

Supplemental Material for “Tuning the glass-forming ability of metallic glasses through energetic frustration”

We collected data on 482 bulk metallic glasses from experimental studies in the literature [1-20]. The GFA is typically reported either as a critical diameter d_c (mm) or critical cooling rate R_c (K/s). For systems that only include values for d_c , we convert it to R_c using the empirical relation $R_c(K s^{-1}) = \frac{10}{[d_c(cm)]^2}$ from Ref. [21].

Table S1: Glass-forming ability of multi-component alloys from experiments

Composition	d_c (mm)	R_c (K/s)	Composition	d_c (mm)	R_c (K/s)
Fe ₉₁ B ₉		2.6x10 ⁷	Fe _{41.5} Ni _{41.5} B ₁₇		3.5x10 ⁵
Ni ₈₀ P ₂₀	0.12	10 ⁵	Y ₃₆ Sc ₂₀ Al ₂₄ Co ₂₀	25	1.6
Fe ₈₃ B ₁₇		10 ⁶	Ti ₅₀ Ni ₁₅ Cu ₃₂ Sn ₃	1	10 ³
Fe ₈₅ B ₁₅		2.8x10 ⁵	Mg _{63.5} Cu _{27.5} Gd ₉	4	62.5
Pd ₉₅ Si ₅		5 x10 ⁷	Ti ₃₄ Zr ₁₁ Cu ₄₇ Ni ₈	4.5	100
Fe ₇₅ B ₂₅		6.8x10 ⁶	Ti ₄₅ Zr ₂₀ Be ₃₀ Cr ₅		20
Fe ₈₉ B ₁₁		3 x10 ⁷	Ti ₅₀ Cu _{42.5} Ni _{7.5}	0.2	2.5x10 ⁴
Fe ₈₀ B ₂₀		8.8x10 ⁵	Tb ₃₆ Y ₂₀ Al ₂₄ Co ₂₀	5	30
Cu ₆₀ Hf ₄₀	1	10 ³	Ca ₅₀ Mg ₂₀ Zn ₅ Cu ₂₅	10	10
Pd ₈₂ Si ₁₈		1.8x10 ³	Sm ₄₀ Y ₁₅ Al ₂₅ Co ₂₀	3	1.1x10 ²
Zr ₆₅ Be ₃₅		10 ⁷	Tm ₃₉ Al ₂₅ Co ₂₀ Y ₁₆		10
Cu ₅₀ Zr ₅₀		2.5x10 ²	Sc ₃₆ Al ₂₄ Co ₂₀ Y ₂₀	3	1.1x10 ²
Ni ₆₀ Nb ₄₀	1	1.4x10 ³	Tm ₃₉ Y ₁₆ Al ₂₅ Co ₂₀	3	1.1x10 ²
Cu ₄₆ Zr ₅₄	2	2.5x10 ²	Mg _{60.5} Cu _{28.5} Gd ₁₁	8	15.6
Ti ₆₃ Be ₃₇		6.3x10 ⁶	Ca ₅₀ Mg _{22.5} Cu _{27.5}	10	10
Zr ₅₄ Cu ₄₆	2	2.5x10 ²	Ca ₅₅ Mg ₁₁ Zn ₁₁ Cu ₂₃	1	10 ³
