

セラミックス熱力学データベース RICT-Ceram v2.2

RICT-Ceram は、様々なセラミックス系材料に対して、熱力学平衡計算、化学反応計算や状態図計算など、様々な熱力学解析を行うことを目的として、CALPHAD 法によって構築された熱力学パラメータのデータベースです。

1. 取り扱える元素成分

本データベースに含まれている元素成分は、以下の 56 元素です。

Al-O-Si-Yb-C-Ca-Mg-H-N-Ar-F-Cl-Y-Zr-Gd-Ce-Fe-Cr-Na-K-Bi-B-Hf-Nb-
Li-Ba-Ti-Pb-La-Nd-Sr-Sc-Zn-Ni-Mn-Mo-Dy-Cu-P-S-Sm-Co-Sn-In-Ge-Ga-
Eu-Er-Lu-Ta-V-Pr-W-U-Pu-Be

このデータベースには、主にこれらの元素を含む酸化物の各擬二元系、擬三元系の熱力学パラメータが含まれています。さらに幾つかの窒化物や炭化物、金属を含む系のパラメータも含まれています。モデル化されている系については 4 ページ以降の表を参照してください。なお、表に記載されていない系でも推定計算は可能ですが、系によっては推定が良くない場合もあります。

2. 組成範囲

本データベースは基本的には全組成範囲を対象としています。一般に、様々な実験データや計算データに基づいて最適化していますが、十分な情報がある系では推定精度は $\pm 25^\circ\text{C}$ 程度と期待されます。しかし、実験データが全く無い場合や、データの信頼性や精度が低い場合も多いのが実情ですので、組成や条件によっては推定誤差が $\pm 100^\circ\text{C}$ 程度以上に大きい場合もあり得ます。よって、計算結果については、例えば文献情報を参照するなど、なるべく検証や確認を行ってください。

2.1 CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-ZrO₂-Y₂O₃ 系 (CMASZY)

本データベースの Core システムで全ての各擬二元系、擬三元系の全組成範囲をカバーしています。

2.2 CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-ZrO₂-RE₂O₃ 系

Y₂O₃ に加えて、RE₂O₃ として重要な La₂O₃, Nd₂O₃, Gd₂O₃, Yb₂O₃ に対しては、ほぼ全ての各擬二元系、擬三元系の組成範囲をカバーするモデル化をしています。しかし、Yb₂O₃ など、実験データが無い系も多いので、そのような場合は例えば Y₂O₃ 系を参考に推定を行っています。また、他の Dy₂O₃ や Sm₂O₃ などの希土類に対しては重要と思われる系のみをモデル化しています。これらについては今後も更に拡充していく予定です。

2.3 CaO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-Na₂O-K₂O-Li₂O-B₂O₃ 系

この系では各擬二元系、擬三元系についてはほとんどすべての組成範囲をカバーしています。四元系以上も含め、多元系の推定計算が可能ですが、元々ガラス化しやすく平衡に達しにくい系で、蒸気圧も高い成分が含まれていますので推定誤差が大きくなる場合があります。

2.4 その他の酸化物、窒化物、炭化物

2.1 の CMASZY の Core システムを基本に、重要と思われる系を拡張する形でモデル化しています。計算可能な擬二元系、擬三元系は 4 ページ以降の表を参照してください。なお、各系の色ラベルはモデル化の品質を概略で示しています。

Modelling Quality	
Dark Blue	Assessed good
Light Blue	Assessed
Light Green	Reasonable Estimate
Yellow	Rough Estimate
Orange	Very rough estimate

2.5 構成

元素数: 56

溶体数: 300 以上

化合物相: 900 以上

相モデル: ガス相は理想気体、金属液相は会合体モデル、セラミックス液相は擬化学モデル、固相は CEM モデルを用いています。個別の相モデルは、Data 表示画面で確認してください。

