

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4959552号  
(P4959552)

(45) 発行日 平成24年6月27日(2012.6.27)

(24) 登録日 平成24年3月30日(2012.3.30)

(51) Int.Cl.

H01L 21/02 (2006.01)

F 1

H01L 21/02

B

請求項の数 36 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2007-510601 (P2007-510601)  
 (86) (22) 出願日 平成16年9月9日 (2004.9.9)  
 (65) 公表番号 特表2007-535809 (P2007-535809A)  
 (43) 公表日 平成19年12月6日 (2007.12.6)  
 (86) 國際出願番号 PCT/KR2004/002286  
 (87) 國際公開番号 WO2005/106933  
 (87) 國際公開日 平成17年11月10日 (2005.11.10)  
 審査請求日 平成19年3月28日 (2007.3.28)  
 (31) 優先権主張番号 10/833,050  
 (32) 優先日 平成16年4月28日 (2004.4.28)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 506363805  
 アイユーシーエフ - エイチワイユー  
 大韓民国 133-791 ソウル, ソン  
 ドン-グ, ヘンダン-ドン, 17  
 (74) 代理人 100085372  
 弁理士 須田 正義  
 (72) 発明者 パク, ジヨン-ワン  
 大韓民国 472-962, ナンヤンジュ  
 , ワブーフブ, トクソーリ 986-1,  
 ドゥサンアパート 115-1602  
 (72) 発明者 パク, ジェ-グン  
 大韓民国 463-500 ソンナン, ブ  
 ンダン-グ, グミ-ドン, グンヨンアパー  
 ト 1003-1901

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】可撓性単結晶フィルム及びその製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

ベースウェーハ及び貼合せウェーハを用意するステップと、  
 前記ベースウェーハに1以上の埋め込み絶縁層を形成するステップと、  
 前記貼合せウェーハに水素イオンを注入するステップと、  
 前記ベースウェーハと貼合せウェーハを貼り合わせるステップと、  
 前記貼合せウェーハを割るステップと、  
 前記貼合せウェーハの劈開面をエッティングすることにより、ベースウェーハの埋め込み  
 絶縁層の上に単結晶層が形成されたSOIウェーハを製造するステップと、

前記単結晶層の上に酸化膜および窒化膜を積層形成して1以上の保護絶縁層を形成する  
 ステップと、

前記ベースウェーハを湿式エッティングして除去するステップと、

HFを用いた湿式エッティング方法により1以上の絶縁層を除去するステップと、  
 を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

## 【請求項2】

前記ベースウェーハの上に1以上の埋め込み絶縁層を形成するステップは、  
 前記ベースウェーハの上に窒化膜を形成するステップと、  
 前記窒化膜の上に酸化膜を形成するステップと、を更に含むことを特徴とする請求項1  
 記載の可撓性フィルムの製造方法。

## 【請求項3】

10

20

前記ベースウェーハと貼合せウェーハを貼り合わせる前に、洗浄を行うステップを更に含むことを特徴とする請求項1又は2記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項4】

前記ベースウェーハを湿式エッチングするときにKOHを用いることを特徴とする請求項1記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項5】

ベースウェーハ及び貼合せウェーハを用意するステップと、  
前記ベースウェーハに1以上の埋め込み絶縁層を形成するステップと、  
前記貼合せウェーハに水素イオンを注入するステップと、  
前記ベースウェーハと貼合せウェーハを貼り合わせるステップと、  
前記貼合せウェーハを割るステップと、  
前記貼合せウェーハの劈開面をエッチングすることにより、ベースウェーハの埋め込み絶縁層の上に単結晶層が形成されたSOIウェーハを製造するステップと、  
前記単結晶層の上に酸化膜および窒化膜を積層形成して1以上の保護絶縁層を形成するステップと、  
前記ベースウェーハを湿式エッチングして除去するステップと、  
HFを用いた湿式エッチング方法により単結晶層の上に形成された前記1以上の埋め込み絶縁層又は前記1以上の保護絶縁層のうちいずれか一方を除去するステップと、  
を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項6】

ベースウェーハ及び貼合せウェーハを用意するステップと、  
前記ベースウェーハに1以上の埋め込み絶縁層を形成するステップと、  
前記貼合せウェーハに水素イオンを注入するステップと、  
前記ベースウェーハと貼合せウェーハを貼り合わせるステップと、  
前記貼合せウェーハを割るステップと、  
前記貼合せウェーハの劈開面をエッチングすることにより、ベースウェーハの埋め込み絶縁層の上に単結晶層が形成されたSOIウェーハを製造するステップと、  
前記単結晶層の上に酸化膜および窒化膜を積層形成して1以上の保護絶縁層を形成するステップと、  
前記ベースウェーハを所望の厚さに研磨するステップと、  
ベースウェーハを湿式エッチングして研磨した後、ベースウェーハの残留物を除去するステップと、  
HFを用いた湿式エッチング方法により1以上の絶縁層を除去するステップと、  
を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項7】

前記ベースウェーハを湿式エッチングするときにKOHを用いることを特徴とする請求項6記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項8】

前記ベースウェーハを除去するステップは、  
前記ベースウェーハを研磨する前に、保護絶縁層の上にワックスを塗布して前記SOIウェーハと支持ウェーハを貼り合わせるステップと、  
前記ベースウェーハを研磨した後、前記支持ウェーハを除去するステップと、  
を含むことを特徴とする請求項6記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項9】

前記1以上の絶縁層を除去するステップは、HFを用いた湿式エッチング方法により保護及び埋め込み絶縁層を共に除去するステップを含むことを特徴とする請求項6記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項10】

前記1以上の絶縁層を除去するステップは、HFを用いた湿式エッチング方法により単結晶層の上に形成された前記1以上の埋め込み絶縁層又は前記1以上の保護絶縁層のうち

10

20

30

40

50

いずれか一方を除去するステップを含むことを特徴とする請求項6記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項11】

ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の絶縁層、前記1以上の絶縁層の上に形成された単結晶層と、を有するSOIウェーハを用意するステップと、

前記SOIウェーハのエッジを治具により保持して前記ベースウェーハの下面の全体が露出されるようにSOIウェーハを保持するステップと、

前記ベースウェーハをエッティングして除去するステップと、

を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項12】

10

ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の絶縁層、前記1以上の絶縁層の上に形成された単結晶層と、を有するSOIウェーハを用意するステップと、

前記SOIウェーハの周縁部を治具により保持してベースウェーハの下面の一部が露出されるようにSOIウェーハを保持するステップと、

前記ベースウェーハをエッティングして除去するステップと、

を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項13】

前記ベースウェーハを除去するステップは、治具により保持していた周縁部を切断するステップを含むことを特徴とする請求項12記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項14】

20

前記ベースウェーハを除去するステップは、ベースウェーハを湿式エッティングするステップを含むことを特徴とする請求項11ないし13いずれか1項に記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項15】

前記ベースウェーハを湿式エッティングするときにKOHを用いることを特徴とする請求項14記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項16】

HFを用いて湿式エッティングを行うことで1以上の絶縁層を除去するステップを更に含むことを特徴とする請求項14記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項17】

30

HFを用いて湿式エッティングを行うことで1以上の絶縁層を除去するステップは、治具を緩めてSOIウェーハをエッティング液に浸漬するステップを含むことを特徴とする請求項16記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項18】

ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の埋め込み絶縁層、前記1以上の埋め込み絶縁層の上に形成された単結晶層と、を有するSOIウェーハを用意するステップと、

前記SOIウェーハの単結晶層と支持ウェーハを貼り合わせるステップと、

前記ベースウェーハ及び前記支持ウェーハを除去するステップと、を含み、

前記ベースウェーハを除去するステップは、

所定の厚さまで前記ベースウェーハを研磨するステップと、

前記支持ウェーハを除去するステップと、

研磨後にベースウェーハの残留物の下部面が露出されるように治具によりSOIウェーハを保持するステップと、

湿式エッティングによりベースウェーハの残留物を除去するステップと、

を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項19】

40

ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の埋め込み絶縁層、前記1以上の埋め込み絶縁層の上に形成された単結晶層と、を有するSOIウェーハを用意するステップと、

