

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5122731号
(P5122731)

(45) 発行日 平成25年1月16日(2013.1.16)

(24) 登録日 平成24年11月2日(2012.11.2)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/02 (2006.01)	HO 1 L 27/12 B
HO 1 L 27/12 (2006.01)	HO 1 L 21/02 B
HO 1 L 21/306 (2006.01)	HO 1 L 21/306 B

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2005-161025 (P2005-161025)	(73) 特許権者	000190149
(22) 出願日	平成17年6月1日(2005.6.1)		信越半導体株式会社
(65) 公開番号	特開2006-339330 (P2006-339330A)		東京都千代田区大手町二丁目6番2号
(43) 公開日	平成18年12月14日(2006.12.14)	(73) 特許権者	591037498
審査請求日	平成19年8月14日(2007.8.14)		長野電子工業株式会社
			長野県千曲市大字屋代1393番地
		(74) 代理人	100102532
			弁理士 好宮 幹夫
		(72) 発明者	岡部 啓一
			長野県千曲市屋代1393 長野電子工業株式会社内
		(72) 発明者	宮崎 進
			長野県千曲市屋代1393 長野電子工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 貼り合わせウェーハの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ベースウェーハとボンドウエーハの少なくとも一方の表面に酸化膜を形成し、該酸化膜を介してベースウェーハとボンドウエーハとを密着させ、これに酸化性雰囲気下で熱処理を加えて結合させた後、前記ボンドウエーハの外周部を所定厚さまで研削して除去し、その後エッチングにより該ボンドウエーハ外周部の未結合部を除去し、しかる後に前記ボンドウエーハを所望厚さまで薄膜化する貼り合わせウェーハの製造方法において、前記ボンドウエーハ外周部の未結合部を除去するエッチングを少なくともフッ酸と硝酸と酢酸とを含む混酸を用い、該混酸を前記酸化膜に達するまで 23 以上 30 以下の温度に保って行うことを特徴とする貼り合わせウェーハの製造方法。

10

【請求項2】

前記エッチングをスピンエッチングにより行うことを特徴とする請求項1に記載の貼り合わせウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は貼り合わせウェーハの製造方法に関し、特にボンドウエーハの外周部の未結合部をエッチングする方法に関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

高性能デバイス用のウェーハとして、半導体ウェーハを他のウェーハ等と接合させた後、素子を作製する側のウェーハを薄膜化した貼り合わせウェーハが使用されている。

【0003】

具体的には、例えば、鏡面研磨された2枚のシリコンウェーハを用意し、少なくとも一方のウェーハに酸化膜を形成させる。そして、これらのウェーハを密着させた後、200～1200の温度で熱処理して結合強度を高める。その後、素子作製側ウェーハ（ボンドウエーハ）を研削及び研磨等して所望の厚さまで薄膜化することにより、SOI（Silicon On Insulator）層が形成された貼り合わせSOIウェーハを製造することができる。

10

【0004】

尚、貼り合わせウェーハを製造する場合、酸化膜を介さずに直接シリコンウェーハ同士を接合することもできるし、ベースウェーハとして、石英、炭化珪素、アルミナ等の絶縁性ウェーハが用いられる場合もある。

【0005】

上記のように貼り合わせウェーハを製造する場合、貼り合わせられる2枚の鏡面ウェーハの周辺部には厚さが僅かに薄くなった研磨ダレと呼ばれる部分や面取り部が存在し、その部分は結合されないか、結合力が弱い未結合部分として残ってしまう。このような未結合部分が存在したまま研削等により薄膜化を行うと、その薄膜化工程中に未結合部分の一部が剥がれることになる。従って、薄膜化されたボンドウエーハは、基台となるウェーハ（ベースウェーハ）よりも小径となり、また、周辺部には微小な凹凸が連続的に形成されることになる。