3. 使用上の注意

- 1) RICT-Ceram の液相はスラグと金属液相を一つの相でモデル化しています。そのため、スラグ成分のみの場合に比べるとパラメータ数が大幅に増えますので計算は大幅に遅くなります（最大 5 倍程度）。従って、大気中の酸化物系の計算では RICT-Oxide をお使いください。この RICT-Oxide では液相の成分を金属酸化物のみに限定して数を減らしているため、計算は速くなります。しかし、低酸素分圧下での計算や、窒化物、炭化物、金属などが含まれる計算では Ceram でなければ正しい結果が得られない可能性があります。よって、Oxide を使った計算でも、疑念が残る場合は Ceram を用いた計算で確認を行うことをお勧めします。
- 2) 熱力学平衡計算では、計算条件によってはガス相が必須となるため、本データベースではガスを含んでいます。もし、ガスを除いた計算を行いたい場合にガスが出現して困る場合は、圧力を大きくして（例えば 1000 bar）、ガスが出現しない条件にして計算して下さい。
- 3) CALPHAD 法では、整合性の高い 2~3 元系のパラメータにより多元系の熱力学データを推定します。この方法は、一般に良好な推定結果を与えることが示されてきていますが、あくまでも推定ですので、その結果は、例えば実験や文献参照などによって利用者自らの責任で検証される必要があります。もし、実験結果と大幅に異なる計算結果が得られた場合は、支障がなければ弊社にもご連絡下さい。今後の改善のために参考にさせていただきます。

最終校正 2022 年 11 月 25 日

株式会社 計算熱力学研究所

Research Institute of Computational Thermodynamics (RICT), Inc.