Pd ₇₅ Si ₂₅		10 ⁶	Mg _{62.5} Cu _{26.5} Gd ₁₁	9	12.3
Fe ₇₂ Y ₆ B ₂₂	2	2.5x10 ²	Mg ₆₅ Cu ₁₅ Ag ₁₀ Er ₁₀	6	27.8
Fe ₈₀ P ₁₃ C ₇	0.72	2.8x10 ⁴	Nd ₆₀ Fe ₂₀ Co ₁₀ Al ₁₀	5	40
Co ₇₅ Si ₈ B ₁₇		3.5x10 ⁵	Ca ₅₀ Mg ₁₅ Zn ₁₀ Cu ₂₅	10	10

Mg ₉₀ Ni ₅ Nd ₅	0.1	5.3x10 ⁴	Ca _{47.5} Mg _{22.5} Cu ₃₀	6	27.8
Ni ₇₅ Si ₈ B ₁₇	0.8	1.1x10 ⁵	Ca ₆₀ Mg _{17.5} Zn _{22.5}	10	10
Ca ₆₃ Al ₃₂ Cu ₅	2	2.5x10 ²	Ca ₅₀ Mg ₁₀ Zn ₁₅ Cu ₂₅	2	2.5x10 ²
Pd ₁₆ Ni ₆₄ P ₂₀	2.5	1.6x10 ²	Ca _{62.5} Mg _{17.5} Zn ₂₀	10	10
Mg ₇₇ Ni ₁₈ Nd ₅	0.1	4.9x10 ⁴	Mg _{58.5} Cu _{30.5} Gd ₁₁	8	15.6
Ni ₆₀ Nb ₃₅ Zr ₅	1.5	4.4x10 ²	Mg ₆₅ Cu ₁₅ Ag ₁₀ Gd ₁₀	7.5	17.8
Ca ₆₅ Mg ₅ Cu ₃₀	0.5	4x10 ³	Mg _{64.5} Cu _{24.5} Gd ₁₁	6	27.8
Zr ₆₆ Al ₈ Ni ₂₆		66.6	Ca ₅₀ Mg ₂₅ Zn ₁₅ Cu ₁₀	8	15.6
Ni ₅₀ Pd ₃₀ P ₂₀	21	2.3	Cu ₅₀ Ag ₁₀ Zr ₃₀ Ti ₁₀	4	62.5
Ce ₇₀ Ga ₈ Cu ₂₂	10	10	La ₆₆ Al ₁₄ Cu ₁₀ Ni ₁₀	5	40
Ce ₇₀ Ga ₆ Cu ₂₄	10	10	Ti ₄₀ Zr ₁₀ Cu ₃₀ Pd ₂₀	3	1.1x10 ²
Mg ₆₅ Cu ₂₅ Y ₁₀	4	50	Ti ₄₀ Zr ₁₀ Cu ₃₂ Pd ₁₈	3	1.1x10 ²
Cu ₅₀ Hf ₄₅ Al ₅	2	2.5x10 ²	Ti ₄₀ Zr ₁₀ Cu ₃₄ Pd ₁₆	4	62.5
Co ₇₅ Si ₁₅ B ₁₀		3.5x10 ⁵	Ti ₄₀ Zr ₁₀ Cu ₄₀ Pd ₁₀	4	62.5
Pd ₄₈ Ni ₃₂ P ₂₀		10	Cu ₄₇ Ni ₁₃ Zr ₃₀ Ti ₁₀	1	10 ³
Zr ₄₈ Cu ₄₅ Al ₇	5	40	Zr ₅₅ Al _{22.5} Co _{22.5}		17.5
Pd ₄₀ Ni ₄₀ P ₂₀	25	0.2	Cu ₆₀ Zr ₂₀ Hf ₁₀ Ti ₁₀		1.1x10 ²
Cu ₅₀ Zr ₄₃ Al ₇	3	1.1x10 ²	Zr ₆₅ Cu _{12.5} Be _{22.5}		67
Zr ₄₇ Cu ₄₆ Al ₇	3	1.1x10 ²	Cu ₆₀ Hf _{17.5} Ti _{22.5}	3	1.1x10 ²
Cu ₆₀ Zr ₃₃ Ti ₇	3	1.1x10 ²	Ce ₆₀ Al ₁₀ Ni ₁₀ Cu ₂₀	1	10 ³