20

【0006】

このような貼り合わせウェーハをデバイス工程に投入すると、残留する未結合部分がデバイス工程で剥離し、パーティクルを発生させ、デバイス歩留りを低下させてしまう。

【0007】

そのため、KOH、NaOH等を用いたアルカリエッチングにより、残留する未結合部分を予め除去する方法が提案されている（特許文献1参照）。アルカリエッチングでは、エッチング液のSiに対するエッチング速度（ R_{Si} ）が大きく、 SiO_2 に対するエッチング速度（ R_{SiO_2} ）が小さい。従って、エッチング速度の選択比（ R_{Si}/R_{SiO_2} ）が大きい。この場合、ボンドウエーハ側からのエッチングが埋め込み酸化膜に達すると、自然にエッチングがほぼ停止する。従って、エッチングからベースウェーハを保護する保護膜として埋め込み酸化膜を利用できるという長所がある。

30

【0008】

【特許文献1】特開平10-209093号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところが、アルカリエッチングにより未結合部のエッチング除去を行うと金属汚染が発生し、半導体素子の電気的特性の劣化になり得ることが判った。

40

【0010】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、Siと SiO_2 に対するエッチング速度の選択比（ R_{Si}/R_{SiO_2} ）が大きく、金属汚染を起こさず、ボンドウエーハの外周部の未結合部をエッチングする貼り合わせウェーハの製造方法を提供することを目的としたものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、ベースウェーハとボンドウエーハの少なくとも一方の表面に酸化膜を形成し、該酸化膜を介してベースウェーハとボンドウエーハとを密着させ、これに酸化性雰囲気下で熱処理を加えて結合させた後、前記ボン

50

ドウェーハの外周部を所定厚さまで研削して除去し、その後エッチングにより該ボンドウエーハ外周部の未結合部を除去し、しかる後に前記ボンドウエーハを所望厚さまで薄膜化する貼り合わせウェーハの製造方法において、前記エッチングを30以下の少なくともフッ酸と硝酸と酢酸とを含む混酸を用いて行うことを特徴とする貼り合わせウェーハの製造方法を提供する。

【0012】

このようにボンドウエーハの外周部の未結合部を、30以下の上記混酸を用いてエッチングすれば、Siに対するエッチング速度(R_{Si})が大きく、 SiO_2 に対するエッチング速度(R_{SiO_2})が小さい。つまり、Siと SiO_2 に対するエッチング速度の選択比(R_{Si} / R_{SiO_2})が大きいため、エッチングが埋め込み酸化膜に達すると自然とエッチング速度が落ちる。従って、エッチングからベースウェーハを保護する保護膜として埋め込み酸化膜を利用することができ、ベースウェーハが損傷する恐れがない。しかも、混酸エッチングは金属汚染を引き起こすこともない。

10

【0013】

この場合、前記エッチングをスピネッチングにより行うのが好ましい。

【0014】

このように前記エッチングをスピネッチングにより行えば、浸漬による場合と異なりエッチングの化学反応にともなうエッチング液の液温が上昇が少ない。従って、エッチング液を30以下に制御しやすく小型な冷却手段で良く、より低コストでエッチングを行うことができる。

20

【発明の効果】**【0015】**

以上説明したように、本発明によれば、ボンドウエーハ外周部の未結合部のエッチングにおいて、30以下の少なくともフッ酸と硝酸と酢酸とを含む混酸を用いれば、金属汚染を引き起こすこともなく、Siと SiO_2 に対するエッチング速度の選択比(R_{Si} / R_{SiO_2})を大きくできるため、エッチングからベースウェーハを保護する保護膜として埋め込み酸化膜を利用することができ、ベースウェーハが損傷する恐れがない。

【発明を実施するための最良の形態】**【0016】**

以下、本発明についてより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

30

【0017】

従来、ボンドウエーハの未結合部をエッチストップ法によりエッチング除去する場合、十分なエッチング速度の選択比が必要であることから、混酸によるエッチングは使えないというのが常識であった。ところが、本発明者らの実験的研究によれば、混酸の温度を低温に保てば、十分使用可能な選択比を得ることができることを発見し、これによりアルカリエッチングの金属汚染の問題も解決できることを見出し、本発明を完成させた。

