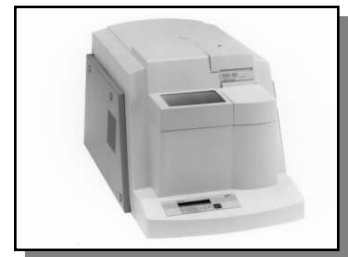


## 熱分析による電子材料の物性評価 2

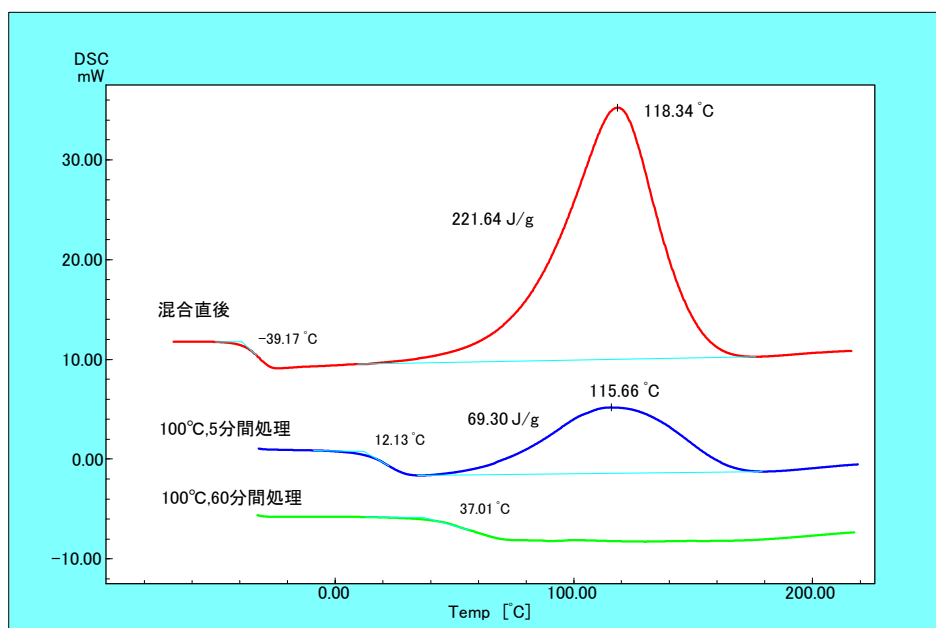
エポキシ樹脂は一般に接着性、含浸性、寸法安定性、耐水性、耐薬品性がよく特に電気絶縁性にすぐれ、接着剤、塗料、積層材などさまざまな成形品、ICなどの半導体封止用樹脂として用いられています。そのエポキシ樹脂の硬化度合と硬化条件の検討をDSCを用いて行いました。



DSC-60

### [1]硬化度合の測定

2液混合型の接着剤を 混合直後、100 で5分間処理したもの、100 で60分間処理したものをDSC-60を用いて測定し硬化度の比較を行いました。



混合直後：-39.2 にガラス転移が検出された後、硬化反応による発熱ピークが見られます。

100、5分間処理：12.1 にガラス転移が検出され、硬化による発熱ピークがより小さくなっています。

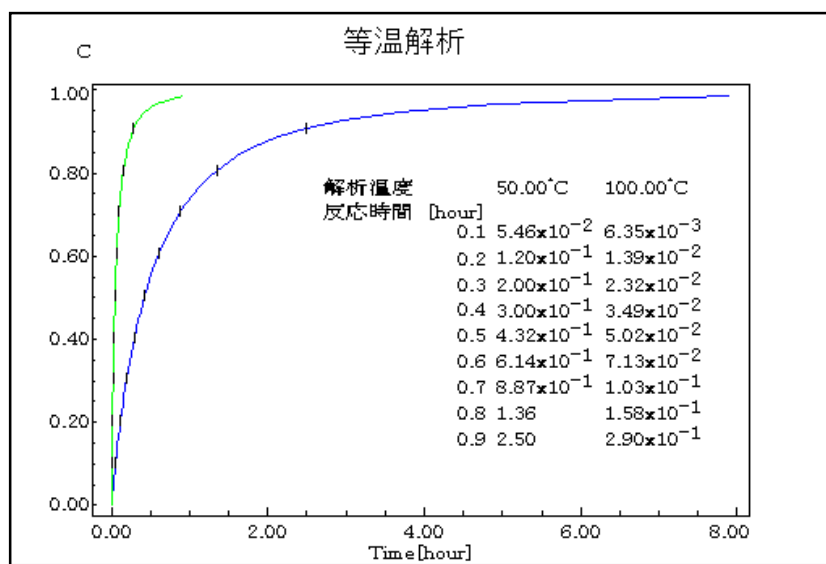
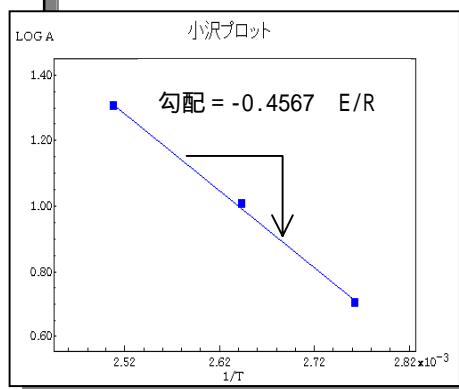
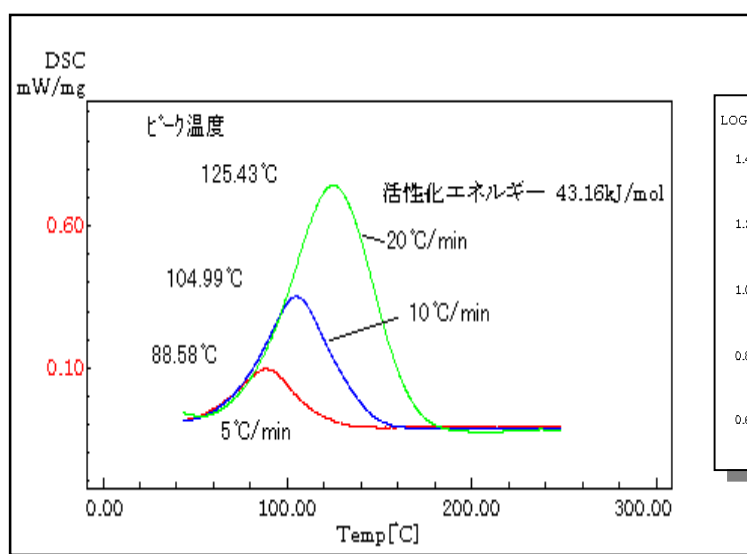
100、60分間処理：37.0 にガラス転移が検出され、発熱ピークは見られません。硬化が進むほどガラス転移温度が高温側にシフトし硬化反応による発熱ピークが小さくなっていることがわかります。

## [2]硬化条件の検討

次にエポキシ樹脂の最適な硬化条件を検討する為に反応速度解析プログラム（DSC用）を用いて反応速度解析を行いました。反応速度解析を行う場合、以下の反応速度式を用います。この反応速度式に従う化学反応をDSCによって種々の加熱速度で測定すると、発熱ピークは加熱速度が早いほど高温側へシフトします。このピーク温度の逆数(1/T)と加熱速度の対数(LOG A)をプロット(小沢プロット)すると直線が得られその勾配から活性化エネルギー(E)が求められます。更に頻度因子(a)や反応次数(n)などの反応速度パラメータが計算され、これらの値をもとに等温解析が可能となり各温度での反応率とそれに要する時間を求めることができます。

$$dx/dt = a \exp(-E/RT)(1-C)^{n-1}$$

dx/dt : 反応速度  
 a : 頻度因子  
 E : 活性化エネルギー  
 R : 気体定数  
 C : 反応率  
 T : 絶対温度  
 n : 反応次数



このエポキシ樹脂では50 に保持した時は、2.5 時間で反応が90%進み、100 に保持した時は、0.29 時間で反応が90%進むことが予想され、50 より100 に保持した方が速く硬化することがわかります。