50

前記 S O I ウェーハの単結晶層と支持ウェーハを貼り合わせるステップと、  
前記ベースウェーハ及び前記支持ウェーハを除去するステップと、  
を含み、

前記ベースウェーハを除去するステップは、  
 所定の厚さまで前記ベースウェーハを研磨するステップと、  
 研磨後にベースウェーハの残留物の下部面が露出されるように治具により S O I ウェーハを保持するステップと、  
 湿式エッチングによりベースウェーハの残留物を除去するステップと、  
 前記支持ウェーハを除去するステップと、  
 を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

10

【請求項 2 0】

ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された 1 以上の埋め込み絶縁層、前記 1 以上の埋め込み絶縁層の上に形成された単結晶層と、を有する S O I ウェーハを用意するステップと、

前記単結晶層の上に 1 以上の保護絶縁層を形成するステップと、  
 前記ベースウェーハを所定の厚さに研磨するステップと、  
 研磨後に、前記 S O I ウェーハのエッジを治具により保持して前記ベースウェーハの残留物の下面の全体が露出されるように S O I ウェーハを保持するステップと、  
 ベースウェーハの残留物を湿式エッチングして除去するステップと、  
 前記 1 以上の埋め込み絶縁層及び / 又は前記 1 以上の保護絶縁層を除去するステップと

20

を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項 2 1】

ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された 1 以上の埋め込み絶縁層、前記 1 以上の埋め込み絶縁層の上に形成された単結晶層と、を有する S O I ウェーハを用意するステップと、

前記単結晶層の上に 1 以上の保護絶縁層を形成するステップと、  
 前記ベースウェーハを所定の厚さに研磨するステップと、  
 研磨後に前記 S O I ウェーハの周縁部を治具により保持して前記ベースウェーハの下面の一部が露出されるように S O I ウェーハを保持するステップと、前記ベースウェーハの残留物を湿式エッチングして除去した後、治具により保持していた周縁部を切断するステップと、  
 前記 1 以上の埋め込み絶縁層及び / 又は前記 1 以上の保護絶縁層を除去するステップと

30

を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項 2 2】

前記ベースウェーハを除去した後に、前記 1 以上の埋め込み絶縁層を除去するステップを更に含むことを特徴とする請求項 1 8 ないし 2 0 いずれか 1 項に記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項 2 3】

前記 S O I ウェーハの前記単結晶層に支持ウェーハを貼り付ける前に、前記単結晶層の上に 1 以上の保護絶縁層を形成するステップを更に含むことを特徴とする請求項 1 8 ないし 2 0 いずれか 1 項に記載の可撓性フィルムの製造方法。

40

【請求項 2 4】

前記 S O I ウェーハの単結晶層に支持ウェーハを貼り付けるステップは、  
 前記 S O I ウェーハの前記単結晶層の上にワックスを塗布するステップと、  
 前記 S O I ウェーハの前記単結晶層と支持ウェーハを貼り合わせるステップと、を含むことを特徴とする請求項 1 8 ないし 2 0 いずれか 1 項に記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項 2 5】

50

前記S O I ウエーハの前記単結晶層に支持ウェーハを貼り付けるステップは、  
前記ベースウェーハを研磨する前に、保護絶縁層の上にワックスを塗布するステップと

、  
S O I ウエーハと支持ウェーハを貼り合わせるステップと、を含み、

前記ベースウェーハ及び支持ウェーハを除去した後には、1以上の埋め込み絶縁膜及び  
1以上の保護絶縁層を除去するステップを更に含むことを特徴とする請求項23記載の可  
撓性フィルムの製造方法。

【請求項26】

前記ベースウェーハを湿式エッチングするときにK O Hを用いることを特徴とする請求  
項18ないし20いずれか1項に記載の可撓性フィルムの製造方法。 10

【請求項27】

ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の絶縁層、及び前記1以  
上の絶縁層の上に形成された単結晶層を有するS O I ウエーハを用意するステップと、  
前記単結晶層の上に電子素子を組み付けて1以上の素子層を形成するステップと、  
前記素子層の上に素子保護膜を形成するステップと、  
前記ベースウェーハを湿式エッチングして除去するステップと、  
を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項28】

ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の絶縁層、及び前記1以  
上の絶縁層の上に形成された単結晶層を有するS O I ウエーハを用意するステップと、 20  
前記単結晶層の上に電子素子を組み付けて1以上の素子層を形成するステップと、  
前記素子層の上に素子保護膜を形成するステップと、  
所定の厚さまでベースウェーハを研磨するステップと、  
湿式エッチングにより研磨後、ベースウェーハの残留物を除去するステップと、  
を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項29】

ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の絶縁層、及び前記1以  
上の絶縁層の上に形成された単結晶層を有するS O I ウエーハを用意するステップと、  
前記単結晶層の上に電子素子を組み付けて1以上の素子層を形成するステップと、 30  
前記素子層の上に素子保護膜を形成するステップと、  
前記ベースウェーハの下面が露出されるように治具によりS O I ウエーハを保持するス  
テップと、  
ベースウェーハを湿式エッチングして除去するステップと、  
を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項30】

ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の絶縁層、及び前記1以  
上の絶縁層の上に形成された単結晶層を有するS O I ウエーハを用意するステップと、  
前記単結晶層の上に電子素子を組み付けて1以上の素子層を形成するステップと、  
前記素子層の上に素子保護膜を形成するステップと、 40  
所定の厚さにベースウェーハを研磨するステップと、  
前記ベースウェーハの下面が露出されるように治具によりS O I ウエーハを保持するス  
テップと、  
前記ベースウェーハを湿式エッチングして除去するステップと、  
を含むことを特徴とする可撓性フィルムの製造方法。

【請求項31】

前記ベースウェーハを湿式エッチングするときにK O Hを用いることを特徴とする請求  
項27ないし30いずれか1項に記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項32】

H F を用いて湿式エッチングを行うことで1以上の絶縁層を除去するステップを更に含  
むことを特徴とする請求項27ないし30いずれか1項に記載の可撓性フィルムの製造方 50

法。

【請求項 3 3】

前記単結晶層の上に電子素子を組み付けて素子層を形成するステップは、半導体の製造工程を用いるステップを含むことを特徴とする請求項2 7ないし3 0いずれか1項に記載の可撓性フィルムの製造方法。

【請求項 3 4】

下部プレートと、

1 以上の貫通ホールを有する上部プレートと、

前記下部及び上部プレートを組み合わせるための固定手段と、を備え、

基板が前記下部プレートと前記上部プレートとの間に位置するとき、基板のエッチング処理されるべき部分が前記1 以上の貫通ホールに露出されるように構成され、前記基板と1 以上の貫通ホールは密封され、1 以上の前記貫通ホールを介してエッチング溶液が供給されることを特徴とするエッチング用の治具。

【請求項 3 5】

前記上部プレートには、エッチング溶液を入れるための容器を備え、前記容器は、前記1 以上の貫通ホールと連通することを特徴とする請求項3 4記載のエッチング用の治具。

【請求項 3 6】

前記容器には、ヒーターと温度計が設けられていることを特徴とする請求項3 5記載のエッチング用の治具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、単結晶ウェーハから製造された可撓性単結晶フィルム及びその製造方法に関する。即ち、本発明においては、ベースウェーハ、1 以上の埋め込み絶縁層及び単結晶層により構成されたSOIウェーハを種々のウェーハ薄型化技術により薄型化して所望の厚さの可撓性単結晶フィルムを製造する。