〒841-0016 佐賀県鳥栖市田代外町 674-18

Tel: 0942-80-0547 email: mail@rictsystems.com

homepage: <http://www.rictsystems.com>

RICT Thermodynamic Database for Ceramics ver 20221125

CMASZY			Na2O-Li2O-K2O			BaO-SrO-BeO			B2O3-ZnO-Cu2O-PbO		
CaO	MgO		Na2O	CaO		BaO	CaO		B2O3	CaO	
Al2O3	CaO		Na2O	MgO		BaO	MgO		B2O3	MgO	
Al2O3	MgO		Na2O	MgO	CaO	BaO	MgO	CaO	B2O3	MgO	CaO
Al2O3	MgO	CaO	Na2O	Al2O3		BaO	Al2O3		B2O3	Al2O3	
			Na2O	Al2O3	CaO	BaO	Al2O3	CaO	B2O3	Al2O3	CaO
			Na2O	Al2O3	MgO	BaO	Al2O3	MgO	B2O3	Al2O3	MgO
SiO2	CaO		Na2O	SiO2		BaO	SiO2		B2O3	SiO2	
SiO2	MgO		Na2O	SiO2	CaO	BaO	SiO2	CaO	B2O3	SiO2	CaO
SiO2	MgO	CaO	Na2O	SiO2	MgO	BaO	SiO2	MgO	B2O3	SiO2	MgO
SiO2	Al2O3		Na2O	SiO2	MgO	BaO	SiO2	MgO	B2O3	SiO2	MgO
SiO2	Al2O3	CaO	Na2O	SiO2	Al2O3	BaO	SiO2	Al2O3	B2O3	SiO2	Al2O3
SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	ZrO2		BaO	ZrO2		B2O3	Y2O3	
			Na2O	ZrO2	CaO	BaO	ZrO2	CaO	B2O3	Y2O3	CaO
			Na2O	ZrO2	MgO	BaO	ZrO2	MgO	B2O3	Y2O3	MgO
ZrO2	CaO		Na2O	ZrO2	Al2O3	BaO	ZrO2	Al2O3	B2O3	Y2O3	Al2O3
ZrO2	MgO		Na2O	ZrO2	SiO2	BaO	ZrO2	SiO2	B2O3	Y2O3	SiO2
ZrO2	MgO	CaO	Na2O	Y2O3		BaO	Y2O3		B2O3	Y2O3	
ZrO2	Al2O3		Na2O	Y2O3	CaO	BaO	Y2O3	CaO	B2O3	Y2O3	CaO
ZrO2	Al2O3	CaO	Na2O	Y2O3	MgO	BaO	Y2O3	MgO	B2O3	Y2O3	MgO
ZrO2	Al2O3	MgO	Na2O	Y2O3	Al2O3	BaO	Y2O3	Al2O3	B2O3	Y2O3	Al2O3
ZrO2	SiO2		Na2O	Y2O3	SiO2	BaO	Y2O3	SiO2	B2O3	Y2O3	SiO2
ZrO2	SiO2	CaO	Na2O	Y2O3	SiO2	BaO	Y2O3	SiO2	B2O3	Y2O3	SiO2
ZrO2	SiO2	MgO	Na2O	Y2O3	ZrO2	BaO	Y2O3	ZrO2	B2O3	Y2O3	ZrO2
ZrO2	SiO2	Al2O3	Na2O	Y2O3	ZrO2	BaO	Y2O3	ZrO2	B2O3	Y2O3	ZrO2
			Li2O	CaO		BaO	Na2O		B2O3	Na2O	
			Li2O	MgO		BaO	Li2O		B2O3	Li2O	
