



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	102007901542887
Data Deposito	20/07/2007
Data Pubblicazione	20/01/2009

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	B		

Titolo

APPARECCHIATURA E METODO PER IL CONTROLLO DELLO SPESSORE DI UN ELEMENTO
IN LAVORAZIONE.

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo:

«Apparecchiatura e metodo per il controllo dello spessore di un elemento in lavorazione», a nome: MARPOSS Società per Azioni, di nazionalità italiana, con sede in 40010 Bentivoglio, (BO), via Saliceto 13.

Inventore designato: Carlo Dall'Aglio

Depositata il:

TESTO DELLA DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un'apparecchiatura per il controllo dello spessore di fette, o wafer, di materiale semiconduttore durante la lavorazione su una macchina rettificatrice, comprendente un sistema di rilevamento con una sorgente di luce nel campo dell'infrarosso, un rilevatore di raggi riflessi ed una sonda ottica, la sorgente ed il rilevatore essendo collegati alla sonda ottica per emettere raggi infrarossi lungo un percorso longitudinale in direzione di una prima superficie del wafer in lavorazione e ricevere, sostanzialmente lungo il percorso longitudinale, raggi riflessi dalla prima superficie e da una superficie opposta del wafer in lavorazione, un elemento di supporto e posizionamento per la sonda ottica, e un'unità di controllo ed elaborazione connessa al sistema di rilevamento.

L'invenzione riguarda anche un metodo per il controllo dello spessore di fette, o wafer, di materiale semiconduttore durante la lavorazione su una macchina rettificatrice mediante una sonda ottica a raggi infrarossi ed un relativo elemento di supporto e posizionamento, comprendente i passi di generare raggi infrarossi e trasmetterli, attraverso la sonda ottica, lungo un percorso longitudinale in direzione di una prima superficie del wafer in lavorazione, rilevare raggi riflessi dalla prima superficie e da una superficie opposta del wafer in lavorazione, e ricevuti attraverso il percorso longitudinale

e la sonda ottica, ed elaborare i raggi riflessi con sistemi interferometrici per ottenere informazioni circa lo spessore del wafer in lavorazione.

Sono noti sistemi per il controllo dello spessore di fette di semiconduttore, o wafer, nel corso di lavorazioni su macchine utensili, in particolare rettificatrici e lucidatrici.

I sistemi noti sono di vario tipo, e possono ad esempio impiegare teste comparatrici con tastatori meccanici che toccano almeno una superficie del wafer in lavorazione. Questa soluzione, che può danneggiare il pezzo controllato e che non consente di scendere al di sotto di certe dimensioni, non è praticabile nel caso assai frequente in cui si desideri controllare accuratamente lo spessore di un wafer di semiconduttore fissato da un lato ad una pellicola o a un supporto. Altri sistemi noti impiegano sonde di altro tipo, ad esempio capacitive, induttive (a correnti parassite o altro), o a ultrasuoni. Questi sistemi hanno tuttavia dei limiti sia nella dimensione controllabile (ad esempio non si riescono a controllare spessori inferiori ai 100 micron) che nella risoluzione ottenibile (non più piccola di 10 micron). Per superare questi limiti si ricorre a sistemi con sonde ottiche.

Il brevetto US-A-6437868 si riferisce ad un'applicazione di questo tipo, che utilizza un sistema ottico a riflessione disposto assialmente all'interno del supporto per il wafer da controllare. Lo spessore del wafer, che in virtù delle caratteristiche del materiale di cui è fatto (semiconduttore, tipicamente silicio) risulta parzialmente trasparente alla luce infrarossa utilizzata, viene controllato dal lato opposto rispetto a quello che viene rettificato.

Risulta spesso necessario o opportuno effettuare controlli dallo stesso lato che viene rettificato, cosa possibile con sonde ottiche come ad esempio mostrato nella domanda di brevetto giapponese pubblicata con il n. JP-A-08-216016. Per migliorare l'affidabilità del controllo effettuato è generalmente opportuno tenere pulita la superficie

su cui agisce la sonda ottica con un fluido di pulizia quale aria o acqua.

Questo può dar luogo a problemi nel funzionamento della sonda ottica, in particolare a causa di variazioni indesiderate e incontrollabili delle caratteristiche dei raggi trasmessi e/o ricevuti dovuti a discontinuità dell'elemento di trasmissione e/o fenomeni di turbolenza nel fluido di pulizia. Inoltre, i vari mezzi producono un parziale assorbimento della radiazione e quindi limitano l'intensità luminosa restituita alla sonda. Si deve pertanto ricorrere ad amplificazioni elettriche più elevate, il che rende la sonda più esposta a rumori di fondo.