【0 0 0 2】

また、本発明は、単結晶半導体ウェーハから各種の電子素子が形成された可撓性フィルムを製造することに関する。即ち、本発明においては、ベースウェーハ、埋め込み絶縁層及び単結晶層により構成されたSOIウェーハの上に所望の特性の各種の電子素子を形成した後、種々のウェーハ薄型化技術によりウェーハを薄型化して所望の電子素子が形成された所望の厚さの可撓性単結晶フィルムを製造する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

現在、各種の電子装置は、軽量・小型化のレベルに留まらず、可撓性を有する装置として開発されている。特に、ディスプレイ分野を例にとると、無線インターネット及び電子商取引の成長とあいまって、新概念の可撓性ディスプレイへの要求が高まりつつある。本発明は、具体的な商品例としては、折り畳み型携帯電話、PDAなどをはじめとして、可撓性電子図書、電子新聞などに適用可能である。更に、本発明は、電子黒板、CAD/CAM用のディスプレイ、電子サイン及び電子広告板に適用可能である。

【0 0 0 4】

しかしながら、かかる可撓性を有する電子装置の必要性にも拘わらず、開発が遅れている最大な理由の一つは、所望の特性の電子素子を安定して製造可能な基板材料が不在するという点である。例えば、可撓性LCDディスプレイを製作する場合、薄膜トランジスター(TFT)アレイを安定して製造可能な可撓性基板が必要となる。従来の技術としては、可撓性のプラスチック製の透明基板に低温下で素子を形成するための非晶質シリコンやポリシリコンを形成し、これから低温工程を用いてTFTアレイを製造する方法、ガラス基板の上にポリシリコンTFTアレイを製造し、これを可撓性プラスチック基板に転移させる方法、柔らかい有機物半導体を用いて有機物TFTを製造する方法などがある。

【0 0 0 5】

10

20

30

40

50

しかしながら、プラスチック基板を用いて素子を製造する場合や、ガラス基板に素子を製造した後、プラスチック基板にする場合には、有機物である基板と無機物である電子素子が形成された層間に熱膨張係数の差に応じて変形が起こるという問題点があり、有機物半導体を用いる場合には所望の電子素子特性が得られないという問題点がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、上述のごとき従来の問題点を解消し、特に、単結晶ウェーハを用いて所望の特性の電子素子を容易に製造可能であるほか、可撓性を確保することのできる可撓性単結晶フィルムを製造するところにある。

10

【0007】

本発明の他の目的は、単結晶層に各種の所望の電子素子が形成された可撓性フィルムを単純な方法により安定的に製造して所望の素子特性を具現するところにある。

【0008】

本発明の更に他の目的は、可撓性単結晶フィルムを製造する製造工程を単純化させて生産性を高めると共に、製造コストを下げるところにある。

【0009】

上述の目的は、単結晶ウェーハから製造された単結晶層を備える可撓性フィルムを提供することにより達成することができる。可撓性フィルムは、単結晶ウェーハから製造された可撓性単結晶層及び単結晶ウェーハの下部又は上部の表面に1以上の可撓性絶縁層を備えることができる。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明による可撓性単結晶フィルムは、種々の薄型化技術を用いてベースウェーハを除去することにより、ベースウェーハ、ベースウェーハの上に形成された1以上の絶縁層、及び1以上の絶縁層の上に形成された単結晶層を有するSOI (silicon on insulator) ウェーハから製造された純粋な無欠陥の可撓性単結晶フィルムである。本発明による可撓性単結晶フィルムは、例えば、SOI 製造工程によりSOI ウェーハを製造するに当たり、数十ナノメートル～数十マイクロメートルの範囲において単結晶層の厚さを所望の通りに調節することができる。また、本発明の単結晶層は、シリコン単結晶であるか、或いは、ガリウムアルセナイトなどの化合物半導体の単結晶である。

30

【0011】

本発明による可撓性単結晶フィルムは、単結晶ウェーハから製造された可撓性単結晶層及び前記単結晶層の表面に形成された1以上の素子層を備え、前記可撓性単結晶層に各種の電子素子を製造するものである。

【0012】

本発明による各種の電子素子が形成された可撓性単結晶フィルムは、SOI ウェーハのベースウェーハを除去して製造することができる。これは、SOI ウェーハの単結晶層の上に通常の半導体製造工程を用いて所望の特性の電子素子を製造することにより達成可能である。

40

【0013】

可撓性フィルムの製造方法は、(i)ベースウェーハと、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の埋め込み絶縁層と、前記1以上の埋め込み絶縁層の上に形成された単結晶層と、を有するSOI ウェーハを用意するステップ、(ii)前記単結晶層の上に1以上の保護絶縁層を形成するステップ、(iii)前記ベースウェーハを除去するステップ、及び(iv)1以上の絶縁層を除去するステップを含む。前記ベースウェーハを除去するステップは、KOH を用いて湿式エッチングを行うことにより、ベースウェーハの全体を除去するステップを含む。前記ベースウェーハは、所定の厚さにベースウェーハを研磨して除去することができ、研磨後に、ベースウェーハの残留物はKOH を用いて湿式エッチングすることで除去することができる。しかも、前記単結晶層の上に前記1以上の保護絶縁層

50

縁層を形成するステップは、前記単結晶層の上に酸化膜を形成するステップ及び前記酸化膜の上に窒化膜を形成するステップを含む。前記1以上の絶縁層を除去するステップは、HFを用いた湿式エッティング方法により絶縁膜を全て除去するステップを含む。

#### 【0014】

本発明による治具を用いて可撓性フィルムを製造する方法は、(i)ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の埋め込み絶縁層、前記1以上の埋め込み絶縁層の上に形成された単結晶層を有するSOIウェーハを用意するステップ、(ii)前記ベースウェーハの下面が露出されるように治具によりSOIウェーハを保持するステップ、及び(iii)前記ベースウェーハをエッティングして除去するステップを含む。前記SOIウェーハのエッジを治具により保持するとき、ベースウェーハの下面の全体が露出されてエッティングされる。SOIウェーハの周縁部を治具により保持してベースウェーハの下面の一部が露出されるようにベースウェーハをエッティングすることが可能である。前記ベースウェーハは、治具により保持していた周縁部を切断して除去することができる。前記ベースウェーハは、KOHを用いて湿式エッティングを行うことにより除去することができ、1以上の絶縁層は、HFを用いて湿式エッティングを行うことにより除去することができる。

#### 【0015】

本発明による治具を用いて研磨により可撓性フィルムを製造する方法は、(i)ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の埋め込み絶縁層及び前記1以上の埋め込み絶縁層の上に形成された単結晶層を有するSOIウェーハを用意するステップと、(ii)前記SOIウェーハの単結晶層と支持ウェーハを貼り合わせるステップと、(iii)前記ベースウェーハ及び前記支持ウェーハを除去するステップと、を含む。前記ベースウェーハは、研磨及びエッティングにより除去することができる。1以上の保護絶縁層は、前記SOIウェーハの前記単結晶層に支持ウェーハを貼り付ける前に、前記単結晶層の上に形成可能である。また、本発明による治具を用いて研磨により可撓性フィルムを製造する方法は、(i)ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の埋め込み絶縁層及び前記1以上の埋め込み絶縁層の上に形成された単結晶層を有するSOIウェーハを用意するステップと、(ii)前記ベースウェーハを所定の厚さに研磨するステップと、(iii)研磨後に、前記ベースウェーハの残留物の下面が露出されるように治具によりSOIウェーハを保持するステップと、(iv)ベースウェーハの残留物を湿式エッティングにより除去するステップと、を含む。1以上の保護絶縁層は、ベースウェーハを研磨する前に、単結晶層の上に形成可能である。1以上の埋め込み絶縁及び/又は1以上の保護絶縁層は、ベースウェーハを除去した後に除去可能である。