Y2O3	CaO		Li2O	MgO	CaO	BaO	Li2O	CaO	B2O3	Li2O	CaO
Y2O3	MgO		Li2O	MgO	CaO	BaO	Li2O	MgO	B2O3	Li2O	MgO
Y2O3	MgO	CaO	Li2O	Al2O3		BaO	Li2O	Al2O3	B2O3	Li2O	Al2O3
Y2O3	Al2O3		Li2O	Al2O3	CaO	BaO	Li2O	SiO2	B2O3	Li2O	SiO2
Y2O3	Al2O3	CaO	Li2O	Al2O3	MgO	BaO	Li2O	ZrO2	B2O3	Li2O	ZrO2
Y2O3	Al2O3	MgO	Li2O	Al2O3	MgO	BaO	Li2O	ZrO2	B2O3	Li2O	ZrO2
Y2O3	SiO2		Li2O	SiO2		BaO	Li2O	Y2O3	B2O3	Li2O	Y2O3
Y2O3	SiO2	CaO	Li2O	SiO2	CaO	BaO	Li2O	Na2O	B2O3	Li2O	Na2O
Y2O3	SiO2	MgO	Li2O	SiO2	MgO						
Y2O3	SiO2	Al2O3	Li2O	SiO2	Al2O3	SrO	CaO		ZnO	CaO	
Y2O3	SiO2	Al2O3	Li2O	ZrO2		SrO	MgO		ZnO	MgO	
Y2O3	ZrO2		Li2O	ZrO2	CaO	SrO	MgO	CaO	ZnO	MgO	CaO
Y2O3	ZrO2	CaO	Li2O	ZrO2	MgO	SrO	Al2O3		ZnO	Al2O3	
Y2O3	ZrO2	MgO	Li2O	ZrO2	Al2O3	SrO	Al2O3	CaO	ZnO	Al2O3	CaO
Y2O3	ZrO2	Al2O3	Li2O	ZrO2	SiO2	SrO	Al2O3	MgO	ZnO	Al2O3	MgO
Y2O3	ZrO2	SiO2	Li2O	Y2O3		SrO	SiO2		ZnO	SiO2	
			Li2O	Y2O3	CaO	SrO	SiO2	CaO	ZnO	SiO2	CaO
			Li2O	Y2O3	MgO	SrO	SiO2	MgO	ZnO	SiO2	MgO
			Li2O	Y2O3	Al2O3	SrO	SiO2	Al2O3	ZnO	SiO2	Al2O3
			Li2O	Y2O3	SiO2	SrO	ZrO2		ZnO	ZrO2	
			Li2O	Y2O3	ZrO2	SrO	ZrO2	CaO	ZnO	ZrO2	CaO
AlN	Al		Li2O	Na2O		SrO	ZrO2	MgO	ZnO	ZrO2	MgO
GaN	Ga		Li2O	Na2O	CaO	SrO	ZrO2	Al2O3	ZnO	ZrO2	Al2O3
BN	B		Li2O	Na2O	MgO	SrO	ZrO2	SiO2	ZnO	ZrO2	SiO2
B2O3	B		Li2O	Na2O	Al2O3	SrO	Y2O3		ZnO	Y2O3	
Nd2O3	Nd		Li2O	Na2O	SiO2	SrO	Y2O3	CaO	ZnO	Na2O	
Y2O3	Y		Li2O	Na2O	ZrO2	SrO	Y2O3	MgO	ZnO	Na2O	SiO2
ZrO2	Zr		Li2O	Na2O	Y2O3	SrO	Y2O3	Al2O3	ZnO	Li2O	
TiO2	Ti		Li2O	Na2O	Y2O3	SrO	Y2O3	SiO2	ZnO	B2O3	
SiO2	Si		Li2O	Na2O	Y2O3	SrO	Y2O3	ZrO2	ZnO	B2O3	SiO2
Al2O3	Al					SrO	Li2O				
GeO2	Ge		K2O	CaO							
Fe2O3	Fe		K2O	MgO							
Cr2O3	Cr		K2O	MgO	CaO						