Qualora venga impiegata aria di pulizia, questa deve essere accuratamente filtrata per evitare di introdurre materiale estraneo che influirebbe sul controllo e contaminerebbe la superficie, con un conseguente incremento dei costi. Inoltre risulta non trascurabile l'effetto meccanico del getto d'aria sul pezzo in lavorazione, in particolare su spessori di silicio molto piccoli (fino a 5-10 micron).

Scopo della presente invenzione è ottenere un'apparecchiatura e un metodo per il controllo dello spessore di fette di materiale semiconduttore durante le operazioni di rettifica che risulti particolarmente affidabile, sia applicabile in modo flessibile e garantisca ottime prestazioni superando i problemi delle apparecchiature e dei metodi noti.

Raggiungono questo ed altri scopi un'apparecchiatura secondo la rivendicazione 1 ed un metodo secondo la rivendicazione 11.

Un'apparecchiatura secondo la presente invenzione prevede la presenza di una sonda ottica e di un particolare elemento di supporto e posizionamento per tale sonda, nel quale un fluido a bassa portata è convogliato in corrispondenza di una zona limitata attraversata dal raggio emesso e ricevuto dalla sonda ottica. In sostanza si genera un cuscino di fluido in regime laminare che tiene pulita la superficie del pezzo senza creare

turbolenze. La sonda è alloggiata e riferita nell'elemento di supporto e posizionamento in modo tale che il raggio luminoso, tipicamente nella frequenza degli infrarossi, percorra un tratto in aria (con basso assorbimento) e un piccolo tratto nel cuscino di liquido che occupa lo spazio fra sonda e superficie del pezzo lavorata (con limitato assorbimento). Preferibilmente il tratto in aria e quello nel fluido sono separati da un vetrino. Il fluido utilizzato può essere vantaggiosamente lo stesso impiegato durante le operazioni di rettifica, tipicamente acqua demineralizzata.

In una realizzazione preferita dell'invenzione, l'elemento di supporto e posizionamento comprende canali radiali (ad esempio quattro a 90°) disposti tangenti al vetrino di separazione, nei quali il fluido viene convogliato e lambisce tale vetrino. In tal modo si evita la formazione di bolle d'aria e si favorisce un flusso regolare del fluido ed il mantenimento del moto laminare.

L'invenzione verrà ora descritta con riferimento agli allegati disegni, forniti a solo scopo illustrativo e non limitativo, in cui:

la figura 1 è una sezione laterale schematica di un'apparecchiatura per il controllo di spessore secondo l'invenzione, con alcuni particolari parzialmente in vista, e

la figura 2 è una sezione dell'apparecchiatura di figura 1, secondo la traccia II-II di figura 1.

La figura 1 mostra un'apparecchiatura per il controllo dello spessore di un elemento, in una condizione operativa. L'elemento controllato è ad esempio una fetta, o wafer **1**, di materiale semiconduttore quale silicio, ed il controllo può avvenire nel corso delle operazioni di rettifica cui una prima superficie **2** dello stesso wafer **1** è sottoposta su una apposita macchina utensile, di per sé nota e, per motivi di semplicità, indicata in figura con il riferimento **6** che schematizza una mola di rettifica.

Un sistema di rilevamento comprende una sonda ottica **3** di tipo noto connessa

mediante una fibra ottica **5** a un'unità di controllo ed elaborazione **10**, una sorgente **11** che emette luce nelle frequenze dell'infrarosso ed un rilevatore **12** che riceve raggi riflessi e fornisce corrispondenti segnali elettrici. Sorgente **11** e rilevatore **12**, di per sé noti, sono mostrati in figura in modo schematico, ad esempio come parte dell'unità di controllo ed elaborazione **10**. Un elemento di supporto e posizionamento **7** è fissato in modo noto ad un sostegno **9** esterno, ed alloggia la sonda **3** definendone la posizione rispetto alla prima superficie **2**. Una guaina di protezione **13**, mostrata parzialmente in vista in figura 1, alloggia la fibra ottica **5**.