#### 【0016】

本発明により製造された電子素子の可撓性フィルムの製造方法は、(i)ベースウェーハ、前記ベースウェーハの上に形成された1以上の埋め込み絶縁層及び前記1以上の埋め込み絶縁層の上に形成された単結晶層を有するSOIウェーハを用意するステップ、(ii)前記単結晶層の上に電子素子を組み付けて1以上の素子層を形成するステップ、(iii)前記素子層の上に素子保護膜を形成するステップ及び(iv)前記ベースウェーハを除去するステップを含む。前記ベースウェーハは、上述の種々の方法により除去可能である。

#### 【0017】

本発明においては、商業的に販売されるSOIウェーハをそのまま使用することができ、他の種々の方法によりSOIウェーハを製造して用いることもできる。SOIウェーハを製造するステップは、(i)ベースウェーハ及び貼合せウェーハを用意するステップ、(ii)ベースウェーハに1以上の埋め込み絶縁層を形成するステップ、(iii)貼合せウェーハに水素イオンを注入するステップ、(iv)ベースウェーハと貼合せウェーハ

10

20

30

40

50

を貼り合わせるステップ、(v) 貼合せウェーハを割るステップ及び(vi)前記貼合せウェーハの劈開面をエッチングしてベースウェーハ上の埋め込み絶縁層の上に単結晶層が形成されたSOIウェーハを製造するステップを含む。貼合せウェーハを割る過程でその深さを調節し、且つ、劈開面をエッチングする過程でエッチング厚さを調節することにより、単結晶層の厚さを所望の通りに調節することができる。このようにして貼り合せられたSOIウェーハを製造する方法については、米国特許出願U.S.10/391,297号を参照されたい。

## 【0018】

ウェーハをエッチングするときに用いられる治具は、下部プレートと、1以上の貫通ホールを有する上部プレートと、前記下部及び上部プレートを組み合わせるための固定手段と、を備え、基板が前記下部プレートと前記上部プレートとの間に位置付けられるとき、基板のエッチング処理される部分が前記1以上の貫通ホールに露出されるように構成され、前記基板と1以上の貫通ホールは密封され、1以上の前記貫通ホールを介してエッチング溶液が供給される。前記上部プレートにはエッチング溶液を入れるための容器が設けられ、前記容器は、前記1以上の貫通ホールと連通する。前記容器には、ヒーターと温度計が設けられる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0019】

本発明による単結晶から可撓性フィルムを製造する方法を例にとって詳細に説明する。

## 【0020】

(実施の形態1)

## 【0021】

以下、図1及び図2を参照して、本発明による可撓性単結晶フィルムの製造工程を説明する。

## 【0022】

シリコンベアウェーハをベースウェーハ100及び貼合せウェーハ200として用意する。図2(a)に示すように、シリコン窒化膜(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)101及びシリコン酸化膜102としての埋め込み絶縁層はベースウェーハの片面に一定の厚さに形成する。前記シリコン酸化膜102は、前記シリコン窒化膜101の上に形成する。このとき、シリコン酸化膜102は、化学気相蒸着方法を用いて製造可能である。図2(b)に示すように、貼合せウェーハ200の表面からの所定の深さに不純物イオンを注入して不純物イオン注入部201を形成する。このとき、不純物としての水素イオンを低電圧イオン注入方法により注入し、注入された水素イオンの投影飛程距離(Rp)が貼合せウェーハの表面から近い、例えば、100ないし1000nmの範囲内になるようにする。

## 【0023】

上述のように埋め込み絶縁層が形成されたベースウェーハ100と、水素イオンがその表面に注入された貼合せウェーハ200と、を洗浄し、図2(c)に示すように、ウェーハ100、200を貼り合わせる。このとき、ウェーハ100、200に対して、貼合せ強度を高めるために、親水性の条件下において洗浄を行う。ウェーハ100、200は、洗浄後にできる限り早い内に、図2(c)に示すように、垂直貼合せを行う。垂直貼合せに際しては、ベースウェーハ100と貼合せウェーハ200を向かい合わせた後、ウェーハの一方の端部から次第に貼っていく。図2(d)に示すように、2枚のウェーハを重ね合わせて単一のウェーハを製造する。

## 【0024】

このようにして貼り合せられたウェーハを低温下で熱処理して、前記貼合せウェーハの不純物イオン注入部を図2(e)に示すように割る。劈開面をエッチング及びCMP(chemical mechanical polishing)などの方法により処理して所望の厚さに加工することにより、シリコン単結晶層202を製造する(図2(f))。シリコン単結晶層の厚さは、必要に応じて制御可能である。

## 【0025】

10

20

30

40

50

図2(g)に示すように、ベースウェーハ100の上に形成された単結晶層202の上に保護絶縁層300、301を形成する。この保護絶縁層は、ベースウェーハを湿式エッチングにより除去するとき、エッチングされたシリコン単結晶層を保護するための膜であって、先ず、酸化膜300を形成し、その上に窒化膜301を形成する。

【0026】

シリコン単結晶層の上に保護絶縁層300、301を形成した後、これをKOH溶液により湿式エッチングすると、ベースウェーハが除去される。また、エッチング温度、エッチング溶液の濃度などを調節してエッチング条件を制御することができる。

【0027】

このようにしてベースウェーハが除去されると、図2(h)に示すように、シリコン単結晶層の上下面に絶縁層が残り、単結晶層と絶縁層は薄くなって可撓性を有することになる。このようなフィルムを図2(i)に示すように、HF溶液により湿式エッチングして埋め込み及び保護絶縁層を共に除去すると、シリコン単結晶層のみが残り、図2Jに示すように、シリコンの純粋な可撓性単結晶フィルムが製造される。また、シリコン単結晶層の上に形成された埋め込み絶縁層又は保護絶縁層をエッチングにより除去すると、埋め込み又は保護絶縁層及びシリコン単結晶層よりなる可撓性フィルムを製造することができる。

【0028】

このようにして製造された可撓性フィルムは、その厚さが数十マイクロメートルから数十ナノメートルまで調節可能であるため、図3(a)に示すように、優れた可撓性及び透明特性を有する純粋なシリコン単結晶フィルム202、及び図3(b)に示すように、埋め込み絶縁層102とシリコン単結晶層202よりなる可撓性フィルム203が製造され、これは種々の応用分野に利用可能である。また、可撓性フィルム203の埋め込み絶縁層102は、取り扱い時にシリコン単結晶層202を保護する。

【0029】

特に、製造されたシリコン単結晶フィルムの可撓度を調べるために、シリコン単結晶の破壊時点までの曲率半径を計算してみた。即ち、図4(a)に示すように、厚さdのシリコンウェーハを曲率半径Rにて折り曲げると、このときに加えられる応力は下記式により表わすことができる。

【0030】

$$= (d / 2R) E (\sigma_y \text{ 及び } \sigma_f)$$

【0031】

ここで、 $\sigma$ は応力、dは厚さ、Rは曲率半径、Eは弾性係数、 $\sigma_y$ は降伏応力、 $\sigma_f$ は破壊応力を示す。

【0032】

通常、Eは190GPaであり、 $\sigma_y$ は6.9GPaであり、 $\sigma_f$ は2.8GPaである。シリコン単結晶フィルムの厚さが5μmであるとき、破壊個所における理論的な曲率半径は0.17mmであった。本発明による5μmの厚さのシリコン単結晶可撓性フィルムは、少なくとも3mm以下の曲率半径まで破壊無しに曲げることができた(図4(b))。このため、本発明によるシリコン単結晶可撓性フィルムは、所望の通りに十分な有軟性を有することが分かる。同様に、本発明の実施の形態による可撓性単結晶フィルムについても同じことが言える。

【0033】

(実施の形態2)

【0034】

以下、本発明による、研磨による可撓性単結晶フィルムの製造工程について図5及び図6を参照して説明する。

【0035】

図6(a)に示すように、ベースウェーハ600、ベースウェーハ600の上に形成された埋め込み絶縁層601、埋め込み絶縁層601の上に形成されたシリコン単結晶層602を有するSOIウェーハを用意する。このSOIウェーハは、SIMOX(separation