Y ₅₆ Al ₂₄ Co ₂₀	1.5	4.4x10 ²	Fe ₆₃ C ₁₅ Mo ₁₄ Er ₂ B ₆	3	1.1x10 ²
Cu ₄₉ Hf ₄₂ Al ₉	10	10	Pr ₆₀ Cu ₂₀ Ni ₁₀ Al ₁₀	5	40
Cu ₄₆ Zr ₄₇ Al ₇	3	1.1x10 ²	Ce ₆₀ Al ₁₅ Ni ₁₅ Cu ₁₀	3	1.1x10 ²
(Cu ₅₀ Zr ₅₀) ₉₂ Al ₈		40	La ₆₂ Cu ₁₂ Ni ₁₂ Al ₁₄	12	6.9
Cu ₄₅ Zr ₄₈ Al ₇	5	40	La ₅₅ Al ₂₅ Ni ₁₀ Cu ₁₀	5	40
Y ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	2	2.5x10 ²	Pd _{71.5} Cu ₁₂ Si _{16.5}	2	2.5x10 ²
Pd ₆₄ Ni ₁₆ P ₂₀	4	62.5	Pd _{73.5} Cu ₁₀ Si _{16.5}	2	2.5x10 ²
Pd ₇₇ Cu ₆ Si ₁₇	2	125	Cu ₄₅ Ag ₁₅ Zr ₃₀ Ti ₁₀	5	40
Fe ₇₉ Si ₁₀ B ₁₁	0.5	1.8x10 ⁵	Pd ₇₉ Cu ₃ Ag ₃ Si ₁₀ P ₅	5	40

Pr ₆₈ Cu ₂₅ Al ₇	1.5	4.4x10 ²	Pd ₇₉ Cu ₂ Ag ₄ Si ₁₀ P ₅	7	20.4
Cu ₅₅ Zr ₄₀ Ga ₅	2	2.5x10 ²	Gd _{52.5} Al ₂₉ Co _{18.5}	3	1.1x10 ²
Pt ₆₀ Ni ₁₅ P ₂₅		4x10 ³	Pr ₅₅ Cu ₂₀ Ni ₁₀ Al ₁₅	2	2.5x10 ²
Ce ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	1	10 ³	Pr ₆₀ Al ₁₀ Ni ₁₀ Cu ₂₀	5	40
Ca ₇₀ Mg ₂₀ Cu ₁₀	0.5	4x10 ³	Cu ₃₅ Ag ₂₅ Zr ₃₀ Ti ₁₀	2	2.5x10 ²
Ca ₇₀ Mg ₁₅ Zn ₁₅	0.5	4x10 ³	Cu ₄₀ Ag ₂₀ Zr ₃₀ Ti ₁₀	3	1.1x10 ²
Ca ₇₀ Mg ₁₀ Zn ₂₀	0.5	4x10 ³	Pd ₇₉ Cu ₅ Ag ₁ Si ₁₀ P ₅	4	62.5
Ca _{66.4} Al _{33.6}	1	10 ³	Pd ₇₉ Cu ₄ Ag ₂ Si ₁₀ P ₅	5	40
Lu ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	3	1.1x10 ²	Zr ₆₅ Al ₁₀ Ni ₁₀ Cu ₁₅		4.1
Ca ₆₀ Mg ₂₅ Cu ₁₅	2	2.5x10 ²	Ni ₆₉ Cr _{8.5} Nb ₃ P _{19.5}	1	10 ³
Ca ₆₀ Mg ₂₅ Ni ₁₅	13	24	Ni ₆₁ Zr ₂₂ Nb ₇ Al ₄ Ta ₆	2	2.5x10 ²
Mg ₅₉ Cu ₃₁ Gd ₁₀	4	62.5	Mg ₅₇ Cu _{31.5} Y ₈ Nd _{3.5}	12	6.9
Ca ₆₀ Mg ₁₅ Cu ₂₅	1	10 ³	Mg ₆₅ Cu ₁₅ Ag ₁₀ Y ₂ Gd ₈	9	12.3
