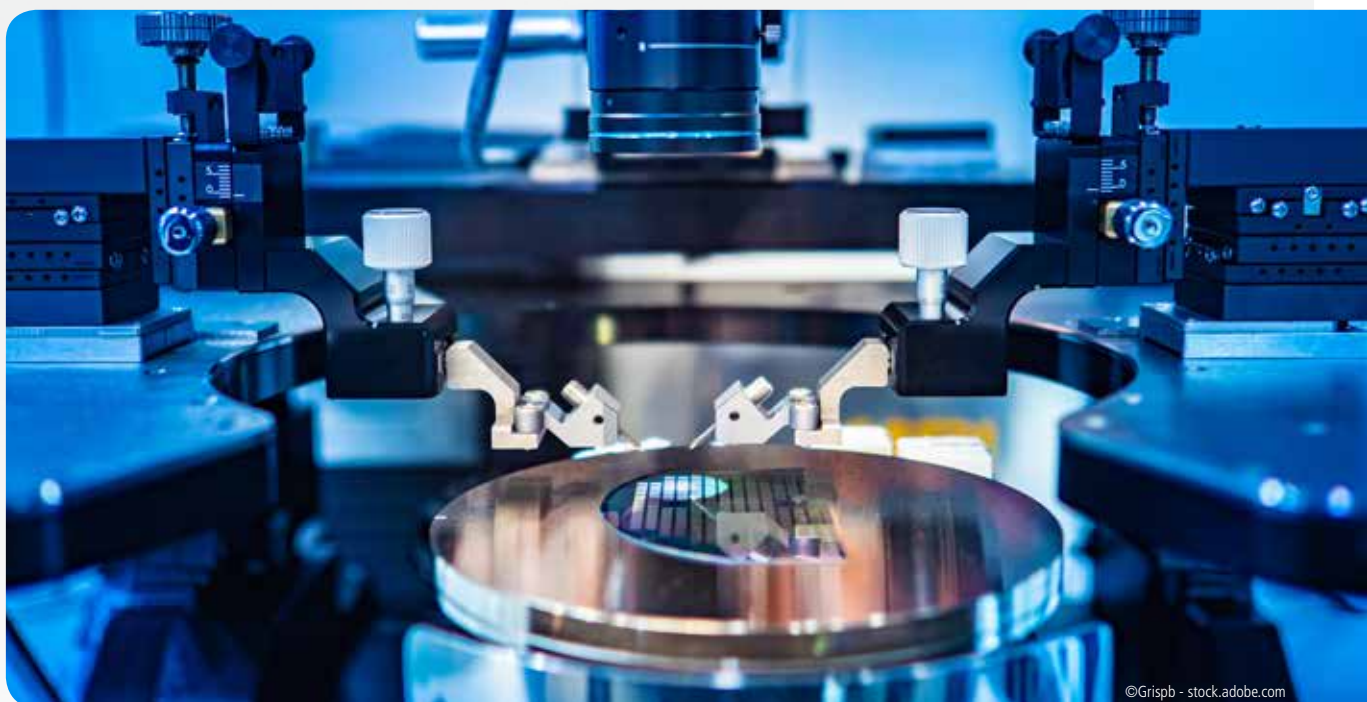


ARTICOLO SPECIALISTICO



©Grispb - stock.adobe.com

SOLUZIONI PER LA REGOLAZIONE DELLA TEMPERATURA NELL'INDUSTRIA DEI SEMICONDUTTORI

Attualmente, uno smartphone ha prestazioni di calcolo milioni di volte superiori rispetto a quelle a disposizione della NASA per le missioni Apollo. Dobbiamo tutto questo all'industria dei semiconduttori, che accumula prestazioni sempre maggiori in spazi sempre più ridotti e si spinge verso i confini della fattibilità tecnica e fisica. Quelle che vengono impiegate sono procedure ad alta precisione, con le quali è possibile realizzare circuiti complessi, riconoscibili solo con microscopi a forte ingrandimento. Nell'industria dei semiconduttori, lo spazio per gli errori è ridotto in tutti i sensi. Numerose operazioni in questo ambito sono legate a una regolazione della temperatura con una precisione assoluta.

IL WAFER: LA SPINA DORSALE DEL MONDO MODERNO

Oggi è quasi impossibile trovare oggetti privi di una complessa gestione elettronica. I componenti basati sui semiconduttori costituiscono le basi del mondo moderno. Questi elementi sono montati su sottili dischi denominati wafer e realizzati a partire da lingotti di semiconduttore monocristallini o policristallini. Per produrre microcircuiti come quelli presenti tra gli altri nei microprocessori, nelle chiavette USB e nelle memorie dei computer, le aziende tecnologiche utilizzano di solito come base wafer al silicio con un diametro di 300 mm e uno spessore di 0,9 mm. Su questi vengono prodotti in parallelo ad esempio diverse centinaia di processori, che vengono separati solo alla fine della produzione. In questo modo, nei processori moderni sono installati circa un miliardo di transistor sulla superficie di un'unghia. Naturalmente, le tecnologie di saldatura e cablaggio classiche sono già da tempo fuori questione. Al loro posto si impiegano procedure microchimiche ad alta precisione, con le quali è possibile realizzare circuiti in sottilissimi strati singoli.