NiO	Ni
SrO	Sr
CuO	Cu
SnO2	Sn
MnO	Mn
V2O5	V
Ag2O	Ag
CeO2	Ce
MoO3	Mo
WO3	W
UO2	U
PuO2	Pu
Bi2O3	Bi
BaO	Ba
In2O3	In
Ga2O3	Ga
ZnO	Zn
La2O3	La
BeO	Be

K2O	Al2O3	
K2O	Al2O3	CaO
K2O	Al2O3	MgO
K2O	SiO2	
K2O	SiO2	CaO
K2O	SiO2	MgO
K2O	SiO2	Al2O3
K2O	Na2O	
K2O	Na2O	CaO
K2O	Na2O	MgO
K2O	Na2O	Al2O3
K2O	Na2O	SiO2
K2O	Li2O	
K2O	Li2O	CaO
K2O	Li2O	MgO
K2O	Li2O	Al2O3
K2O	Li2O	SiO2
K2O	Li2O	Na2O
K2O	B2O3	
K2O	B2O3	CaO
K2O	B2O3	MgO
K2O	B2O3	Al2O3
K2O	B2O3	SiO2
K2O	B2O3	Na2O
K2O	B2O3	Li2O

SrO	BaO	
SrO	BaO	CaO
SrO	BaO	MgO
SrO	BaO	Al2O3
SrO	BaO	SiO2
SrO	BaO	ZrO2
SrO	BaO	Y2O3
SrO	BaO	Na2O
SrO	BaO	Li2O
BeO	CaO	
BeO	MgO	
BeO	Al2O3	
BeO	SiO2	
BeO	ZrO2	
BeO	Y2O3	
BeO	TiO2	

Cu2O	Al2O3	
Cu2O	CuO	SrO
Cu2O	Cr2O3	
Cu2O	SrO	
Cu2O	CaO	
Cu2O	MgO	
Cu2O	SiO2	
Cu2O	FeOx	
PbO	ZrO2	
PbO	TiO2	
PbO	ZrO2	TiO2
PbO	B2O3	
PbO	SiO2	
PbO	CaO	
PbO	CaO	SiO2
PbO	MgO	
PbO	MgO	SiO2
PbO	Al2O3	
PbO	Al2O3	CaO
PbO	ZnO	
PbO	ZnO	SiO2
PbO	ZnO	Al2O3
PbO	SnO2	
PbO	Fe2O3	