【0018】

ここで、図1は本発明の貼り合わせウェーハの製造方法の一例を説明する概略図である。

40

【0019】

図1においてまず、貼り合わせによりSOIウェーハを作製するための原料ウェーハであるボンドウエーハ2及びベースウェーハ3を用意する(図1(a))。ボンドウエーハ及びベースウェーハは特に限定しないが、たとえばシリコン単結晶ウェーハを用いることができる。

【0020】

次に、用意されたシリコン単結晶ウェーハのうち、ボンドウエーハ2に熱処理を施し、ボンドウエーハ表面に酸化膜4を形成する(図1(b))。この酸化膜の形成は、ベースウェーハ側に行ってもよいし、ボンドウエーハとベースウェーハの両方に行ってもよい。

【0021】

50

次に、この酸化膜を形成したボンドウェーハ2とベースウェーハ3を清浄な雰囲気下で密着させる(図1(c))。これに酸化性雰囲気下で熱処理を加えて、ボンドウェーハ2とベースウェーハ3を強固に結合させ、貼り合わせウェーハ1とする。熱処理条件としては、例えば、酸素または水蒸気を含む雰囲気下、200 ~ 1200 の温度で行えば良い(図1(d))。この時、ボンドウェーハ2とベースウェーハ3が強固に結合されるとともに、貼り合わせウェーハ1の外表面全体にも酸化膜(結合酸化膜)5が形成される。

【0022】

こうして結合された貼り合わせウェーハ1の外周部約2mmには、ボンドウェーハ2とベースウェーハ3の未結合部が存在している。このような未結合部は、デバイスを作製するSOI層として用いることができない上に、後工程で剥れ落ちて、種々の問題を引き起こすため除去する必要がある。

10

【0023】

未結合部を除去するには、図1(e)に示すように、まず未結合部が存在するボンドウェーハ2の外周部を所定幅w、所定厚さtまで研削して除去する。研削によれば、高速で除去することができるし、加工精度もよいためである。

この場合、所定厚さtとしては例えば20~150ミクロンとすることができる。

【0024】

次に、エッチングを行い、図1(f)に示すようなボンドウェーハ2の外周部の未結合部を除去したウェーハを得る。本発明では、ここで用いるエッチング液としては、30以下の少なくともフッ酸と硝酸と酢酸とを含む混酸を用いる。たとえば混酸(フッ酸:硝酸:酢酸=15wt%:47wt%:5wt%の水溶液)等を好適に用いることができる。また、フッ酸、硝酸と酢酸の他にリン酸、硫酸等を含む混酸としてもよい。

20

【0025】

上記混酸を用いて貼り合わせウェーハのエッチングを行い、混酸の液温度とエッチング速度との関係を調べた。図2(a)に混酸の液温度とSiのエッチング速度(R_{Si})の関係の測定結果を示し、図2(b)に混酸の液温度とSiO₂のエッチング速度(R_{SiO_2})の関係の測定結果を示す。さらに、図2のデータに基づいて、混酸の液温度とエッチング速度の選択比(R_{Si}/R_{SiO_2})の関係を求めて図3に示した。

【0026】

エッチングにおいては、このシリコンと酸化膜とのエッチング速度の選択比が重要である。選択比が十分に大きければ、たとえば図1(e)でボンドウェーハ2側からのエッチングがボンドウェーハ2とベースウェーハ3の間の埋め込み酸化膜に達すると、エッチング速度が大幅に低下してエッチングの進行が実質上止まる。つまり、酸化膜がエッチストップレイヤーとして機能し、エッチングからベースウェーハを保護する。従って、エッチングが短時間のうちに進行してベースウェーハが損傷するなどの問題が起きない。

30

【0027】

図3に示すように、混酸の選択比は30より高温になると急激に小さくなることわかる。従って、30より高温でエッチングを行った場合は、酸化膜がエッチストップレイヤーとして機能しないため、エッチングが酸化膜に達した時点できれいにエッチストップできない。従って、エッチングが短時間のうちに進行してベースウェーハが損傷したり、ベースウェーハにテラスディンプルが生じるといった問題が生じる。