Ca ₆₅ Mg ₂₅ Zn ₁₀	0.5	4 x10 ³	Co ₄₀ Fe ₂₂ Nb ₆ Zr ₂ B ₃₀	1	10 ³
Ca ₆₅ Mg ₂₀ Cu ₁₅	2	2.5x10 ²	Au _{77.8} Ge _{13.8} Si _{8.4}		7.4x10 ⁵
Ca ₆₅ Mg ₁₅ Zn ₂₀	6	27.8	Co ₅₀ Cr ₁₅ Mo ₁₄ C ₁₅ B ₆	2	2.5x10 ²
Ca ₆₀ Mg ₂₀ Cu ₂₀	4	62.5	Au _{77.8} Si _{8.4} Ge _{13.8}		3x10 ⁶
Ca ₆₀ Mg ₂₅ Zn ₁₅	1	10 ³	Mg ₅₇ Cu ₃₁ Y _{6.6} Nd _{5.4}	14	5.1
Ca ₆₅ Mg ₁₅ Cu ₂₀	4	62.5	Mg ₆₅ Cu ₁₅ Ag ₁₀ Y ₄ Gd ₆	8	15.6
Ca ₆₅ Mg ₁₀ Zn ₂₅	2	2.5x10 ²	Fe ₆₄ Cr ₁₀ Mo ₉ C ₁₅ Er ₂		40
Ca ₆₀ Mg ₁₅ Zn ₂₅	6	27.8	Pd _{42.5} Ni _{7.5} Cu ₃₀ P ₂₀	80	0.067
Ca ₆₀ Mg ₁₃ Cu ₂₇	1	10 ³	Pd _{43.2} Ni _{8.8} Cu ₂₈ P ₂₀		0.005
Ca ₆₅ Mg ₂₀ Zn ₁₅	5	40	(Cu ₅₀ Zr ₅₀) ₉₂ Al ₇ Gd ₁		10
Ca ₆₀ Mg ₂₀ Zn ₂₀	4	62.5	Nd ₆₁ Al ₁₁ Ni ₈ Co ₅ Cu ₁₅	6	27.8
La ₅₅ Al ₂₅ Ni ₂₀	3	1.1x10 ²	Ti ₅₀ Ni ₁₅ Cu ₂₅ Sn ₃ Be ₇	2	2.5x10 ²
La ₆₅ Al ₁₀ Cu ₂₅	4	62.5	Zr ₅₃ Al ₁₄ Ni ₁₀ Cu ₁₉ Y ₄	5	40
Fe ₇₄ Nb ₆ Y ₃ B ₁₇	2	2.5x10 ²	Nd ₆₁ Al ₁₁ Ni ₈ Cu ₁₅ Co ₅	6	27.8
Ca ₆₀ Mg ₁₀ Zn ₃₀	0.5	4 x10 ³	Zr ₅₄ Al ₁₅ Ni ₁₀ Cu ₁₉ Y ₂	5	40
Fe ₇₀ Mo ₂ Y ₆ B ₂₂	3.5	81.6	Zr ₄₈ Nb ₈ Cu ₁₂ Fe ₈ Be ₂₄	8	15.6

Fe ₆₈ Mo ₄ Y ₆ B ₂₂	6.5	23.7	Cu ₄₇ Ti ₃₃ Nb ₁₁ Ni ₈ Si ₁	0.5	4 x 10 ³
Er ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	5	40	Ti ₄₀ Ni ₈ Cu ₉ Be ₁₈ Zr ₂₅	8	15.6
Gd ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	2	2.5x10 ²	Ni ₅₉ Zr ₂₀ Ti ₁₆ Si ₂ Sn ₃	3	40
Dy ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	3	1.1x10 ²	Fe ₆₁ B ₁₅ Mo ₇ Zr ₈ Co ₇ Y ₂	5	40
Gd ₆₀ Al ₂₅ Ni ₁₅	4	62.5	La ₅₅ Al ₂₅ Cu ₁₀ Ni ₅ Co ₅		37.5
Ce ₇₀ Ga ₁₃ Cu ₁₇	3	1.1x10 ²	Ni ₄₂ Ti ₂₀ Zr ₂₅ Al ₈ Cu ₅	0.5	4 x 10 ³