Sc2O3-La2O3-Ce2O3 etc			Nd2O3-Sm2O3-Er2O3 etc			Gd2O3-Dy2O3			Yb2O3-Lu2O3		
Sc2O3 B2O3			Nd2O3 CaO			Gd2O3 CaO			Yb2O3 CaO		
Sc2O3 SiO2			Nd2O3 MgO			Gd2O3 MgO			Yb2O3 MgO		
Sc2O3 Al2O3			Nd2O3 MgO CaO			Gd2O3 MgO CaO			Yb2O3 MgO CaO		
Sc2O3 MgO			Nd2O3 Al2O3			Gd2O3 Al2O3			Yb2O3 Al2O3		
Sc2O3 CaO			Nd2O3 Al2O3 CaO			Gd2O3 Al2O3 CaO			Yb2O3 Al2O3 CaO		
Sc2O3 ZrO2			Nd2O3 Al2O3 MgO			Gd2O3 Al2O3 MgO			Yb2O3 Al2O3 MgO		
Sc2O3 Y2O3			Nd2O3 SiO2			Gd2O3 SiO2			Yb2O3 SiO2		
Sc2O3 La2O3			Nd2O3 SiO2 CaO			Gd2O3 SiO2 CaO			Yb2O3 SiO2 CaO		
			Nd2O3 SiO2 MgO			Gd2O3 SiO2 MgO			Yb2O3 SiO2 MgO		
			Nd2O3 SiO2 Al2O3			Gd2O3 SiO2 Al2O3			Yb2O3 SiO2 Al2O3		
			Nd2O3 ZrO2			Gd2O3 ZrO2			Yb2O3 ZrO2		
La2O3 CaO			Nd2O3 ZrO2 CaO			Gd2O3 ZrO2 CaO			Yb2O3 ZrO2 CaO		
La2O3 MgO			Nd2O3 ZrO2 MgO			Gd2O3 ZrO2 MgO			Yb2O3 ZrO2 MgO		
La2O3 MgO CaO			Nd2O3 ZrO2 MgO			Gd2O3 ZrO2 MgO			Yb2O3 ZrO2 MgO		
La2O3 Al2O3			Nd2O3 ZrO2 Al2O3			Gd2O3 ZrO2 Al2O3			Yb2O3 ZrO2 Al2O3		
La2O3 Al2O3 CaO			Nd2O3 ZrO2 SiO2			Gd2O3 ZrO2 SiO2			Yb2O3 ZrO2 SiO2		
La2O3 Al2O3 MgO			Nd2O3 Y2O3			Gd2O3 Y2O3			Yb2O3 Y2O3		
La2O3 SiO2			Nd2O3 Y2O3 CaO			Gd2O3 Y2O3 CaO			Yb2O3 Y2O3 CaO		
La2O3 SiO2 CaO			Nd2O3 Y2O3 MgO			Gd2O3 Y2O3 MgO			Yb2O3 Y2O3 MgO		
La2O3 SiO2 MgO			Nd2O3 Y2O3 Al2O3			Gd2O3 Y2O3 Al2O3			Yb2O3 Y2O3 Al2O3		
La2O3 SiO2 Al2O3			Nd2O3 Y2O3 SiO2			Gd2O3 Y2O3 SiO2			Yb2O3 Y2O3 SiO2		
La2O3 ZrO2			Nd2O3 Y2O3 ZrO2			Gd2O3 Y2O3 ZrO2			Yb2O3 Y2O3 ZrO2		
La2O3 ZrO2 CaO			Nd2O3 La2O3			Gd2O3 La2O3			Yb2O3 La2O3		
La2O3 ZrO2 MgO			Nd2O3 La2O3 CaO			Gd2O3 La2O3 CaO			Yb2O3 La2O3 CaO		
La2O3 ZrO2 Al2O3			Nd2O3 La2O3 MgO			Gd2O3 La2O3 MgO			Yb2O3 La2O3 MgO		
La2O3 ZrO2 SiO2			Nd2O3 La2O3 Al2O3			Gd2O3 La2O3 Al2O3			Yb2O3 La2O3 Al2O3		
La2O3 Y2O3			Nd2O3 La2O3 SiO2			Gd2O3 La2O3 SiO2			Yb2O3 La2O3 SiO2		
La2O3 Y2O3 CaO			Nd2O3 La2O3 ZrO2			Gd2O3 La2O3 ZrO2			Yb2O3 La2O3 ZrO2		
La2O3 Y2O3 MgO			Nd2O3 La2O3 Y2O3			Gd2O3 La2O3 Y2O3			Yb2O3 La2O3 Y2O3		
La2O3 Y2O3 Al2O3			Nd2O3 B2O3			Gd2O3 Nd2O3			Yb2O3 Nd2O3		
La2O3 Y2O3 SiO2			Nd2O3 Fe2O3			Gd2O3 Nd2O3 CaO			Yb2O3 Nd2O3 CaO		
La2O3 Y2O3 ZrO2			Nd2O3 Fe2O3 B2O3			Gd2O3 Nd2O3 MgO			Yb2O3 Nd2O3 MgO		
La2O3 B2O3			Nd2O3 BaO			Gd2O3 Nd2O3 Al2O3			Yb2O3 Nd2O3 Al2O3		
La2O3 BaO			Nd2O3 SrO			Gd2O3 Nd2O3 SiO2			Yb2O3 Nd2O3 SiO2		
La2O3 SrO			Nd2O3 TiO2			Gd2O3 Nd2O3 ZrO2			Yb2O3 Nd2O3 ZrO2		
La2O3 TiO2						Gd2O3 Nd2O3 Y2O3			Yb2O3 Nd2O3 Y2O3		
La2O3 CoO						Gd2O3 Nd2O3 La2O3			Yb2O3 Nd2O3 La2O3		
			Sm2O3 SiO2			Gd2O3 TiO2			Yb2O3 Gd2O3		
			Sm2O3 ZrO2			Gd2O3 B2O3			Yb2O3 Gd2O3 CaO		
			Sm2O3 Y2O3			Gd2O3 BaO			Yb2O3 Gd2O3 MgO		
Ce2O3 CaO			Sm2O3 B2O3			Gd2O3 V2O5			Yb2O3 Gd2O3 Al2O3		
Ce2O3 MgO			Sm2O3 BaO						Yb2O3 Gd2O3 SiO2		
Ce2O3 MgO CaO			Sm2O3 SrO						Yb2O3 Gd2O3 ZrO2		
Ce2O3 Al2O3			Sm2O3 TiO2						Yb2O3 Gd2O3 Y2O3		
Ce2O3 Al2O3 CaO			Sm2O3 HfO2						Yb2O3 Gd2O3 La2O3		
Ce2O3 SiO2			Sm2O3 HfO2 Al2O3						Yb2O3 Gd2O3 Nd2O3		
Ce2O3 SiO2 Al2O3									Yb2O3 TiO2		
Ce2O3 ZrO2									Yb2O3 HfO2		
			Eu2O3 Al2O3						Yb2O3 HfO2 SiO2		
									Yb2O3 B2O3		
UO2 CaO									Yb2O3 Li2O		
UO2 MgO									Yb2O3 SrO		
UO2 Al2O3			Er2O3 Al2O3								
UO2 SiO2			Er2O3 SiO2								
UO2 ZrO2			Er2O3 Y2O3								
UO2 Fe2O3			Er2O3 La2O3						Lu2O3 Al2O3		
			Er2O3 Nd2O3						Lu2O3 SiO2		
			Er2O3 Gd2O3						Lu2O3 Nd2O3		