40

【0028】

逆に、図3に示すように、エッチング液の液温度が30以下であれば、選択比は十分に大きいため、酸化膜がエッチストップレイヤーとして機能し、エッチングが酸化膜に達した時点できれいにエッチストップできる。従って、ベースウェーハは酸化膜により保護されてエッチングにより損傷することがないし、テラスディンプルが生じることもない。

【0029】

また、本願のように混酸をエッチング液とすれば、金属汚染が発生することがない。従来のNaOHやKOH等をエッチング液として用いたアルカリエッチングでは、金属汚染が発生して半導体素子の電気的特性の劣化につながるということが問題となる。しかし、本願の

50

ような混酸エッチングとすれば、金属汚染が発生することもなく、歩留りの向上を図ることができる。

【0030】

上記本願の混酸エッチングを行う方法は特に限定されないが、スピネッチングにより行うのが好ましい。スピネッチングであれば、浸漬による場合と異なり、エッチングで起こる化学反応によるエッチング液の液温の上昇が少ない。したがって、エッチング液の液温を30以下に保つためには、小型の冷却設備を用意すれば十分であり、冷却設備に過大な稼動コストも必要としない。それゆえ、設備の小型化・省力化が可能であり、安価に本願を実施することができる。もちろん、混酸エッチングを浸漬により行うこともできる。

10

【0031】

以下に、スピネッチングで混酸エッチングを行う場合について、一例をあげて説明する。スピネッチングを行う装置は特に限定されないが、例えば図5に示すような装置を用いることができる。貼り合わせウェーハ1をウェーハ保持手段10で吸着保持し、エッチング液9をノズル8から供給しつつ、貼り合わせウェーハ1を高速で回転させてエッチングを行う。このようにウェーハを回転させてエッチングを行うことで、エッチング液9は遠心力でウェーハの外方へ飛散し、振り飛ばされたエッチング液9は、回収カップ11を介して回収される。

【0032】

具体的には、スピネッチング装置でベースウェーハ側を吸着保持した貼り合わせウェーハを300～400rpmで回転させ、ボンドウェーハの上面にノズルから混酸を流量3～4L/分で、目的とするエッチング取代に応じて5秒以上にわたって注加するのが好ましい。

20

【0033】

次に、所定時間エッチングし、未結合部をエッチング除去したら、上記混酸エッチングを停止するためにリンスを行う。例えば、前記混酸エッチングしたウェーハを500～700rpmで回転させ、ボンドウェーハの上面にノズルから純水を流量1～2L/分で30秒～40秒にわたって注加するのが好ましい。

【0034】

次に、ウェーハの乾燥を行う。前記リンスをしたウェーハを、例えば1400～1600rpmで30～50秒回転させることでスピネ乾燥することができる。スピネ乾燥後、スピネッチング装置からウェーハを取り外して、エッチング工程を終える。

30

このようなエッチングにより、テラス部7が形成される(図1(f))。

【0035】

次に、図1(g)に示すように、ボンドウェーハ2の表面を所望厚さまで薄膜化してSOI層6を形成する。薄膜化の手段は特に限定されないが、たとえば通常の方法で研削・研磨により行うことができる。

【0036】

以上のようにして、本発明に係る貼り合わせウェーハを製造することができる。

【0037】

なお、上記方法では、スピネッチングにより混酸エッチングを行う方法を説明したが、本発明はこれに限定されない。たとえば、前述のようにディップ法によりエッチング液中にウェーハを浸漬してエッチングを行ってもよいし、混酸を噴霧させる方法等により行うことも可能である。

40

【0038】

また、上記方法では、ボンドウェーハ2に酸化膜4を形成してからベースウェーハ3と密着させたが、ベースウェーハ3に酸化膜を形成して密着させてもよいし、両者に酸化膜を形成してから密着させる場合もある。また、本発明の方法で用いるベースウェーハとボンドウェーハは、シリコン単結晶ウェーハに限定されない。

【実施例】

50

【0039】

以下に、本発明の実施例を説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

(実施例、比較例)