Ce ₇₀ Ga ₁₂ Cu ₁₈	8	15.6	(Cu ₆₀ Zr ₃₀ Ti ₁₀) ₉₈ Y ₂	5	40
La ₆₆ Al ₁₄ Cu ₂₀	2	37.5	Co ₄₃ Fe ₂₀ Ta _{5.5} B _{31.5}	2	2.5x10 ²
Ce ₇₀ Ga ₁₁ Cu ₁₉	8	15.6	Ti ₅₅ Zr ₁₀ Cu ₉ Ni ₈ Be ₁₈	6	27.8
Cu ₆₀ Zr ₃₀ Ti ₁₀	2	2.5x10 ²	Ti ₅₀ Zr ₁₅ Cu ₉ Ni ₈ Be ₁₈	6	27.8
Ce ₇₀ Al ₁₀ Cu ₂₀	2	2.5x10 ²	Pt _{42.5} Cu ₂₇ Ni _{9.5} P ₂₁	20	2.5
Cu ₆₀ Hf ₂₅ Ti ₁₅	4	62.5	Pd _{42.5} Cu ₃₀ Ni _{7.5} P ₂₀	122	0.067
Ho ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	3	1.1x10 ²	Zr ₅₉ Cu ₁₈ Ni ₈ Al ₁₀ Ta ₅	3	1.1x10 ²
La ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	5	40	Ni ₆₅ Nb ₅ Cr ₅ Mo ₅ P ₁₄ B ₆	1	10 ³
La ₅₅ Al ₂₅ Cu ₂₀	3	72.3	Ti ₄₀ Zr ₂₅ Ni ₈ Cu ₉ Be ₁₈	8	15.6
Cu ₆₀ Hf ₂₀ Ti ₂₀	4	62.5	Zr ₅₇ Ti ₅ Al ₁₀ Cu ₂₀ Ni ₈	20	10
La ₆₂ Al ₁₄ Cu ₂₄	5	40	Mg ₆₅ Cu ₁₅ Ag ₅ Pd ₅ Gd ₁₀	10	0.7
La ₆₅ Al ₁₀ Co ₂₅	2	2.5x10 ²	Dy ₄₆ Al ₂₄ Co ₁₈ Fe ₂ Y ₁₀	5	40
Ce ₇₀ Ga ₁₀ Cu ₂₀	10	10	La ₅₅ Al ₂₅ Ni ₅ Cu ₁₀ Co ₅	9	12.3
Ca ₆₀ Al ₃₀ Zn ₁₀	1.5	4.4x10 ²	Fe ₆₈ Cr ₃ Mo ₁₀ P ₆ C ₁₀ B ₃		3.1
Ca ₆₀ Al ₃₀ Ag ₁₀	2	2.5x10 ²	Pd ₄₀ Cu _{32.5} Ni _{7.5} P ₂₀		0.133
Ni ₆₀ Nb ₂₅ Ti ₁₅	1.5	4.4x10 ²	Zr ₅₇ Al ₁₀ Cu ₂₀ Ni ₈ Ti ₅	10	10
Ni ₆₀ Nb ₂₀ Zr ₂₀	0.5	4x10 ³	Cu ₄₇ Ti ₃₃ Zr ₁₁ Ni ₈ Si ₁	4	62.5
Ni _{59.5} Nb _{40.5}		2.5x10 ²	Fe ₅₈ Cr ₅ Mo ₁₄ Er ₂ C ₁₅ B ₆	6	27.8
Nd ₆₀ Fe ₃₀ Al ₁₀	15	12	Pd _{37.5} Cu _{32.5} Ni ₁₀ P ₂₀		0.013

Nd ₆₀ Al ₃₀ Fe ₁₀	15	12	Fe ₆₀ Cr ₁₀ Mo ₉ C ₁₃ B ₆ Er ₂		16
Ca ₆₀ Al ₃₀ Mg ₁₀	2	2.5x10 ²	Pd _{37.5} Cu ₃₀ Ni _{12.5} P ₂₀		0.133
