

RUTHERFORD SCATTERING APPLIED TO THE STUDY OF HYDROGEN IN AMORPHOUS SILICON

M. Yanokura, H. Nagai, M. Aratani, T. Nozaki and I. Kohno
 The Insutitute of Physical and Chemical Research
 Wako-shi, Saitama, 351, Japan

ABSTRACT

Determination of hydrogen in solids and thin layers are often of vital importance, especially in the study of amorphous silicon for solar cell. Rutherford scattering measurement can be regarded as useful for this purpose. Using this method with argon as incident particle, we have obtained hopeful results.

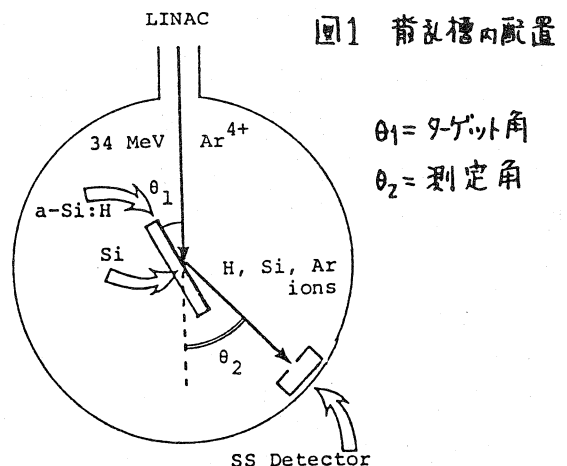
Rutherford scattering is nucler elastic scattrng. By the measurement of the energy-angle relationship of the scattered ions or the recoiled ions, the concentration and depth profile of the element in question can be known.

近年、太陽エネルギーを電気に換えるための光電変換素子として低価格であることからアモルファスシリコンが多用されるようになった。その光電変換効率も、製造工程でヒリ込まれる水素量に依連していることが指直され、その信頼すべき分析法が望まれている。われわれは、理化学研究所重イオン線形加速器で加速された重イオンをアモルファスシリコンに照射し、前方に反跳放出される軽イオンを測定する事によって有望な結果を得たので報告する。

試料は小松電子金属KKでモノシランのグロー放電により高純度シリコン板上に積層したアモルファスシリコンを用いた。作製条件は表1に示すとおり、ガス量、放電電力、時間を変化させてあり、数百nmの厚みとなっている。入射粒子はアルゴンで加速周波数は20MHzおよび22.3MHzでありエネルギーは各々22MeV、34MeVである。SWとBM1電磁石で偏向されたビームはA1コースの多目的散乱槽に導入される。同散乱槽は内径1mでθ方向に独立の3軸、φ方向に1軸の測定器用回転台を持つ。ビームスポットは2×2mm以下で、その時の電流は数十nAである。放出粒子の測定はSSB検出器を用い、ディテクターの直前に3mmφのスリット、スリット-ターゲット間約150mmでおこなった。ターゲット基板の高純度シリコンが厚いので照射は図1の形式となった。

表1 アモルファスシリコン膜の作成条件

試料 No.	膜厚 nm	H ₂ ml·m ⁻¹	SiH ₄ ml·m ⁻¹	電力 w	時間 m
1	420	42	8	30	40
2	331	42	8	30	30
3	198	42	8	30	20
4	96	42	8	30	10
5	93	48	2	30	61
6	193	45	5	30	65
7	197	-	2	30	70
8	261	-	5	30	60
9	308	40	10	20	60
10	200	-	8	30	20



得られた結果を図2に示す。またこのエネルギーでは入射粒子と標的粒子の最近接距離は π の核半径の和に比べて十分大きく、ほぼクーロン散乱によるものとみなせる。

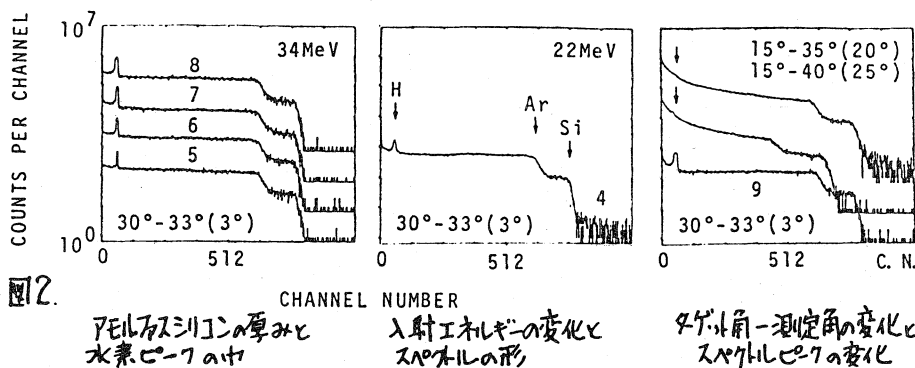


図3は水素のピーク部分を拡大したものである。これら4つのピークは高エネルギー側が一致している。これらは表面付近からの反跳水素に対応している。スペクトルの形のうち高さは水素濃度には、水素の深さ方向の分布に対応している。なぜならある深さにある水素が反跳される時、その深さまで入射粒子が到達するには深さ(ターゲット中の飛距離)に応じたエネルギー損失を伴うからである。したがって本法においては定量と分布測定とが同時に行えることになる。

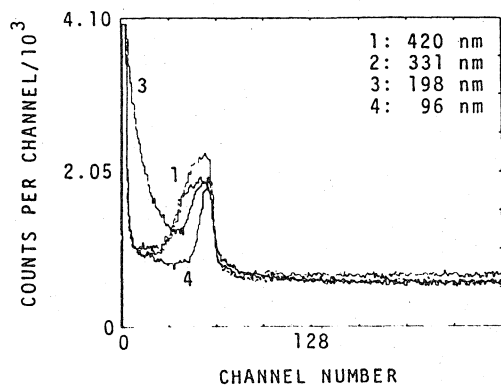


図3. ラザフォード散乱による水素ピークとアモルファスシリコンの厚さ依存性
入射粒子 22 MeV Ar 検出角 30° 測定角 33°

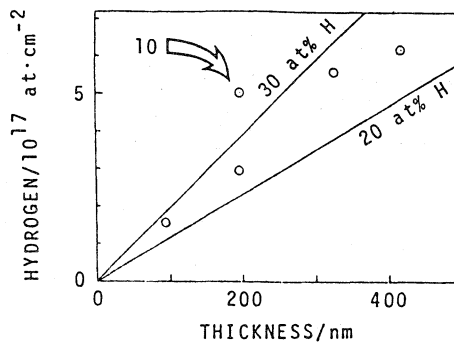


図4 アモルファスシリコン中の水素量
20 at% H と 30 at% H の範囲外の一箇所は製作条件が異なる。

図4は図3の水素のピーク面積と同時に反跳される基質のシリコンの量を内部標準に持ち、各々がラザフォード散乱による反跳として散乱断面積を算出し、またシリコン中でのエネルギー損失を考慮して得られた水素量である。この結果からアモルファスシリコン作製条件と取り込み水素量との差異が明らかにされた。