10

20

30

40

50

by implanted oxygen) ウェーハ或いは貼り合わせによる SOI ウェーハとして製造可能であり、商業的に販売されるウェーハを用いることもできる。厚い絶縁層を用いる。単結晶層の厚さは、応用分野に応じて調節する。

【0036】

このようにして用意された SOI ウェーハの上に酸化膜 603 と窒化膜 604 としての保護絶縁層を形成し、これは、ベースウェーハを除去するときにシリコン単結晶層を保護する。先ず、酸化膜 603 を形成し(図 6(b))、酸化膜 603 の上に窒化膜 604 を形成する(図 6(c))。

【0037】

このようにして形成された保護絶縁層の上に接着剤としてのワックス 605 を塗布した後(図 6(d))、その上に支持ウェーハ 606 を貼り付ける(図 6(e))。このとき、ワックスとしては、水によく溶ける水溶性のものを選ぶことができる。支持ウェーハは、垂直或いは水平貼合せにより貼り付けられる。支持ウェーハ 606 は、後続する研磨工程中に SOI ウェーハを保護し、且つ、工程を容易に行わせるためのものである。即ち、SOI ウェーハを研磨するときにウェーハが研磨されながら薄くなつてウェーハが研磨用のチャック内において割れるという問題点が生じるが、支持ウェーハを貼り付けた後に SOI ウェーハを研磨すると、SOI ウェーハが薄く研磨されても割れることなく、ウェーハがチャック内に安全に保持可能である。

【0038】

このようにして支持ウェーハ 606 が貼り付けられた状態において、図 6(f)に示すように、ベースウェーハ 600 を所定の厚さまで研磨する。このとき、研磨厚さは、例えば、50 μm ないし 200 μm に自由に調節することができる。支持ウェーハ 606 は、研磨後に残っているベースウェーハが厚い場合には用いなくてもよい。

【0039】

ベースウェーハ 600 を研磨した後、水溶液或いは化学薬品を用いてワックスを溶かすことにより、支持ウェーハ 606 を外す(図 6(g))。

【0040】

このようにして支持ウェーハ 606 を外した後、これに対して KOH 溶液による湿式エッチングを行うことにより、研磨されて残っているベースウェーハの残留物 600a を除去する(図 6(h))。

【0041】

図 6(h)に示すように、このようにしてベースウェーハが除去されると、シリコン単結晶層 602 の上下面に絶縁層 604、603、601 が残り、この状態において単結晶層と絶縁層の厚さが十分に薄くなつて可撓性がある程度確保される。このフィルムを HF 溶液により湿式エッチングして、上下面のシリコン単結晶層の上に形成された絶縁層を全て除去することにより、図 6(i)に示すように、純粋な可撓性単結晶フィルムが確保される。また、シリコン単結晶層の埋め込み絶縁層又は保護絶縁層をエッチングにより除去すると、絶縁層とシリコン単結晶層よりなる可撓性フィルムが確保される。

【0042】

本発明により可撓性フィルムを製造すると、エッチング時間を大幅に短縮することができる。ベースウェーハを所定の厚さまで研磨することから、エッチング平坦度が良好である。また、本発明による薄型化技術により商業的に市販される SOI ウェーハから可撓性単結晶フィルムを容易に製造することができる。

【0043】

(実施の形態 3)

【0044】

以下、本発明による治具を用いた可撓性単結晶フィルムの製造工程について図 8 及び図 9 を参照して説明する。

【0045】

先ず、本発明において用いられる治具について説明する。図 7 に示すように、治具は、

10

20

30

40

50

上部プレート 701 と下部プレート 700 により構成され、上部プレートと下部プレートとの間にウェーハ 706 が設けられる。これらの各プレート 700、701 は化学薬品に安定した物質、例えば、登録商標であるテフロンにより製造される。上部プレート 701 は、上部プレートと下部プレートが組み合わせられた場合、化学物質溶液が入れられる容器 702 を提供する。容器 702 の底面は、エッティングにより露出されたウェーハの部分に連通する貫通ホールを備える。ウェーハ及び貫通ホールは密封される。容器 702 の貫通ホールは、チューブ又は四角筒状、円筒状などの種々の形状に製作される。上部プレートと下部プレートを固定するための取付具 703 が備えられる。

【0046】

このような治具を用いると、ウェーハの片面だけを湿式エッティングして除去することができる。即ち、エッティングにより除去すべきウェーハ面が上部プレート 701 に対面するように、ウェーハ 706 を下部プレート 700 の上に載せる。上部プレートと下部プレートを組み合わせた後、容器 702 にエッティング液を供給してウェーハの表面を除去する。このとき、エッティングの条件に応じて、登録商標であるテフロンが塗布されたヒーター 704 と温度計 705 を容器内に設け、エッティング温度を調節する。

【0047】

以下、治具を用いてベースウェーハの一方の全面をエッティングする過程を図 8 を参照して説明する。

【0048】

図 8 (a) に示すように、エッティングすべき面が上に来るようにして、ベースウェーハ 800、ベースウェーハ 800 の上に形成された絶縁層 801、絶縁層の上に形成されたシリコン単結晶層 802 を有する SOI ウェーハを用意する。図 8 (b) に示すように、エッティングにより除去されたベースウェーハの全面が上部プレートの容器において露出されるように SOI ウェーハエッジを治具を用いて保持する。

【0049】

図 8 (c) に示すように、エッティングにより除去されたベースウェーハの露出面に KOH 溶液 900 を供給する。KOH 溶液 900 を排出した後、露出面に HF 溶液 901 を供給して絶縁層 801 をエッティングすることにより、純粋なシリコン単結晶の可撓性フィルムを製造する (図 8 (e))。このとき、HF 溶液による絶縁層の除去は、HF 溶液中に治具による保持なしに全体の SOI ウェーハを担持して行うこともできる。

【0050】

また、前記ステップにおいて KOH エッティングのみを行った後、絶縁層とシリコン単結晶層よりなる可撓性フィルムを製造することができる。

【0051】

以下、治具を用いてベースウェーハの一部をエッティングして除去する工程を図 9 を参照して詳細に説明する。

【0052】

図 9 (a) に示すように、ベースウェーハ 800、ベースウェーハ 800 の上に形成された絶縁層 801、絶縁層の上に形成されたシリコン単結晶層 802 を有する SOI ウェーハを用意する。エッティングにより除去された表面の一部が露出されるように SOI ウェーハの裏面の周縁部を治具により押し付ける (図 9 (b))。

【0053】

図 9 (c) に示すように、ベースウェーハの露出面に KOH 溶液を供給し、ベースウェーハをエッティングして除去する。KOH 溶液を排出した後、露出面に HF 溶液を供給して絶縁層をエッティングして除去する (図 9 (d) - 1)。即ち、ベースウェーハの露出面はエッティングにより除去され、絶縁層はエッティング保護層の役割を果たす。このとき、HF 溶液による絶縁層の除去は、HF 溶液中に治具による保持なしに全体の SOI ウェーハを担持して行うこともできる (図 9 (d) - 2)。

【0054】

このように、エッティングにより除去されずに残っているベースウェーハの周縁部を切断

10

20

30

40

50

して純粋なシリコン単結晶の可撓性フィルムを製造する(図9(e))。

【0055】

また、前記ステップにおいて、KOHエッティングのみを行った後、ベースウェーハの周縁部を切断すると、絶縁層とシリコン単結晶層よりなる可撓性フィルムを製造することができる。

【0056】

可撓性単結晶フィルムは、前記治具を用い、ウェーハの片面のみをエッティングにより除去して容易に製造することができる。即ち、別途の工程なしにベースウェーハを治具を用いてエッティングするため、工数を減らすことができる。また、不要なウェーハの周縁部を容易に除去することができる。上部プレートの容器の形状を変化させて所望の形状の可撓性フィルムを製造することができる。即ち、円形のウェーハの周縁部を四角筒状の容器を持った治具を用いて保持してエッティングした後、周縁部を切断すると、四角形状の可撓性単結晶フィルムが得られる。