La sonda ottica **3** è, come detto, di tipo noto. Non si entra qui nel dettaglio del funzionamento. Basti dire che la sonda **3** emette un fascio di radiazioni infrarosse che seguono un percorso longitudinale **4** e vengono in parte riflesse dalla prima superficie **2** del wafer **1**, in parte attraversano il wafer **1** – in virtù delle caratteristiche tipiche del materiale di cui esso è costituito – e vengono riflesse da una superficie opposta **2'**. I raggi riflessi dalla due diverse superfici **2** e **2'** seguono sostanzialmente lo stesso percorso longitudinale **4** e sono trasmessi al rilevatore **12** i cui segnali di uscita sono opportunamente elaborati in circuiti dell'unità di controllo ed elaborazione **10** con metodi interferometrici, per ottenere informazioni relative allo spessore del wafer **1**. Sistemi di questo tipo consentono il controllo di wafer **1** di spessore anche estremamente ridotto (anche inferiore ai 10 micron).

L'elemento di supporto e posizionamento **7** ha un corpo centrale **14** di forma sostanzialmente cilindrica, con un'apertura assiale **15** in comunicazione con la sonda **3**, per il passaggio del fascio di radiazioni lungo il percorso longitudinale **4**. Un fondello di chiusura **16** è connesso ad un'estremità del corpo centrale **14**, ad esempio mediante un accoppiamento filettato, e comprende un foro di uscita **17** allineato con l'apertura assiale **15**. Un vetrino di separazione **20** è interposto fra il corpo centrale **14** e il

fondello **16**, bloccato dall'accoppiamento fra tali due parti in corrispondenza dell'apertura assiale **15**. Il vetrino **20** chiude a tenuta tale apertura assiale **15** con l'ausilio di una guarnizione ad anello o "O-ring" **19**.

Nel fondello **16** dell'elemento di supporto e posizionamento **7** sono presenti condutture idrauliche **22** con un'apertura radiale **23** di ingresso, e canali interni **25** che mettono in comunicazione l'apertura radiale **23** di ingresso con il foro di uscita **17**, quest'ultimo essendo, nella posizione operativa di figura 1, affacciato alla prima superficie **2** del wafer **1**. Nell'esempio illustrato nelle figure, i canali interni **25** sono quattro, disposti radialmente rispetto al percorso longitudinale **4**, a 90° l'uno rispetto all'altro. L'apertura radiale **23** delle condutture idrauliche **22** è in comunicazione – in modo noto e schematizzato in figura con la freccia **26** - con una fonte esterna di un liquido **27** a bassa portata, ad esempio la stessa acqua utilizzata come refrigerante nelle operazioni di rettifica. Il liquido **27** è convogliato dalle condutture idrauliche **22** verso il foro di uscita **17**, attraverso il quale esce dal fondello **16** e raggiunge la superficie **2** in lavorazione del wafer **1**. La presenza dei quattro canali interni **25** disposti radialmente e tangenzialmente rispetto alla superficie del vetrino **20** favorisce un flusso regolare del liquido **27** sostanzialmente in moto laminare, che lambisce il vetrino **20** e, in uscita attraverso il foro **17**, genera un cuscino **30** di liquido fra la sonda **3** e la superficie **2** del wafer **1**.

Il percorso longitudinale **4** del fascio di radiazioni (emesse e riflesse) comprende pertanto una parte in aria, nell'apertura assiale **15**, dove l'assorbimento è minimo, e, attraversato il vetrino di separazione **20**, un piccolo tratto nel cuscino di liquido **30** che fluisce in regime sostanzialmente laminare. Le discontinuità in tale percorso longitudinale **4** sono pertanto controllate e costanti (non casuali, come ad esempio una superficie di acqua turbolenta). Ciò rende decisamente affidabili i risultati ottenibili

attraverso le elaborazioni di tipo interferometrico, avendo la possibilità di operare con algoritmi che riescono ad individuare ed eliminare spessori spuri presenti nel percorso longitudinale **4** del fascio.

Sono possibili varianti rispetto a quanto illustrato e fin qui descritto, ad esempio nella realizzazione e configurazione delle condutture idrauliche **22** nell'elemento di supporto e posizionamento **7**. Può infatti essere diverso il numero e/o la disposizione dei canali interni rispetto a quelli (**25**) sopra illustrati, pur essendo comunque garantita la formazione del cuscino di liquido **30** con le opportune caratteristiche in precedenza elencate e sottolineate.

RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura per il controllo dello spessore di fette, o wafer **(1)**, di materiale semiconduttore durante la lavorazione su una macchina rettificatrice **(6)**, comprendente un sistema di rilevamento con una sorgente **(11)** di luce nel campo dell'infrarosso, un rilevatore **(12)** di raggi riflessi ed una sonda ottica **(3)**, detta sorgente **(11)** e detto rilevatore **(12)** essendo collegati alla sonda ottica **(3)** per emettere raggi infrarossi lungo un percorso longitudinale **(4)** in direzione di una prima superficie **(2)** del wafer **(1)** in lavorazione e ricevere, sostanzialmente lungo detto percorso longitudinale **(4)**, raggi riflessi da detta prima superficie **(2)** e da una superficie opposta **(2')** del wafer **(1)** in lavorazione,

un elemento di supporto e posizionamento **(7)** per la sonda ottica **(3)**, e

un'unità di controllo ed elaborazione **(10)** connessa al sistema di rilevamento, caratterizzata dal fatto che detto elemento di supporto e posizionamento **(7)** comprende condutture idrauliche **(22)** collegate a una fonte esterna di un liquido **(27)** ed atte a generare un cuscino **(30)** di liquido **(27)** in regime laminare fra la sonda ottica **(3)** e detta prima superficie **(2)** del wafer **(1)** in lavorazione, detto percorso longitudinale **(4)** comprendendo detto cuscino di liquido **(30)**.

2. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, nella quale dette condutture idrauliche **(22)** comprendono un'apertura di ingresso **(23)** e canali interni **(25)**, in comunicazione con un foro di uscita **(17)** atto ad essere disposto affacciato a detta prima superficie **(2)** del wafer **(1)**.

3. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 2, nella quale detti canali interni **(25)** sono disposti radialmente rispetto a detto percorso longitudinale **(4)**.

4. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 3, nella quale detti canali interni **(25)** sono quattro, disposti a 90 ° uno rispetto all'altro.

5. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, nella quale l'elemento di supporto e posizionamento **(7)** comprende un corpo centrale **(14)** e un fondello di chiusura **(16)**, dette condutture idrauliche **(22)** essendo presenti nel fondello di chiusura **(16)**.

6. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, nella quale l'elemento di supporto e posizionamento **(7)** definisce un'apertura assiale **(15)**, il percorso longitudinale **(4)** comprendendo detta apertura assiale **(15)**.

7. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 6, nella quale l'apertura assiale **(15)** è separata a tenuta dalle condutture idrauliche **(22)** mediante un vetrino **(20)**.

8. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, nella quale detto liquido **(27)** è acqua demineralizzata.

9. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni precedenti, nella quale detto liquido **(27)** è anche utilizzato nella lavorazione del wafer **(1)** sulla macchina rettificatrice.

10. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, nella quale detto rilevatore **(12)** è atto ad emettere segnali elettrici corrispondenti ai raggi riflessi ricevuti, l'unità di controllo ed elaborazione **(10)** comprendendo circuiti connessi al rilevatore **(12)** e atti a riceverne i segnali elettrici ed effettuare elaborazioni di tipo interferometrico.

11. Metodo per il controllo dello spessore di fette, o wafer **(1)**, di materiale semiconduttore durante la lavorazione su una macchina rettificatrice **(6)** mediante una sonda ottica **(3)** a raggi infrarossi ed un relativo elemento di supporto e posizionamento **(7)**, comprendente i passi di

generare raggi infrarossi e trasmetterli, attraverso la sonda ottica **(3)**, lungo un percorso longitudinale **(4)** in direzione di una prima superficie **(2)** del wafer **(1)** in lavorazione,

rilevare raggi riflessi da detta prima superficie **(2)** e da una superficie opposta **(2')** del wafer **(1)** in lavorazione, e ricevuti attraverso il percorso longitudinale **(4)** e la sonda ottica **(3)**, ed

elaborare i raggi riflessi con sistemi interferometrici per ottenere informazioni circa lo spessore del wafer **(1)** in lavorazione,

caratterizzato dall'ulteriore passo di

convogliare un liquido **(27)** attraverso condutture idrauliche **(22)** presenti in detto elemento di supporto e posizionamento **(7)**, e generare un cuscino **(30)** di detto liquido **(27)** in regime laminare fra la sonda ottica **(3)** e detta prima superficie **(2)** del wafer **(1)** in lavorazione, detto percorso longitudinale **(4)** comprendendo il cuscino **(30)** di liquido **(27)**.

12. Metodo secondo la rivendicazione 11, nel quale il percorso longitudinale **(4)** comprende anche un tratto in aria **(15)**.

13. Metodo secondo la rivendicazione 11 o la rivendicazione 12, nel quale detto liquido **(27)** è il liquido refrigerante utilizzato nella lavorazione del wafer **(1)** sulla macchina rettificatrice.

BRE/ LT

