of claim 21, wherein the filler is selected from the group consisting of polyester, styrene, acrylic, acrylate, methacrylate, polycarbonate, ethylcyanoacrylate, urethane, and mixtures thereof.

26. The method of claim 25, wherein the filler is polyester.

27. The method of claim 21, wherein only a portion of the pores of a region of the matrix polymer are filled to provide the translucent region.

28. The method of claim 27, wherein the translucent region comprises an intrinsic surface texture.

29. The method of claim 21, wherein substantially all of the pores of a region of the matrix polymer are filled to provide the translucent region.

30. The method of claim 19, wherein the polishing pad comprises a substantially opaque region.

31. The method of claim 30, wherein the substantially opaque region is porous.

32. The method of claim 31, wherein the substantially opaque region comprises an intrinsic surface texture.

33. The method of claim 19, further comprising providing an extrinsically produced surface texture on at least a portion of the surface of the polishing pad.

34. The method of claim 19, wherein the translucent region is translucent to light having a wavelength of about 190-3500 nm.

35. A method of polishing a substrate comprising the use of the polishing pad of claim 1.

36. The method of claim 35, wherein the substrate is a semiconductor device.

WO 02/30617

PCT/US01/29398

37. The method of claim 36, further comprising passing light through the translucent region of the polishing pad.

38. The method of claim 37, wherein the light is a laser light.

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		
<p style="text-align: right;">International application No PCT/US 01/29398</p> <p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B24B37/04 B24B49/12</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p> <p>B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B24B</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal</p>		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 893 203 A (LAM RES CORP) 27 January 1999 (1999-01-27) column 11, line 20 -column 12, line 5 —	1-17, 35, 36 19-34
Y	US 5 137 540 A (HALPERT PINKE ET AL) 11 August 1992 (1992-08-11) column 2, line 55 -column 3, line 10 —	19-34
A	US 6 022 268 A (JAMES DAVID B ET AL) 8 February 2000 (2000-02-08) column 6, line 40 -column 7, line 4 —	7-9, 24-26
A	US 6 010 538 A (JENSEN EARL M ET AL) 4 January 2000 (2000-01-04) column 7, line 29 - line 39 —	5, 22
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*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)</p> <p>*C* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>*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</p> <p>*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</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or 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</p> <p>*8* document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
8 March 2002	18/03/2002	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Do Huu Duc, J	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 01/29398

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0893203	A	27-01-1999	US 6146248 A EP 0893203 A2 JP 11077524 A TW 440888 B US 6261155 B1	14-11-2000 27-01-1999 23-03-1999 16-06-2001 17-07-2001
US 5137540	A	11-08-1992	US 4975225 A AU 9115191 A EP 0560902 A1 JP 6503062 T WO 9210441 A2 EP 0555206 A1 JP 6500272 T WO 9205022 A1 US 5035725 A	04-12-1990 08-07-1992 22-09-1993 07-04-1994 25-06-1992 18-08-1993 13-01-1994 02-04-1992 30-07-1991
US 6022268	A	08-02-2000	US 6217434 B1 US 6287185 B1 US 6293852 B1	17-04-2001 11-09-2001 25-09-2001
US 6010538	A	04-01-2000	EP 0873544 A1 WO 9725660 A1	28-10-1998 17-07-1997

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,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,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,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,NO,NZ,PH,PL,PT,R0,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZW

(74)代理人 100081330

弁理士 樋口 外治

(72)発明者 ネウェル,ケリー ジェイ.

アメリカ合衆国,イリノイ 60174,セント チャールズ,サウス フィフス ストリート
1334

F ターム(参考) 3C058 AA07 AA09 CB01 CB03 DA17