【0057】

(実施の形態4)

【0058】

以下、本発明による研磨と治具を用いた可撓性単結晶フィルムの製造工程について図10ないし図13を参照して説明する。

【0059】

図11(a)に示すように、ベースウェーハ1000、ベースウェーハ1000の上に形成された埋め込み絶縁層1001、埋め込み絶縁層1001の上に形成されたシリコン単結晶層1002を有するSOIウェーハ1007を用意する。単結晶層の厚さは、応用分野に応じて調節する。

【0060】

このようにして用意されたSOIウェーハの上にワックス1005を塗布した後(図11(b))、その上に支持ウェーハ1006を貼り付ける(図11(c))。このとき、ワックスとしては、水にもよく溶ける水溶性のものを選ぶことができる。支持ウェーハ1006は、垂直或いは水平貼合せにより貼り付けられる。支持ウェーハ1006は、後続する研磨工程中にSOIウェーハを保護し、且つ、工程を容易に行わせるためのものである。即ち、保護絶縁層は、上述のSOIウェーハの上に形成可能である。

【0061】

図11(d)に示すように、支持ウェーハ1006が貼り付けられた状態において、ベースウェーハ1000を所定の厚さまで研磨する。このとき、研磨厚さは、例えば、50μmないし200μmに自由に調節することができる。

【0062】

ベースウェーハ1000を研磨した後、図12及び図13に示すように、ベースウェーハの残留物1000bを図7に示す治具を用いて湿式エッティングして除去することができる。ベースウェーハの残留物1000bを除去する前後に、水溶液或いは化学薬品を用いてワックスを溶かすことにより、支持ウェーハ1006を外す。

【0063】

以下、治具を用いてベースウェーハの全面をエッティングする除去工程を図12を参照して説明する。

【0064】

図12(a)に示すように、エッティングにより除去されたベースウェーハの残留物1000bの全面が上部プレート701の容器702において露出されるように、SOIウェーハの周縁を治具により保持する。

【0065】

図12(b)に示すように、ベースウェーハをエッティングして除去するために、ベースウェーハの残留物1000bの露出面にKOH溶液900を供給する。KOH溶液900を排出した後、露出面にHF溶液901を供給して絶縁層1001をエッティングして除去す

10

20

30

40

50

る(図12(c))。HF溶液901を排出した後、ワックス1005と支持ウェーハ1006を除去して純粋なシリコン単結晶可撓性フィルムを製造する(図12(d)、図12(e))。支持ウェーハ1006は、ベースウェーハの残留物1000bを除去する前に除去することができる。

#### 【0066】

前記ステップにおいて、KOHエッティングのみを行った後、絶縁層とシリコン単結晶層よりなる可撓性フィルムを製造することができる。

#### 【0067】

以下、図13を参照して、治具を用いてベースウェーハの一部をエッティングして除去する工程を詳細に説明する。本発明に従い可撓性フィルムが製造されると、ウェーハの周縁部を湿式エッティングする必要がない。即ち、所望の形状に応じて容器の貫通ホールの形状が変わる治具を用いてウェーハの所要部分をエッティングし、未エッティングのウェーハの不要な周縁部を切断して所望の形状の可撓性フィルムを製造することができる。このとき、支持ウェーハ1006の切断工程を避けるために、エッティング工程前にワックス1005と支持ウェーハ1006を除去することができる。他の方法として、エッティング工程後に、ウェーハの不要な周縁部の切断前に支持ウェーハ1006を除去することができる。

10

#### 【0068】

上述のように、ベースウェーハ1000を所定の厚さまで研磨した後、水溶液或いは化学薬品を用いてワックスを溶かすことにより支持ウェーハ1006を外す。支持ウェーハ1006を外した後、エッティングにより除去されたベースウェーハの一部が露出されるようにウェーハの周縁部を治具を用いて押し付ける(図13(a))。

20

#### 【0069】

ベースウェーハを図13(b)に示すようにエッティングして除去するために、ベースウェーハの残留物1000bの露出面にKOH溶液900を供給する。KOH溶液を排出した後、露出面にHF溶液901を供給して絶縁層をエッティングして除去する(図13(c))。  
HF溶液901を排出すれば、ベースウェーハの周縁部1000cはエッティングにより除去されないため(図13(d))、これを切断して(図13(e))純粋なシリコン単結晶可撓性フィルムを得る(図13(f))。

#### 【0070】

また、前記ステップにおいて、KOHエッティングのみを行った後、ベースウェーハの周縁部1000cを切断して絶縁層及びシリコン単結晶層よりなる可撓性フィルムを得ることができる。

30

#### 【0071】

(実施の形態5)

#### 【0072】

以下、図14ないし図16を参照して、本発明による可撓性単結晶フィルムの製造工程の更に他の実施の形態を詳細に説明する。この実施の形態は、支持ウェーハがSOIウェーハに貼り付けられていない点を除いては、実施の形態4とほとんど同様である。

#### 【0073】

図15(a)に示すように、ベースウェーハ1200、ベースウェーハ1200の上に形成された埋め込み絶縁層1201、及び埋め込み絶縁層1201の上に形成されたシリコン単結晶層1202を有するSOIウェーハを用意する。単結晶層の厚さは、応用分野に応じて調節する。

40

#### 【0074】

保護絶縁層は、上述のSOIウェーハの上に形成される。保護絶縁層は、ベースウェーハが湿式エッティングにより除去されるとき、エッティングからシリコン単結晶層を保護する。この保護絶縁層は、酸化膜1203(図15(b))及びその上に形成された窒化膜1204(図15(c))を備える。

#### 【0075】

保護絶縁層をSOIウェーハに形成した後、ベースウェーハ1200を所望の厚さまで

50

研磨する(図15(d))。この実施の形態においては、支持ウェーハをSOIウェーハに貼り付けないため、研磨時にSOIウェーハが研磨用のチャックにおいて割れることがある。このため、研磨後に、ベースウェーハの残留物を厚くする。即ち、研磨時の厚さを150μm以上の所望の厚さに調節することができる。

【0076】

図16に示すように、ベースウェーハ1200を研磨した後、図7に示す治具を用いてベースウェーハの残留物1200bを湿式エッティングして除去することができる。

【0077】

図16は、治具を用いてベースウェーハの一部をエッティングして除去する工程を示す。本発明により可撓性フィルムを製造すると、ウェーハの周縁部を湿式エッティングする必要がない。即ち、所望の形状に応じて容器の貫通ホールの形状が変わる治具を用いてウェーハの所要部分をエッティングし、未エッティングのウェーハの不要な周縁部を切断して所望の形状の可撓性フィルムを製造することができる。

【0078】

図15(d)に示すように、所定の厚さまでベースウェーハ1200を研磨した後、エッティングにより除去されたベースウェーハの一部が露出されるようにウェーハの周縁部を治具を用いて押し付ける(図16(a))。

【0079】

図16(b)に示すように、ベースウェーハをエッティングして除去するために、ベースウェーハの露出面にKOH溶液900を供給する。KOH溶液900を排出した後、露出面にHF溶液を供給して絶縁層1201をエッティングして除去する(図16(c)、図16(d))。また、前記ステップにおいて、KOHエッティングのみを行った後、絶縁層及びシリコン単結晶層よりなる可撓性フィルムを得ることができる。

【0080】

絶縁層1201を除去した後、エッティングにより除去されないウェーハの周縁部を切断してシリコン単結晶層と保護絶縁層よりなるウェーハを得る(図16(e))。保護絶縁層1203、1204を除去するために、ウェーハをひっくり返して保護絶縁層1204の全面が露出されるように治具により保持する。その後、HF溶液901を用いて保護絶縁層1203、1204をエッティングして(図16(f))シリコン単結晶可撓性フィルムを得る(図16(g))。