まず、直径200mm、導電型p型、抵抗率4~6 \cdot cmの鏡面研磨されたCZウェーハを用意し、それぞれベースウェーハとボンドウェーハとした。そして、これらのウェーハを図1の(a)~(c)の工程にしたがい密着させ、1150 \cdot 、酸素雰囲気下で3時間の結合熱処理を行って、図1(d)のような貼り合わせウェーハ1を作製した。

【0040】

次に、図1(e)のようにボンドウェーハ2の外周部を、研削装置を用いてウェーハの外周方向から、中心に向けて研削した。厚さtは50 μ mとした。

10

【0041】

次に、エッチングによりボンドウェーハ2の外周部の未結合部を除去した。

実施例では、エッチング液として混酸(フッ酸:硝酸:酢酸=15wt%:47wt%:5wt%の水溶液)を用い、小型の冷却装置により液温度を23(室温)に保ちながら図5に示すスピネッチング装置によりエッチングを行った。ベースウェーハ側を吸着保持して350rpmで回転させ、ボンドウェーハの上面にノズルから上記混酸を流量3.5L/分で、86秒(エッチング取代を約100 μ mとして)にわたって注加して混酸エッチングを行った。

比較例では、エッチング液としてNaOHを用いる以外は、実施例と同条件でアルカリエッチングを行った。

20

【0042】

次にエッチングを停止するために、貼り合わせウェーハを600rpmで回転させ、ボンドウェーハの上面にノズルから純水を流量1L/分で35秒にわたって注加してリンスした。

【0043】

次に、前記リンスをした貼り合わせウェーハを、1500rpmで30秒回転させ乾燥を行い、スピネッチング工程を終えた。

【0044】

次に、ボンドウェーハ2の表面を平面研削装置および片面研磨装置を用いて研削・研磨して薄膜化し、SOI層6を形成し、図1(g)に示すようなSOIウェーハを得た。

30

【0045】

(テラス部顕微鏡観察)

得られた実施例および比較例のSOIウェーハのテラス部を光学顕微鏡で観察し、ディンプルの発生の有無を検査した。その結果、いずれのウェーハにもほとんどディンプルは観察されず、本発明の方法により、アルカリエッチと同様にエッチストップが出来ており、十分な選択比で未結合部のエッチング除去ができることが判った。

【0046】

(金属汚染評価)

上記実施例および比較例で得た貼り合わせウェーハについて、原子吸光法により金属汚染の評価を行った。得られた結果を図4に示す。図4から明らかなように、アルカリエッチングを行った比較例では金属汚染が生じているのに比べて、本発明による混酸エッチングを行った実施例では金属による汚染がほとんどないか、かなり少ないことがわかる。

40

【0047】

尚、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の貼り合わせウェーハの製造方法の一例を説明するフロー図である。

50

【図2】図2(a)は混酸の液温度とSiに対するエッチング速度(R_{Si})の関係を示すグラフであり、図2(b)は混酸の液温度と SiO_2 に対するエッチング速度(R_{SiO_2})の関係を示すグラフである。

【図3】図2のデータを元に、混酸の液温度とエッチング速度の選択比(R_{Si} / R_{SiO_2})の関係を求めたグラフである。

【図4】実施例と比較例について金属汚染を評価した結果を示すグラフである。

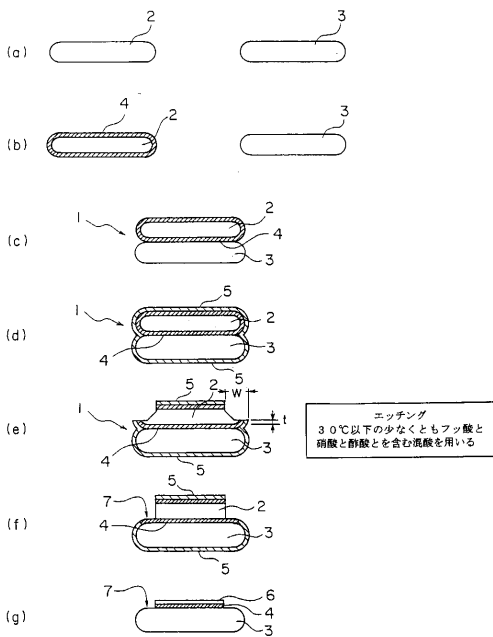
【図5】本発明の貼り合わせウェーハの製造方法で用いることができる枚葉式のスピネエッチング装置である。

