

誘導結合型プラズマ支援 RF スパッタリングによる非晶質 Si 薄膜の作製

Effects of Si thin film by inductively coupled plasma-assisted sputtering

¹東海大院工, ²プラズマ理工学研 [○]沈同柱¹, 石井優輝¹, 金子哲也¹, 桑畑周司¹, 沖村邦雄¹, 進藤春雄², 磯村雅夫¹

¹Graduate School of Engineering, Tokai Univ. ²Plasma Science and Engineering Inst.

[○]Dongju Shim¹, Yuki Ishii¹, Tetsuya Kaneko¹, Hiroshi Kuwahata¹, Kunio Okimura¹, Haruo Shindo², Masao Isomura¹

E-mail: 6BEIM026@mail.u-tokai.ac.jp

【緒言】本研究は、太陽電池等に応用可能な水素化非晶質シリコン(a-Si:H)の RF スパッタ法を用いた作製を目的とする。一般的に a-Si:H 製膜では CVD(Chemical Vapor Deposition) 法が使われている。CVD 法がスパッタ法に比べ製膜時試料への基板ダメージが小さく、良質の膜を得られやすい。しかし、CVD によるシリコン製膜時に使用するシランガス (SiH_4) は毒性を持ち自然発火するなど危険性の高いガスである。そのため、排気ガス処理などにコストが掛かってしまう。そこで我々は危険なガスを用いずに CVD 法の特長を活かした製膜メカニズムを得るため、スパッタ装置の容量結合プラズマに加えて基板付近に誘導結合プラズマ(ICP)を発生させる装置を開発した。製膜時に入流される水素ガスが ICP による高密度のプラズマにより分解され、分解された水素原子がターゲットから来たシリコン (Si) 原子と結合し、その水素化ラジカルが基板へ拡散することで製膜するメカニズムを利用しこの課題の解決を目指した。

【実験】Fig. 1 にスパッタ装置の概略図を示す。ターゲット基板間距離が 18 cm の RF マグネトロンスパッタ装置に、ICP アンテナコイルを基板から 4 cm の位置に設置した。アンテナコイルには SUS304 を使用し、基板サイズに対し若干大きい直径 6 cm の 2 回巻きで施工した。整合器を通してアンテナコイルに RF 電力(13.56 MHz)を加えることによって ICP を発生させた。スパッタガスには Ar ガス及び H_2 を、ターゲットには Si (99.99 %)を用いた。ターゲットに印加する RF 電力を 200 W、チャンバー内の圧力を 1 Pa、基板温度を 200 °C とした。また、水素ラジカルへの効果を確かめるため Ar のみによる a-Si 膜を作製し比較した。

【結果及び考察】Fig. 2 に Ar ガスを 50 ccm 流入させ、ICP RF 電力を 0 W~240 W まで変化させた時の製膜レートを示す。また、Fig. 2 に Ar、 H_2 ガスをそれぞれ 50 ccm、33 ccm 流入させ、ICP への RF 電力を 0 W~240 W まで変化させた時の製膜レートを示す。双方ともに ICP RF 電力の上昇に伴い製膜レートが上昇したが、水素ガスを流入させた時の上昇の幅 2.7 倍(ICP 電力 0 W 印加時と ICP 電力 240 W 印加時の差)がアルゴンガスのみを流入させた時の上昇の幅 2.2 倍(ICP 電力 0 W 印加時と ICP 電力 240 W 印加時の差)よりも大きいことが確認できた。Ar ガスのみ流入時に製膜レートが上昇したのは ICP による高密度のプラズマが Ar ガスの電離を活発化させ Ar イオンの総量が増加したためと考えられる。また、Ar ガスに加え H_2 ガスを流入させた時の製膜レートが Ar ガスのみを流入させた時より高かったのは ICP への RF 電力の上昇に伴いプラズマ中の水素ガスの分解がより促進され、ターゲット表面と水素分子の反応及び気相中でのスパッタされた Si との反応がより活発に行われることから製膜レートが上昇したのではないかと考えられる。

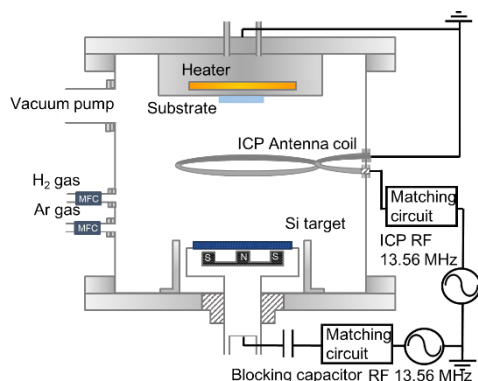


Fig. 1 Schematic diagram of sputtering apparatus

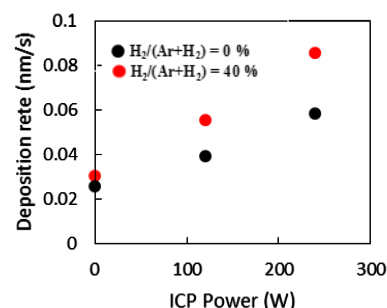


Fig. 2 Sputtering rate of a-Si:H thin films as functions of ICP RF powers in the $\text{H}_2/(\text{Ar}+\text{H}_2)$ ratio of 0 %, 40 %. The RF power to the target cathode was at 200 W. The total gas pressure was kept at 1 Pa. The substrate temperature was 200 °C.