【0081】

HF溶液による埋め込み絶縁層1201と保護絶縁層1203、1204の除去は、HF溶液中に治具による保持なしに全体のウェーハを担持して行うこともできる。

【0082】

この実施の形態においては、ウェーハの周縁部を治具により保持して研磨した後、ベースウェーハの残留物を除去する方法を説明したが、ベースウェーハの一部をエッティングして周縁部を切断して研磨した後、ウェーハのエッジを治具により保持してベースウェーハの残留物の全面を露出させた後、KOHを用いてエッティングすることができる。

【0083】

(実施の形態6)

【0084】

図17及び図18を参照して、本発明による可撓性単結晶フィルムの製造工程を詳細に説明する。

【0085】

図17(a)に示すように、ベースウェーハ1400、ベースウェーハの上に形成された絶縁層1401、及び絶縁層の上に形成されたシリコン単結晶層1402を有するSOIウェーハ1406を用意する。

【0086】

このSOIウェーハの単結晶層に通常の半導体製造工程を用いて各種の電子素子を製造

10

20

30

40

50

する(図17(b))。このような電子素子1404は、目的に応じて所望のように製造可能である。即ち、この種の電子素子は各種のトランジスター、TFTアレイ、ロジック回路などの所望の特性に応じて設計され、半導体の製造工程により製造可能である。

#### 【0087】

各種の素子が製造された素子層の上に素子を保護するための保護膜1405を形成する(図17(c))。保護膜1405としては、通常のパッシベーション膜、有機物絶縁層などを用いることができる。

#### 【0088】

素子が製造されたSOIウェーハからベースウェーハ1400を除去して可撓性フィルムを製造する(図17(d))。このとき、ベースウェーハの除去は、前記実施の形態1ないし実施の形態5の方法と同様にして行うことができる。

10

#### 【0089】

図18に示すように、このようにして製造された可撓性フィルムは、シリコン単結晶の上に製造された所望の電子素子だけで十分に可撓性を有する。図18(a)は、純粋なシリコン単結晶層の上に素子が製造された可撓性フィルムを示し、図18(b)は、絶縁層とシリコン単結晶層よりなる可撓性フィルムの上に素子が製造された様子を示し、絶縁層が取り扱い時にシリコン単結晶層及び素子を保護することになる。

#### 【0090】

上述のように、本発明の可撓性単結晶フィルムは、シリコン単結晶の上に製造された所望の特性の素子を容易に製造することができ、しかも、全体の可撓性を許容する。特に、  
20 単結晶ウェーハを用いて可撓性単結晶フィルムを容易に製造することができる。

20

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0091】

本発明によれば、単結晶層に所望の各種の電子素子が製造された可撓性フィルムを単純な方法により安定して製造する。本発明は、電子素子の所望の特性を具現することができる。即ち、単結晶層の上に各種の電子素子を製造することから、単結晶層から素子用のアクティブ層を形成する。半導体の製造工程を用いることから、 $1000 \text{ cm}^2/\text{V sec}$ と極めて高い電子移動値が得られる。このように、優れた電子素子の特性を得ることができ、漏れ電流も大幅に低減することができる。また、各種の電子素子のサイズを通常の半導体素子レベルにコンパクト化することが可能である。シリコンウェーハを通じた半導体の製造工程を適用することから、安定した高温工程と優れた整列正確度が両立可能な半導体フォトリソグラフィ及びエッチング工程により、現在の半導体工程における30nmまでのデザインルールにて回路を設計することができる。

30

#### 【0092】

そして、本発明は、単結晶の安定したチャンネル素子を使用できることから、全ての駆動回路を一体化させたSOP(system on panel)及びその他のメモリ、システムI C、プロセッサーなどをはじめとする特定の用途の半導体回路を一体化させることができ、上記のごとき素子を可撓性フィルムに実現することができる。

#### 【0093】

適切な薄型化技術を用いて可撓性単結晶フィルムを製造することができ、可撓性単結晶フィルムを製造する製造工程を単純化させることで、生産性を高めて製造コストを削減することができる。

40

#### 【0094】

以上、本発明を具体的な実施の形態を通じて詳細に説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、本発明の技術的な思想内において当分野における通常の知識を持った者によりその変形や改良が可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0095】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1により製造される可撓性フィルムの製造手順図。

【図2】図2は、本発明の実施の形態1により製造される可撓性フィルムの製造工程図。

50

【図3】図3は、本発明の実施の形態1により製造された可撓性フィルム。

【図4】図4は、本発明により製造された可撓性フィルムの可撓性の測定概念図。

【図5】図5は、本発明の実施の形態2により製造される可撓性フィルムの製造手順図。

【図6】図6は、本発明の実施の形態2により製造される可撓性フィルムの製造工程図。

【図7】図7は、本発明に用いられている治具の構造図。

【図8】図8は、本発明の実施の形態3による、ベースウェーハの全面エッチングによる可撓性フィルムの製造工程図。

【図9】図9は、本発明の実施の形態3による、ベースウェーハの一部エッチングによる可撓性フィルムの製造工程図。

【図10】図10は、本発明の実施の形態4により製造される可撓性フィルムの製造手順図。 10

【図11】図11は、本発明の実施の形態4により製造される可撓性フィルムの製造工程図。

【図12】図12は、本発明の実施の形態4により製造される可撓性フィルムの製造工程図。

【図13】図13は、本発明の実施の形態4により製造される可撓性フィルムの製造工程図。

【図14】図14は、本発明の実施の形態5により製造される可撓性フィルムの製造手順図。

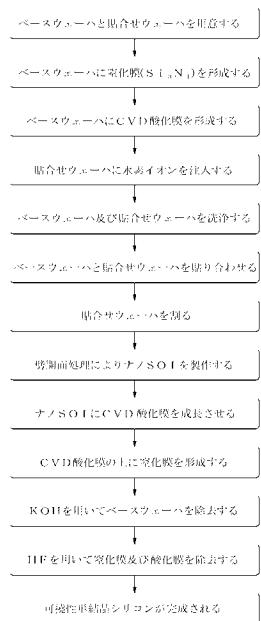
【図15】図15は、本発明の実施の形態5により製造される可撓性フィルムの製造工程図。 20

【図16】図16は、本発明の実施の形態5により製造される可撓性フィルムの製造工程図。

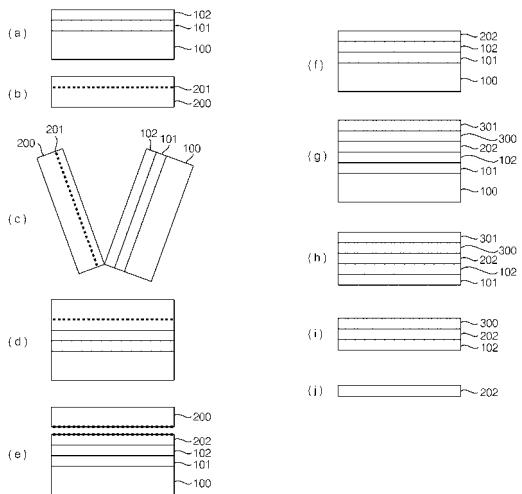
【図17】図17は、本発明の実施の形態6により製造される可撓性フィルムの製造工程図。