【符号の説明】

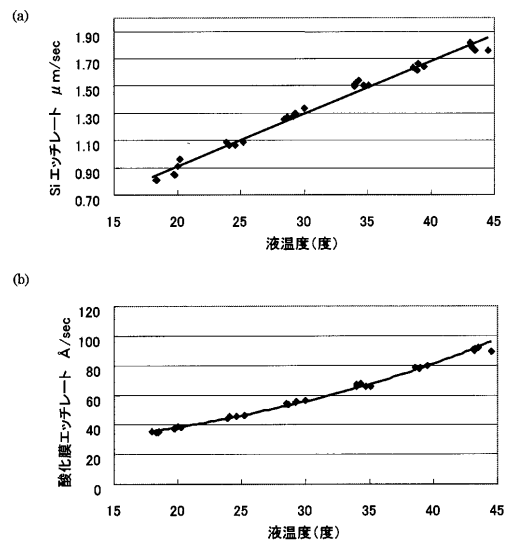
【0049】

- 1 ... 貼り合わせウェーハ、 2 ... ボンドウェーハ、 3 ... ベースウェーハ、
- 4 ... 酸化膜(埋め込み酸化膜)、 5 ... 酸化膜(結合酸化膜)、 6 ... SOI層、
- 7 ... テラス部、 8 ... ノズル、 9 ... エッチング液、 10 ... ウェーハ保持手段、
- 11 ... エッチング液回収カップ。

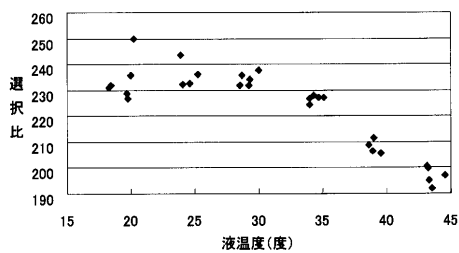
【図1】



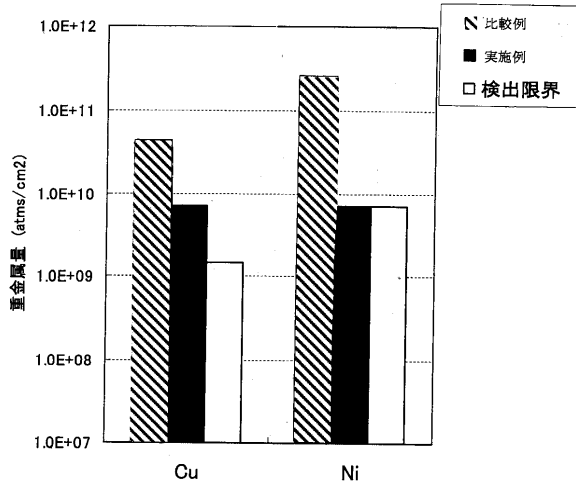
【図2】



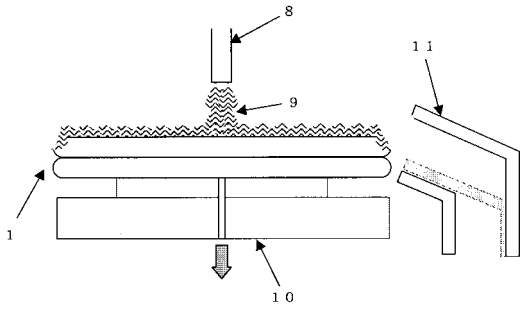
【図3】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

審査官 萩原 周治

- (56)参考文献 特開平06-061461(JP,A)
特開2000-077381(JP,A)
特開平11-067742(JP,A)
特開平08-107091(JP,A)
特開2001-053257(JP,A)
特開平10-209093(JP,A)
B. Schwartz, et al., "Chemical Etching of Silicon", JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, 1961年, Vol. 108, No. 4, pp. 365-372

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/12
H01L 21/02
H01L 21/306 - 21/3063