PuO₂ ZrO₂
PuO₂ UO₂

Er₂O₃ Sm₂O₃
Er₂O₃ Dy₂O₃

Dy₂O₃ Nd₂O₃
Dy₂O₃ Gd₂O₃
Dy₂O₃ TiO₂

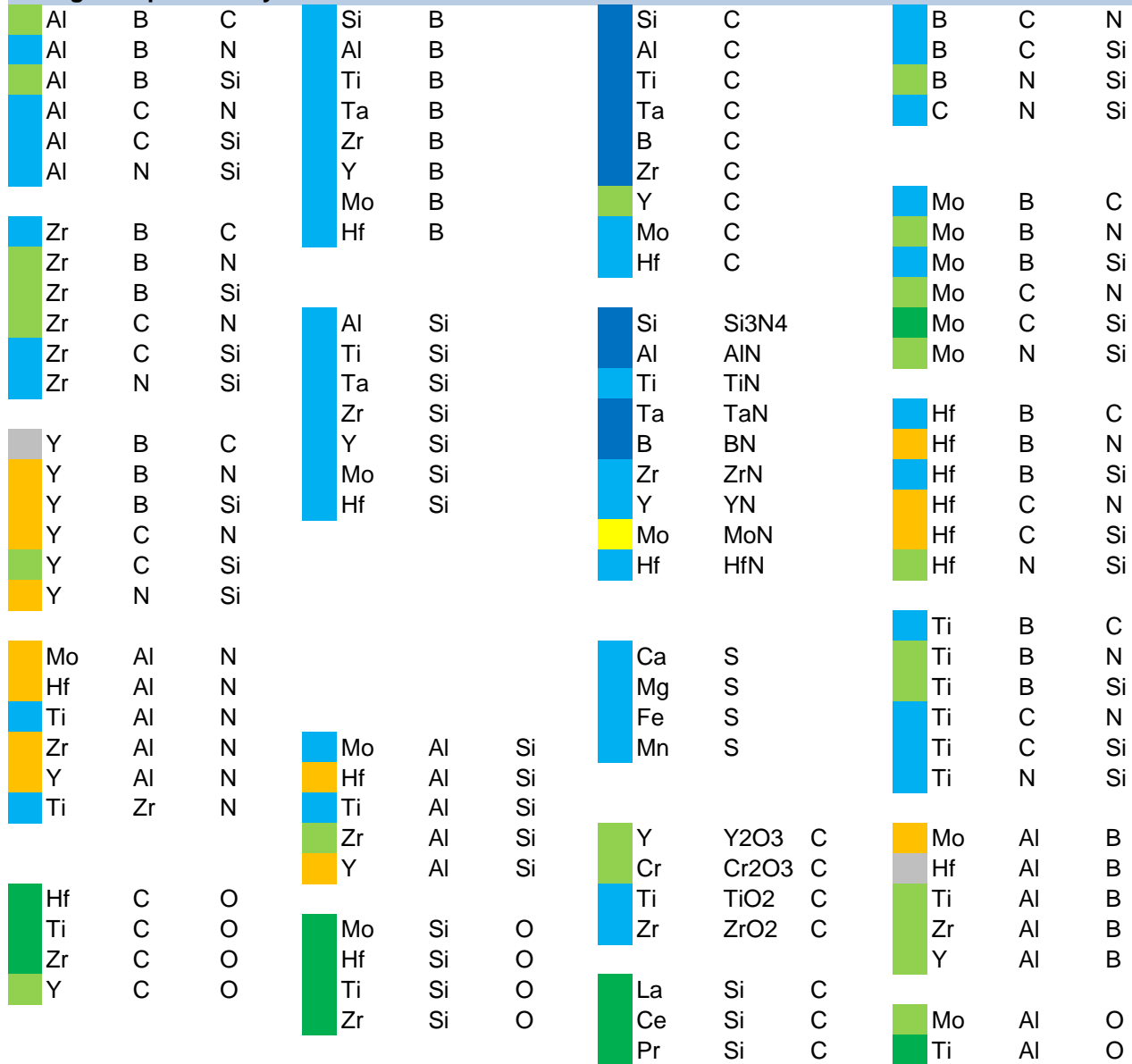
Lu₂O₃ Sc₂O₃

HfO2	Y2O3	Al2O3
HfO2	Y2O3	SiO2
HfO2	Y2O3	ZrO2
HfO2	La2O3	
HfO2	La2O3	Al2O3
HfO2	BaO	
HfO2	SrO	
HfO2	TiO2	

NiO	Al2O3	MgO
NiO	SiO2	
NiO	SiO2	CaO
NiO	SiO2	MgO
NiO	SiO2	Al2O3
NiO	FeOx	
NiO	FeOx	CaO
NiO	FeOx	MgO
NiO	FeOx	Al2O3
NiO	FeOx	SiO2
NiO	ZnO	
NiO	MnO	
NiO	BaO	
NiO	SrO	
NiO	ZrO2	
NiO	Y2O3	