Ni ₆₀ Nb ₂₅ Zr ₁₅	1.5	4.4x10 ²	Pd _{42.5} Cu _{27.5} Ni ₁₀ P ₂₀		0.083
Nd ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	2	2.5x10 ²	(Fe ₇₂ Nb ₄ B ₂₀ Si ₄) ₉₉ Y ₁	2	2.5x10 ²
Mg ₈₀ Ni ₁₀ Nd ₁₀	0.6	1.3x10 ²	Gd _{52.5} Al ₂₈ Co _{18.5} Zr ₁	8	15.6
Mg ₇₅ Ni ₁₅ Nd ₁₀	2.8	46.1	Cu ₄₅ Ni ₅ Ag ₁₀ Zr ₃₀ Ti ₁₀	5	40
Mg ₇₀ Ni ₁₅ Nd ₁₅	1.5	1.8x10 ²	(Cu ₆₀ Zr ₃₀ Ti ₁₀) ₉₉ Sn ₁	5	40
Mg ₆₅ Ni ₂₀ Nd ₁₅	3.5	30	(Fe ₇₂ Nb ₄ B ₂₀ Si ₄) ₉₆ Y ₄	3	1.1x10 ²
Ni ₆₀ Nb ₃₀ Ta ₁₀	2	2.5x10 ²	Pd ₃₀ Pt _{17.5} Cu _{32.5} P ₂₀		0.067
Pr ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	5	40	La ₃₂ Ce ₃₂ Al ₁₆ Ni ₅ Cu ₁₅	10	10
Zr ₅₅ Co ₂₅ Al ₂₀	10	10	(Fe ₇₂ Nb ₄ B ₂₀ Si ₄) ₉₇ Y ₃	4	62.5
Zr ₅₅ Al ₂₀ Co ₂₅	2.5	1.6x10 ²	(Fe ₇₂ Nb ₄ B ₂₀ Si ₄) ₉₈ Y ₂	2	2.5x10 ²
Zr ₅₅ Al ₁₉ Co ₂₆		17.5	Ti ₄₀ Zr ₁₀ Cu ₃₂ Pd ₁₄ Sn ₄	10	10
Zr ₅₀ Cu ₄₀ Al ₁₀	22	2.1	Ti ₄₀ Zr ₁₀ Cu ₃₄ Pd ₁₄ Sn ₂	10	10
Ni _{62.4} Nb _{37.6}		1.4x10 ³	Ti ₄₀ Zr ₂₅ Ni ₃ Cu ₁₂ Be ₂₀		3.2
Yb ₇₀ Zn ₂₀ Mg ₁₀	1	10 ³	Ce ₆₅ Al ₁₀ Ni ₁₀ Cu ₁₀ Nb ₅	5	40
Ti ₄₅ Zr ₂₀ Be ₃₅		25	Mg ₅₇ Cu _{31.5} Y _{9.2} Nd _{2.3}	10	10
Tb ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	3	1.1x10 ²	Ni _{59.35} Nb _{34.45} Sn _{6.2}	3	1.1x10 ²
Sm ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	1	10 ³	Zr ₄₈ Nb ₈ Cu ₁₄ Ni ₁₂ Be ₁₈	8	15.6
Pr ₆₀ Fe ₃₀ Al ₁₀	3	1.1x10 ²	Mg _{59.4} Cu ₂₃ Ag _{6.6} Gd ₁₁	34	0.9
Tm ₅₅ Al ₂₅ Co ₂₀	3	1.1x10 ²	Nd ₆₀ Al ₁₅ Ni ₁₀ Cu ₁₀ Fe ₅	5	40
Mg ₆₅ Cu ₂₅ Tb ₁₀	5	40	Zr ₆₅ Al _{7.5} Cu _{17.5} Ni ₁₀	16	1.5
