

UDC 533.9.004.14; 621.039.6

T. Romanova*, P. Stachowiak, A. Jezowski W. Trzebiatowski

Institute for Low Temperature and Structure Research, Polish Academy of Sciences,

Str. Okólna 2, 50-422 Wrocław, Poland

*E-mail: t.romanova@int.pan.wroc.pl

Heat transfer in Ar and N₂ doped solid CO

Investigations of thermal conductivity of dielectric crystals play a special role in solid state physics. The obtained information can be interesting both for theory and experiment. Introducing an impurity in the crystal enables to study influence of the thermal excitations modified by the impurity on the thermal conductivity or scattering of the heat carrier by the impurities.

In CO-Ar solution the isotopic effect occurs, i.e. effect caused by the difference of the masses of the impurities and the host atoms. This leads to additional mechanism of phonon scattering.

Key words: thermal conductivity, defects, phonon scattering, impurity.

Т. Романова, П. Стаховяк, А. Ежовски, В. Цебятowski

Теплообмен в твердом СО, легированном Аг и N₂

Исследования теплопроводности диэлектрических кристаллов играют особую роль в физике твердого тела. В растворе СО-Аг существуют изотопические эффекты, вызванные разницей масс примесей и атомов матрицы. Это приводит к дополнительному механизму рассеяния фононов. Раствор СО-N₂ позволяет напрямую исследовать взаимодействие фононов с примесями без изотопических эффектов из-за одинаковых масс веществ. Полученные зависимости теплопроводности от температуры типичны для диэлектрических кристаллов. Обнаружено, что фононное рассеяние точечными дефектами увеличивается с ростом концентрации примеси для обоих твердых растворов.

Ключевые слова: теплопроводность, дефекты, фононное рассеяние, примеси.

Т. Романова, П. Стаховяк, А. Ежовски, В. Цебятowski

Қатты СО, легирленген Аг және N₂ жылуалмасу

Диэлектрлік кристалдардың жылуөткізгіштігін зерттеу қатты дене физикасында өте маңызды орын алады. СО-Аг ерітіндісінде қоспалардың массасының және матрица атомдарының айырмашылығынан туындайтын изотоптық эффектiлер бар. Бұл фонондардың қосымша шашырау механизміне алып келеді. СО-N₂ ерітіндісі заттардың массасының бірдей болуының есебінен фонондардың қоспаларымен тікелей әсерлесуін зерттеуге мүмкіндік береді. Қол жеткізілген жылусыйымдылықтың температураға тәуелділіктері диэлектрлік кристалдарға тән болып табылады. Нүктелік ақаулармен фонондық шашырау қатты ерітінді қоспаларының екеуі үшін де концентрацияның артуымен жоғарылайды.

Түйін сөздер: жылуөткізгіштік, ақаулар, фонондық шашырау, қоспалар.

Investigations of thermal conductivity of dielectric crystals play a special role in solid state physics. The obtained information can be interesting both for theory and experiment. Introducing an impurity in the crystal enables to study influence of the thermal excitations modified by the impurity on the thermal conductivity or scattering of the heat carrier by the impurities.

In CO-Ar solution the isotopic effect occurs, i.e. effect caused by the difference of the masses of the impurities and the host atoms. This leads to additional mechanism of phonon scattering.

CO-N₂ solid solution allows to investigate the interaction of phonons with impurities directly, without isotopic effect, because carbon monoxide and nitrogen have the same masses (28 a.u.).

Measurements of the thermal conductivity coefficient in solid carbon monoxide with argon and nitrogen impurities were carried out in the temperature range from 1.5 to 40 K by steady-state heat flow method. The samples were grown and measured in a thin-wall stainless ampoule placed in a LHe cryostat. In the experiment the crystals were grown from the gaseous phase at the rate of approximately 1mm/h. After growth the samples were cooled down to the region of the measurements temperature at a rate of 0,2 K/h.

The results of the measurements of the thermal conductivity coefficient on temperature of pure carbon monoxide and carbon monoxide doped by nitrogen and argon at different concentration are presented.

The obtained dependences of the thermal conductivity on temperature show a typical behavior

for a dielectric crystal. Characteristic maximum is observed. The magnitude of its maximum decreases along with increasing concentration of the admixture and shifts towards higher temperatures.

The contribution of various mechanisms of phonon scattering to the thermal conductivity of CO-N₂ and CO-Ar solid solutions at different concentrations was estimated using Callaway's equation in the framework of the Debye model. It was found that the scattering of phonons by point defects increases with increasing concentration of the admixture for both solid solutions. The scattering by the disordered molecules for crystals doped by nitrogen, first increases with increase of the admixture concentration, then decreases. For crystals doped by nitrogen, this scattering decreases with increasing of the admixture concentration.