Misc Oxides		Misc Oxides		Nitrides, Fluorides, etc.		Carbides	
GeO ₂	SiO ₂	SnO ₂	SiO ₂	AlN	CaO	SiC	CaO
GeO ₂	Al ₂ O ₃	SnO ₂	SiO ₂	AlN	MgO	SiC	MgO
		SnO ₂	ZnO	AlN	Al ₂ O ₃	SiC	MgO CaO
		SnO ₂	ZnO	AlN	Al ₂ O ₃	SiC	Al ₂ O ₃
Ga ₂ O ₃	B ₂ O ₃	SnO ₂	In ₂ O ₃	AlN	Al ₂ O ₃	SiC	Al ₂ O ₃ CaO
Ga ₂ O ₃	SiO ₂	SnO ₂	In ₂ O ₃	AlN	SiO ₂	SiC	Al ₂ O ₃ MgO
Ga ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SnO ₂	Al ₂ O ₃	AlN	SiO ₂	SiC	SiO ₂
Ga ₂ O ₃	CaO			AlN	Y ₂ O ₃	SiC	SiO ₂ CaO
Ga ₂ O ₃	MgO			AlN	Y ₂ O ₃	SiC	SiO ₂ MgO
Ga ₂ O ₃	NiO	P ₂ O ₅	CaO		Y ₂ O ₃	SiC	SiO ₂ Al ₂ O ₃
Ga ₂ O ₃	La ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MgO	Si ₃ N ₄	CaO	SiC	ZrO ₂
Ga ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MgO CaO	Si ₃ N ₄	MgO	SiC	ZrO ₂ CaO
Ga ₂ O ₃	SrO	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Si ₃ N ₄	Al ₂ O ₃	SiC	ZrO ₂ MgO
		P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃ CaO	Si ₃ N ₄	SiO ₂	SiC	ZrO ₂ Al ₂ O ₃
		P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃ MgO	Si ₃ N ₄	SiO ₂	SiC	Y ₂ O ₃
In ₂ O ₃	CaO	P ₂ O ₅	SiO ₂	Si ₃ N ₄	SiO ₂	SiC	Y ₂ O ₃ CaO
In ₂ O ₃	MgO	P ₂ O ₅	SiO ₂ CaO	Si ₃ N ₄	SiO ₂	SiC	Y ₂ O ₃ MgO
In ₂ O ₃	ZrO ₂	P ₂ O ₅	SiO ₂ MgO	Si ₃ N ₄	SiO ₂	SiC	Y ₂ O ₃ Al ₂ O ₃
In ₂ O ₃	BaO	P ₂ O ₅	SiO ₂ Al ₂ O ₃	Si ₃ N ₄	Y ₂ O ₃	SiC	Y ₂ O ₃ SiO ₂
In ₂ O ₃	B ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Li ₂ O	Si ₃ N ₄	Y ₂ O ₃	SiC	Y ₂ O ₃ ZrO ₂
In ₂ O ₃	B ₂ O ₃ BaO	P ₂ O ₅	Li ₂ O Al ₂ O ₃	Si ₃ N ₄	AlN	SiC	AlN
In ₂ O ₃	ZnO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	Si ₃ N ₄	AlN	Si	Y C
		P ₂ O ₅	K ₂ O			SiC	Si ₃ N ₄
		P ₂ O ₅	FeO _x			SiC	Si ₃ N ₄ SiO ₂
		P ₂ O ₅	MnO			SiC	Si ₂ ON ₂
		P ₂ O ₅	La ₂ O ₃			SiC	ZrB ₂
Bi ₂ O ₃	Al ₂ O ₃			CaF ₂	CaO		Al ₄ C ₃ Al ₂ O ₃
Bi ₂ O ₃	CaO			CaF ₂	Al ₂ O ₃		Al ₄ C ₃ AlN
Bi ₂ O ₃	TiO ₂			CaF ₂	Al ₂ O ₃		Al ₄ C ₃ AlN Al ₂ O ₃
Bi ₂ O ₃	SrO			CaF ₂	SiO ₂		Al ₄ C ₃ SiC
Bi ₂ O ₃	ZnO			CaF ₂	SiO ₂		Al ₄ C ₃ SiC AlN
Bi ₂ O ₃	PbO			CaF ₂	Y ₂ O ₃		
Bi ₂ O ₃	SiO ₂						
Bi ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃						
Bi ₂ O ₃	ZrO ₂						
Bi ₂ O ₃	CuO _x						
				CaS	CaO		B ₄ C B ₂ O ₃
				CaS	Al ₂ O ₃		B ₄ C SiC
				CaS	Al ₂ O ₃		
				CaS	SiO ₂		
				CaS	SiO ₂		
				FeS	FeO _x		
				FeS	CaS		
				FeS	MgS		
				MnS	CaS		
				MnS	FeS		
				MnS	MnO		
				MnS	MgS		
				MnS	MnO		
					Al ₂ O ₃		
				CaCl ₂	CaO		
				CaCl ₂	CaF ₂		
				CaCl ₂	CaF ₂		
					CaO		

High temperature systems



	Si	Al	C	B	N	Ti	Zr	Hf	Mo	Ta	Y	O
Si												
Al	O											
C	O	O										
B	O	O	O									
N	O	O	O	O								
Ti	O	O	O	O	O							
Zr	O	O	O	O	O	O						
Hf	O	O	O	O	O	O	O					
Mo	O	O	O	O	O	O	O	O				
Ta	O	O	O	O	O	O	O	O	O			
Y	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O		
O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	

Assessed binary system of the Si-Al-C-B-N-Ti-Zr-Hf-Mo-Ta-Y-O system.