Au ₅₅ Cu ₂₅ Si ₂₀	0.5	4 x10 ³	Zr ₆₅ Al _{7.5} Ni ₁₀ Cu _{17.5}		1.5
Ca ₅₀ Mg ₂₀ Cu ₃₀	8	15.6	Ni ₆₀ Nb ₂₀ Ti _{12.5} Hf _{7.5}	1.5	4.4x10 ²
Mg ₆₁ Cu ₂₉ Gd ₁₀	4	62.5	Cu _{46.4} Ag _{11.6} Zr ₃₅ Ti ₇	6	27.8
Ca ₅₀ Mg ₂₅ Cu ₂₅	9	12.3	Ni ₆₉ Cr _{8.5} Nb ₃ P _{14.5} B ₅	5	40

Mg ₆₁ Cu ₂₈ Gd ₁₁	12	6.9	Ni ₆₉ Cr _{8.5} Nb ₃ P _{13.5} B ₆	4	62.5
Mg ₆₅ Cu ₂₅ Sm ₁₀	5	40	Ni ₆₉ Cr _{8.5} Nb ₃ P _{16.5} B ₃	10	10
Ca ₅₀ Mg ₃₀ Cu ₂₀	2	2.5x10 ²	Ni ₆₉ Cr _{8.5} Nb ₃ P _{15.5} B ₄	7	20.4
Ca ₅₃ Mg ₂₃ Cu ₂₄	7	20.4	Ni ₆₉ Cr _{8.5} Nb ₃ P ₁₈ B _{1.5}	3	1.1x10 ²
Ca ₅₅ Mg ₁₀ Cu ₃₅	0.5	4 x10 ³	Fe ₄₈ Cr ₁₅ Mo ₁₄ C ₁₅ B ₆ Y ₂	6	27.8
Ca ₅₅ Mg ₁₅ Zn ₃₀	0.5	4 x10 ³	Y ₃₆ Sc ₂₀ Al ₂₄ Co ₁₀ Ni ₁₀	20	2.5
Ca ₅₅ Mg ₁₈ Zn ₂₇	0.5	4 x10 ³	Yb _{62.5} Zn ₁₅ Mg _{17.5} Cu ₅	4	62.5
Ca ₅₅ Mg ₂₀ Cu ₂₅	2	2.5 x10 ²	Cu ₄₇ Ti ₃₃ Zr ₇ Nb ₄ Ni ₈ Si ₁	5	40
Ca ₅₅ Mg ₂₀ Zn ₂₅	2	2.5 x10 ²	Cu ₄₇ Ti ₃₃ Zr ₅ Nb ₆ Ni ₈ Si ₁	2	2.5 x10 ²
Ca ₅₅ Mg ₂₅ Cu ₂₀	8	15.6	Cu ₄₇ Ti ₃₃ Zr ₇ Ni ₈ Si ₁ Nb ₄	5	40
Ca ₅₅ Mg ₂₅ Zn ₂₀	1	10 ³	Cu ₄₇ Ti ₃₃ Zr ₉ Nb ₂ Ni ₈ Si ₁	5	40
Ca ₅₈ Mg ₁₈ Cu ₂₄	6	27.8	Cu ₄₇ Ti ₃₃ Zr ₃ Nb ₈ Ni ₈ Si ₁	1	10 ³
Mg ₆₃ Cu ₂₇ Gd ₁₀	4	62.5	Fe ₄₈ Cr ₁₅ Mo ₁₄ Er ₂ C ₁₅ B ₆	8	27.8
Mg ₆₅ Cu ₂₅ Dy ₁₀	3	1.1 x10 ²	Ti ₅₀ Ni ₂₄ Cu ₂₀ B ₁ Si ₂ Sn ₃	1	10 ³
Ca ₄₀ Mg ₂₅ Cu ₃₅	4	62.5	Zr ₅₁ Cu _{20.7} Ni ₁₂ Al _{16.3}	3	1.1x10 ²
Ca ₄₀ Mg ₃₀ Cu ₃₀	0.5	4 x10 ³	Zr ₄₄ Ti ₁₁ Cu ₁₀ Ni ₁₀ Be ₂₅		12.5
Ca ₄₅ Mg ₁₉ Cu ₃₆	0.5	4 x10 ³	Zr ₄₄ Be ₂₅ Cu ₁₀ Ni ₁₀ Ti ₁₁		12.5
Ca ₄₅ Mg ₂₅ Cu ₃₀	6	27.8	(Cu ₆₀ Zr ₃₀ Ti ