

新博士紹介

1. 氏名 飛山真理 (現: 広島大学理学部物性学
科非金属物性研究室)
2. 論文提出大学名 広島大学大学院理学研究科
物理学専攻
3. 学位の種類 博士 (理学)
4. 取得年月 1992年7月
5. 題目 Determination of Atomic Form Factors
by Means of Coherent Bremsstrahlung

6. アブストラクト

高エネルギー電子が単結晶原子と相互作用して制動放射 γ 線を放出するとき、結晶の周期性のため、原子の熱振動を無視すれば運動量移行が逆格子点にしか許されず、制動放射のスペクトルに特徴的な凸凹構造が現れる(Überall効果)。制動放射の微分断面積は

$$\frac{d\sigma}{dk} \sim \frac{1}{\kappa} \sum_{(q=\text{逆格子点})} \frac{(1-F(q^2))^2}{q^4} \dots$$

と表される。ここで κ は制動放射光子のエネルギー、 q は入射電子から原子核への運動量移行、 $F(q^2)$ は原子散乱因子で、ここではX線実験での散乱の主体としての電子分布と違い、原子核の電荷を原子内電子が遮蔽する効果を表したものである。微分断面積が運動量移行の4乗に逆比例するので、スペクトル上のenhancementは低反射指数に対応する原子散乱因子に極めて敏感である。これから、コヒーレント制動放射のスペクトルを精密に測定すれば、原子散乱因子に関する有用な情報が得られると考えられる。本論文ではこの手法の問題点についてシリコン単結晶を用いて検討を行い、その結果を用いてアルミニウム単結晶の原子散乱因子の測定を行った。

実験は東京大学原子核研究所電子シンクロトロンを用いて行った。標的結晶は真空中に設置した3軸ゴニオメータ上におき、計測用計算機で遠隔制御した。シリコン単結晶については、無転位のも

のと人工的に転位を導入したものを、アルミニウム単結晶については、出来るだけ完全性の高い結晶を用意した。

まず、無転位シリコンについて測定を行い、相対論的ハートレーフォック近似(HF)から計算された原子散乱因子を用いた理論計算とスペクトルを比較した。この結果、enhancementの頂点付近でわずかなずれがあることが分かった。この差が使用した原子散乱因子の違いによるものとする、最低反射指数の111反射点でHFより約3%高い値をとる必要がある。この結果は最新のPendellösung法で得られている結果とほぼ一致する。

転位を人工的に入れたシリコン結晶については、完全結晶の場合とほぼ一致する結果が得られた。これより、 $10^4/cm^2$ 程度の転位密度ではこの手法は影響されないことが分かった。

アルミニウム単結晶を用いた実験では、完全性がシリコンより格段に悪いにも関わらず、鈍った形ではあるがコヒーレント放射のスペクトルを得ることに成功した。これを現在までに報告されている各種実験より得られた原子散乱因子を用いた理論計算と比較したところ、HFより差が少ない動力学的手法より得られた結果ではなく、より大きな差がある運動学的手法から得られた原子散乱因子を明らかに支持する結果を得た。

現在の実験手法、理論計算はいずれもシリコンなど動力学的手法が十分に適用できる結晶については不十分であるが、アルミニウムなど動力学的手法が無批判に適用できないものについては十分有用である。放射光施設の入射器の有効利用としても、大いに期待できるものと考えられる。

(受付番号 92009)