

Magnetische Messungen an Heusler-Phasen $(\text{Co,Mn})_2XY$ ($X = \text{Ti,Zr,Hf}$ und Mn ; $Y = \text{Ge}$ und Sn)

Rudolf Sobczak

Institut für physikalische Chemie,
Universität Wien, A-1090 Wien, Österreich

(Eingegangen 20. Januar 1978. Angenommen 7. Februar 1978)

Magnetic Measurements on Heusler Alloys $(\text{Co,Mn})_2XY$
($X = \text{Ti,Zr,Hf}$ and Mn ; $Y = \text{Ge}$ and Sn)

Magnetic measurements on Heusler alloys $(\text{Co,Mn})_2XY$ have been performed. With a few exceptions there is no enhancement of ferromagnetism while substituting cobalt by manganese. The results can be explained by a partially antiferromagnetic ordering of the manganese atoms.

Einleitung

Als Fortsetzung der Arbeiten über Heusler-Phasen $(\text{Co,Fe})_2XY^1$ und $(\text{Co,Ni})_2XY^2$ wurden durch Co/Mn-Austausch weitere Phasen dieses Typs hergestellt. Wie im System $(\text{Co,Fe})_2XY$ tritt eine Verstärkung des Ferromagnetismus durch die größeren Fe(Mn)-Momente nicht ein. In den meisten Fällen sinkt die Curie-Temperatur mit steigendem Mn-Gehalt.

Die Beschreibung der experimentellen Technik befindet sich in einer früheren Arbeit³.

Experimentelle Daten

Im System $(\text{Co,Mn})_2\text{MnGe}$ reicht der Austausch bis $\text{Co}_{1,5}\text{Mn}_{1,5}\text{Ge}$. Magnetisierung und Curie-Temperatur fallen ab, die paramagnetischen Momente steigen an (das ist auch bei allen anderen Systemen der Fall) und die Gitterparameter ändern sich kaum.

Die Mischphasen $(\text{Co,Mn})_2\text{MnSn}$ konnten bis $\text{Co}_{1,0}\text{Mn}_{2,0}\text{Sn}$ einphasig hergestellt werden. Magnetisierung und Curie-Temperatur fallen stark ab, die Gitterparameter werden größer (Abb. 1).

Im System $(\text{Co,Mn})_2\text{TiGe}$ war ein Co/Mn-Austausch bis $\text{Co}_{1,5}\text{Mn}_{0,5}\text{TiGe}$ möglich. Magnetisierung und Gitterparameter weisen ein Minimum auf, die Curie-Temperatur ein Maximum.

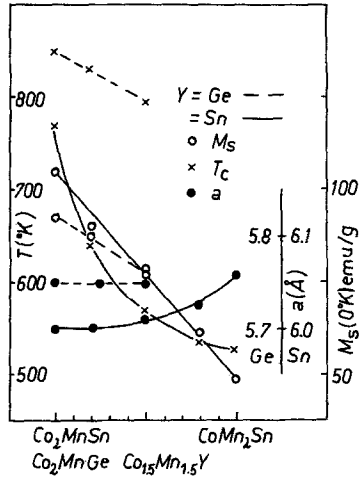


Abb. 1

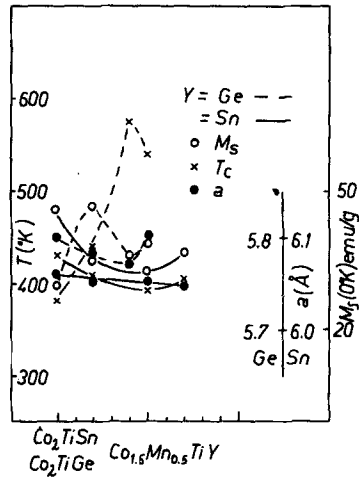


Abb. 2

Mischphasen in den Systemen $(\text{Co,Mn})_2\text{XSn}$ ($X = \text{Ti, Zr}$ und Hf) konnten bis $\text{Co}_{1.3}\text{Mn}_{0.7}\text{XSn}$ hergestellt werden.

Bei den Phasen $(\text{Co,Mn})_2\text{TiSn}$ zeigen Magnetisierung und Curie-Temperatur ein Minimum, die Gitterparameter fallen schwach ab (Abb. 2).

Im System $(\text{Co,Mn})_2\text{ZrSn}$ sinken Magnetisierung, Curie-Temperatur und Gitterparameter.

Im System $(\text{Co,Mn})_2\text{HfSn}$ weist die Magnetisierung ein Maximum auf, Curie-Temperatur und Gitterparameter fallen ab (Abb. 3).

Diskussion

Da die magnetischen Eigenschaften der vorliegenden Systeme eine eindeutige Bestimmung der paramagnetischen Momente nicht erlauben (siehe weiter unten), wird auf eine Deutung der Unterschiede zu den ferromagnetischen Momenten verzichtet.

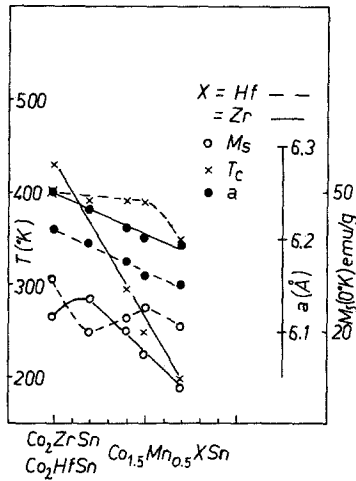
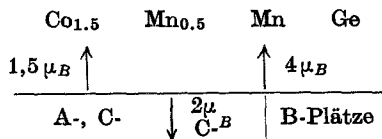


Abb. 3

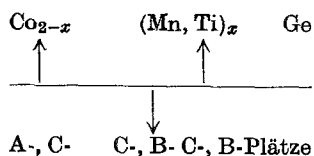
(Co,Mn)₂MnGe

Mit der Annahme einer Parallelstellung aller Momente (Co und Mn) ergibt sich zum Beispiel bei Co_{1.5}Mn_{1.5}Ge ein ferromagnetisches Moment von 1,25 μ_B/Mn, was im Widerspruch zu allen Werten für Mn in Heusler-Phasen steht¹⁻⁴. [Für Co werden die ferromagnetischen Momente aus früheren Arbeiten (oder Lit.¹⁻³) entnommen, wenn nicht vorhanden wird 1 μ_B angenommen.]

Nur mit der Annahme einer Antiparallelstellung der Mn-Momente auf den C(Co)-Plätzen zu den Momenten der Mn-Atome auf B-Plätzen ergibt sich ein brauchbares Resultat (im obigen Fall 3,8 μ_B).

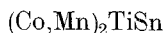


allen anderen Angaben. Auch die Annahme der Antiparallelstellung aller Mn-Momente zu den Co-Momenten führt auf sehr kleine Momente/Mn-Atom. Werte in der richtigen Größenordnung liefert erst die Annahme, daß auch B-Plätze (in diesem Fall Ti) teilweise durch Mn-Atome besetzt werden. Hinweise auf eine gelegentliche (B,C)-Unordnung gibt es in der Literatur⁵. Nimmt man weiters an, daß Mangan etwa $4 \mu_B$ beiträgt, so läßt sich eine Verteilung der Mn-Atome auf die C(Co) und B ($X = \text{Ti}, \text{Zr}$ und Hf)-Plätze berechnen. Es ergibt sich in fast allen Fällen ein Überschuß von Mn-Atomen auf B-Plätzen.

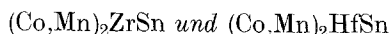


Eine weitere Annahme ist, daß Ti, Zr und Hf nichts zum Gesamtmoment beitragen.

Da die kleiner werdenden Gitterparameter ein starkes Ansteigen der Wechselwirkung bewirken³ wird der Effekt der geringer werdenden Magnetisierung mehr als kompensiert; erst eine Gitteraufweitung läßt die Curie-Temperatur absinken.



Da sich die Gitterparameter nur schwach ändern, zeigt die Wechselwirkung etwa dieselbe Abhängigkeit vom Mn-Gehalt wie die Magnetisierung.



In beiden Fällen läßt sich der Verlauf der Curie-Temperatur mit den bereits angeführten Argumenten verstehen.

In den Systemen $(\text{Co}, \text{Mn})_2\text{Mn}Y$ ($Y = \text{Ge}$ und Sn), in welchen die B-Plätze bereits von Mn-Atomen besetzt sind, werden die Mn-Momente auf den C(Co)-Plätzen antiparallel zu den Co-Momenten und den Mn-Momenten an B-Plätzen eingebaut. Der teilweise verwickelte Verlauf der magnetischen Daten der anderen Systeme ergibt sich aus der Verteilung der Mn-Atome auf C- und B-Plätze. Die verschiedenen

Wechselwirkungen (θ_1, θ_2) sind für den Verlauf der $\frac{1}{\chi_g} - T$ -Diagramme verantwortlich.

Dank

Dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich wird für die Bereitstellung der magnetischen Waage SUS 10 gedankt.

Literatur

- ¹ R. Sobczak, Mh. Chem. **108**, 1265 (1977).
- ² R. Sobczak, Mh. Chem., in Vorbereitung.
- ³ R. Sobczak, Mh. Chem. **107**, 977 (1976).
- ⁴ C. C. M. Campbell, J. Phys. F: Metal Phys. **5**, 1931 (1975).
- ⁵ P. J. Webster, Contemp. Phys. **10**, 559 (1969).