

GaAs系超格子は、デバイス応用・物性両面にわたって近年注目を集めている半導体超格子の中でも最も研究の進んだ系である。我々の中でも短周期の $(\text{GaAs})_m/(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As})_n$ 超格子を取り上げ、約40 Tまでのパルス強磁場中で磁気光学スペクトルを測定し、そのバンド構造を調べている。

今回報告するのは $m=7$ 、 $n=5$ 、 $x=0.47$ の試料における磁気光吸収スペクトルである。まず磁場が超格子面に垂直 ($B \perp$) の場合、零磁場では小さな肩として見えていた励起子ピークが磁場とともに強度を増し、高エネルギー側に反磁性シフトした。また、ランダウ準位間遷移による吸収ピークも同時に観測された。次に、磁場を超格子面に対して平行 ($B \parallel$) に加え同様な測定を行なったところ、ミニバンドが形成されていることを反映して、この場合にも励起子及びランダウ準位間遷移による吸収ピークが観測された。しかし、 $B \perp$ ではスペクトルのほぼ全域にわたってピークが観測されたのに対し、 $B \parallel$ では零磁場のスペクトルにみえていたキंकを境にして、これより高エネルギー側ではピークが観測されなくなった (図1)。

このことを理解するために、 $B \parallel$ の磁場配置のもとでKronig-Pennyモデルに磁場を入れた数値計算を行いエネルギー準位を求めた。伝導帯についての結果を見ると、ミニバンド端よりも高エネルギー側でランダウ準位の幅が大きく広がっていることが分かる (図2)。これはHarper broadningとして知られており、通常の結晶では10000テスラ以上の非常な強磁場下で起こる現象であるが、人工的に長周期構造を持たせた超格子を用いることにより、実現可能な磁場で起こっている点が注目される。実際のスペクトルにおいてキंकよりも高エネルギー側でピークが観測されなくなったのはこのランダウ準位の広がり—Harper broadningによると考えられるので、先ほどのキंकはミニバンド端に対応するものであることがわかり、ミニバンド幅が約230 meVと求められた。また、観測されたランダウ準位間遷移によるピークのエネルギー位置を磁場に対してプロットするとほぼ直線に乗るが、この直線の傾きから換算質量を見積もることができる。するとミニバンドの関与した遷移の方が質量は大きめにはなっているものの、それほど異方性は大きくなく、バンド構造はかなり3次元的になっていることがわかった。しかし、ミニバンドの非放物線性を反映して、 $B \parallel$ の遷移において $B \perp$ よりも相対的に大きな非放物線性が観測された。

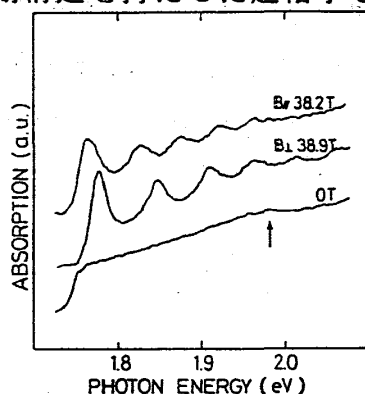


図1

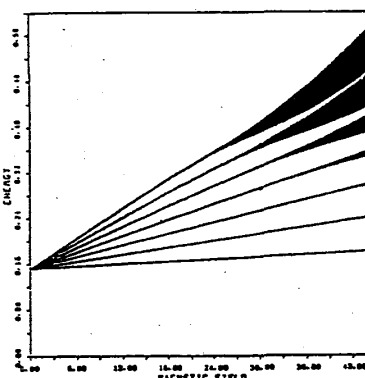


図2