

## [ 論文要旨 ]

非結晶性材料である水素化非晶質シリコン(a-Si:H) 薄膜および水素化微結晶シリコン( $\mu$ c-Si:H)薄膜は価電子制御が可能であり、かつ種々の材質の基板上へ大面積に堆積可能であるため、光電変換デバイスの材料として広範囲に利用されている。しかし、このような非結晶性Si薄膜の特徴は他方面の電子デバイスやセンサの高機能化に対しても有効であり、特に、その利用によって高感度・低価格ひずみゲージおよび圧力センサの実現が期待できる。本研究では、非結晶性Si薄膜のピエゾ抵抗効果、および非結晶性Si薄膜によって形成される接合の電氣的性質に対するひずみや応力の効果を調べ、非結晶性Si薄膜をひずみゲージや圧力センサに応用する上で必要な基礎データを集積し解析した。また、その応力効果に影響する要因を詳細に検討し、その応力効果の物理的機構を解明した。

本研究の試料とした非結晶性Si薄膜は、主に、高周波グロー放電により発生するプラズマを利用してシランガスを分解する化学気相成長法により作製した。ガラス基板上に堆積した非結晶性Si薄膜に、基板を幾何学的に変形させることによって一軸性のひずみを印加すると、ひずみに比例してその電気抵抗は変化する。リンのドーピング量を変化させた種々の $\mu$ c-Si:H膜について、そのひずみ感度およびひずみ感度の温度依存性を調べ、それらが顕著な不純物濃度依存性を示すことを明らかにした。不純物濃度を適当に選択することによって、高いひずみ感度が得られるとともに温度依存性を小さくすることが可能である。また、 $\mu$ c-Si:H膜の導電率とひずみ感度の関係を利用して、導電率の温度依存性よりひずみ感度の温度依存性を容易に推定できることを示した。

ジシランガスを熱分解し作製したa-Si:H膜のピエゾ抵抗効果を、熱的安定性について検討した。a-Si:H膜を350-500℃の高温でアニールした場合には、プラズマを利用し比較的低温で作製した膜のひずみ感度

が劣化するのに対して、熱分解により作製した膜は常温におけるひずみ感度を維持し、熱的に良い安定性を有することを明らかにした。

$\mu$ c-Si:H膜をc-Si基板上に堆積し形成したヘテロ接合の電流輸送機構を、電流-電圧特性の温度依存性に基づいて検討し、それがa-Si:H/c-Si接合とは異なり、再結合-トンネル電流モデルによって表わせることを示した。次に、その接合面に垂直に圧縮応力を加えた場合の応力効果を検討し、電流-電圧特性が応力に依存して大きく変化することを示すとともに、その原因が主に禁制帯幅の変化にあることを明らかにした。

a-Si:H膜を順次堆積し形成したp-i-n接合の接合面に平行にひずみを加えた場合にも、電流-電圧特性はひずみに応じた変化を示す。ひずみはa-Si:H膜のバンド端やフェルミ準位に変化をもたらすので、接合を流れる再結合電流および拡散電流の伝導の割合が変化し、またそれらのキャリア濃度が増加することを明らかにした。

非結晶性Si薄膜によって作製した種々の抵抗および接合の中で、a-Si:H膜によるp-i-n接合はひずみ感度が高く、生産性に優れている。したがって、さらにその応力効果の経時的安定性、動特性、耐久性等を検討し、高感度・低価格ひずみゲージや圧力センサの実現のために、a-Si:H p-i-n接合が有望であることを示した。