【図18】図18は、本発明の実施の形態6により製造された可撓性フィルム。

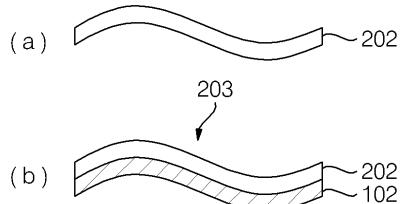
【図1】



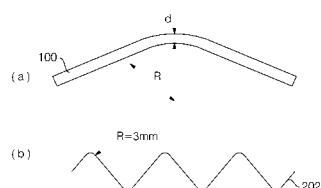
【図2】



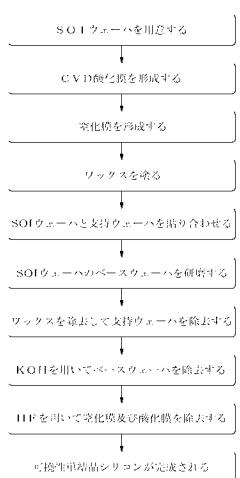
【図3】



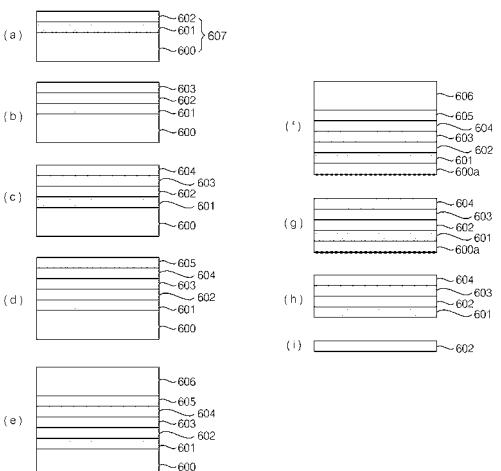
【図4】



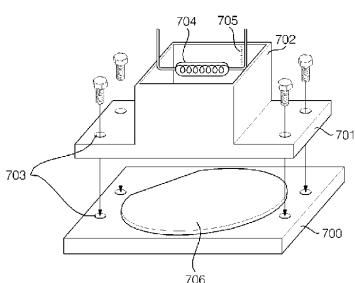
【図5】



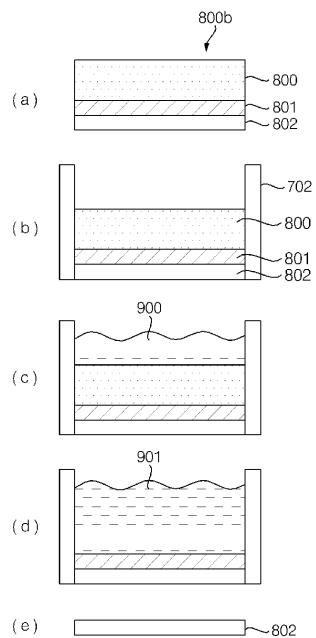
【図6】



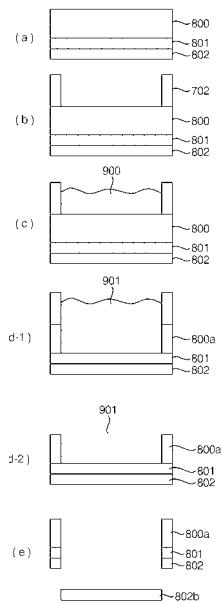
【図7】



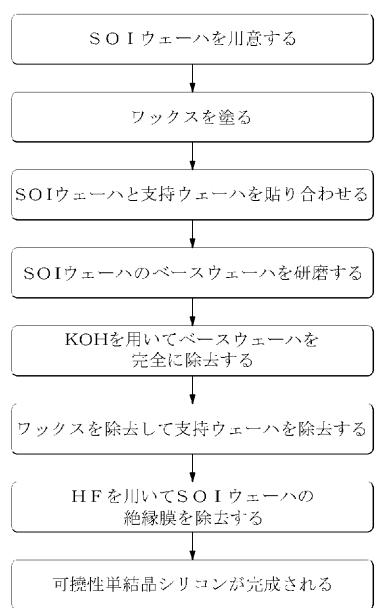
【図8】



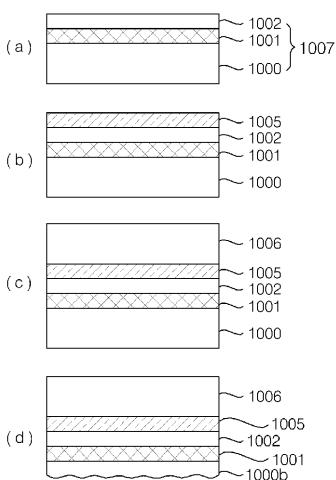
【図9】



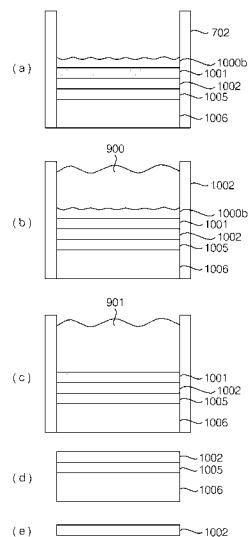
【図10】



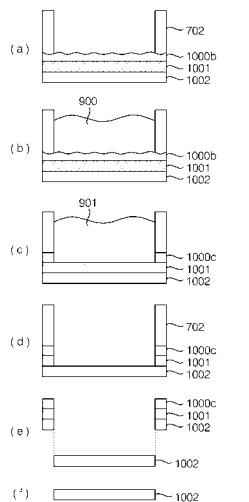
【図11】



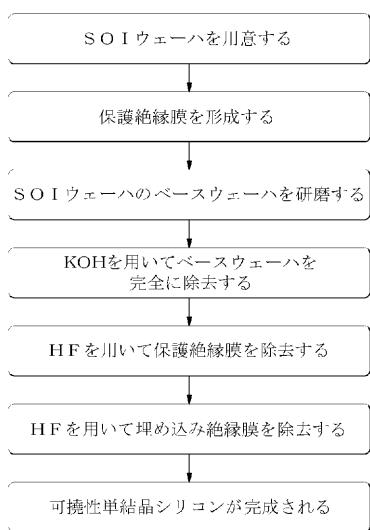
【図12】



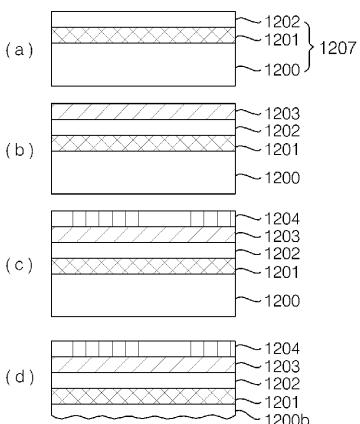
【図13】



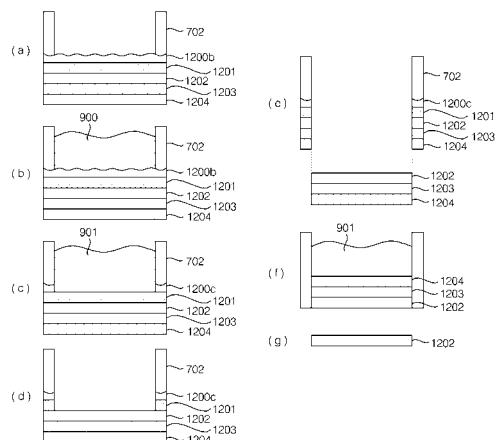
【図14】



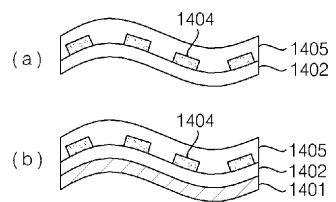
【図15】



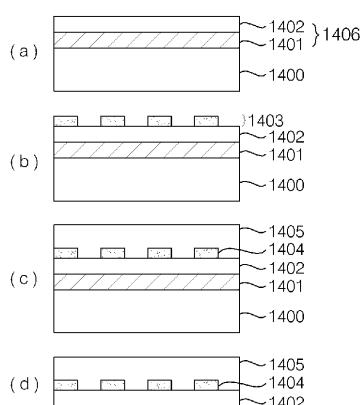
【図16】



【図18】



【図17】



---

フロントページの続き

審査官 大嶋 洋一

(56)参考文献 特開2000-349266(JP, A)  
国際公開第2003/065473(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/02