PROCEDURE DI PRODUZIONE NELL'INDUSTRIA DEI SEMICONDUTTORI IN BASE ALL'ESEMPIO DEI MICROCHIP

In maniera molto semplificata, si può dire che su un wafer vengono applicati numerosi circuiti integrati identici grazie a diversi processi di rivestimento, illuminazione, diffusione, drogaggio e decapaggio. Gli strati conduttori sono applicati e coperti con una lacca-tura fotosensibile. Grazie all'effetto della luce, la laccatura subisce una mutazione chimica. In questo modo, le aree illuminate vengono rimosse in maniera mirata attraverso un processo di decapaggio idrochimico. La matrice in fotoresist rimanente viene quindi ad esempio trasferita sugli strati inferiori con una procedura di decapaggio a secco. Le incisioni nel materiale generate vengono quindi riempite con materiali non conduttori (solitamente ossidi). Gli ossidi in eccesso devono poi essere rimossi con precisione per fare sì che le superfici a contatto tornino a liberarsi per un'ulteriore elaborazione. A questo punto è il momento di passare alla fase successiva, che descriveremo sempre in maniera estremamente semplificata.

In realtà in effetti vengono applicati ancora numerosi strati intermedi, il cui solo ruolo è quello di protezione per quelli sottostanti in alcuni processi. Una volta svolta a loro funzione, i residui devono venire rimossi nuovamente. Lo strato inferiore del microchip è composto inoltre di finissimi binari di materiale semiconduttore, che conferiscono diverse funzionalità di conduttività (materiali P e N) attraverso una contaminazione mirata (drogaggio), in modo che il flusso elettrico possa essere guidato applicando un voltaggio di distribuzione. Con questi processi per gli strati, in circa tre mesi e 1500 passaggi (inclusa l'ispezione per rilevare i difetti e i test), su un wafer del diametro di 300 mm sono applicati oltre 10 km di circuiti, che in alcuni casi hanno uno spessore di pochi strati di atomi.

La precisione dei trattamenti superficiali è nanometrica e corrisponde a pochi strati di atomi. Questa precisione può essere ottenuta unicamente tramite processi di precisione assoluta e con una riproducibilità del 100%, nei quali tutti i fattori sono regolati in maniera esatta. Circa un quarto dei processi di base rientra nei passaggi idrochimici.

REGOLAZIONE DELLA TEMPERATURA DI BAGNI DI DECAPAGGIO IDROCHIMICI NELL'INDUSTRIA DEI SEMI-CONDUTTORI

Nelle applicazioni idrochimiche, i materiali solidi vengono liquefatti con soluzioni chimiche. Le soluzioni utilizzate vengono adattate al materiale di rivestimento da asportare e sono altamente selettive.

Al fine di poter raggiungere una precisione nanometrica, il tasso di decapaggio (asporto di materiale in rapporto al tempo) deve essere noto fino nei minimi dettagli e rimanere costante il più a lungo possibile. Inoltre, i prodotti reagenti devono essere dissolti immediatamente, per evitare la contaminazione della soluzione di decapaggio. Tuttavia, a causa dei coreagenti dissolti nella soluzione di decapaggio, con l'aumento dei quantitativi di wafer da elaborare diminuisce anche la sua concentrazione ed è quindi necessario sostituirla regolarmente. Oltre alla concentrazione, è soprattutto la temperatura del bagno di decapaggio ad avere un'influenza immediata sul tasso di decapaggio, poiché con l'aumento delle temperature le soluzioni chimiche diventano solitamente più reattive. Inoltre la temperatura ha un'influenza sulla rapidità con la quale i reagenti si integrano nella soluzione.

Ciò significa che la temperatura dei bagni di decapaggio svolge un ruolo centrale nell'industria dei semiconduttori. Sono sufficienti variazioni di temperatura minime nei bagni di decapaggio per causare conseguenze catastrofiche e rendere inutilizzabile un intero lotto di wafer. Per questo, nella lavorazione idrochimica si utilizzano solamente sistemi di regolazione della temperatura altamente precisi e a prova di guasti. Questi devono essere in grado di mantenere la temperatura nei valori richiesti con precisione assoluta e reagire rapidamente alle variazioni di temperatura. Inoltre, devono regolare velocemente la temperatura dei bagni di decapaggio al momento della sostituzione della soluzione apposita, al fine di garantire un flusso di produzione costante.

CONCLUSIONE

La produzione di circuiti a confronto dei quali un capello umano ha le proporzioni di un elefante richiede una precisione assoluta nell'ordine dei nanometri. Per questo, in molti processi nella produzione di semiconduttori la temperatura deve essere regolata in maniera esatta. In una successione infinita di singoli passaggi vengono applicati strati sottilissimi, che vengono bloccati parzialmente, mentre le parti non bloccate vengono rimosse con una precisione assoluta. Al fine di mantenere il tasso di decapaggio costante e prevedibile nei processi idrochimici, i bagni di decapaggio devono essere mantenuti a un intervallo di temperature ottimale. Ciò richiede l'impiego di soluzioni per la regolazione della temperatura di precisione e affidabilità assoluta, tarate in maniera perfetta per il rispettivo impiego.

Un sistema di regolazione della temperatura perfettamente bilanciato non si limita a migliorare i prodotti, ma aumenta anche la sicurezza dei processi, riducendo inoltre i tempi e i costi di realizzazione e gli oneri di manutenzione. Il nostro team esperto e affiatato di specialisti nell'ambito della regolazione della temperatura nei processi relativi all'industria dei semiconduttori sarà lieto di rispondere alle vostre domande. Naturalmente, se necessario siamo in grado di adattare le nostre soluzioni di regolazione della temperatura alle vostre esigenze individuali.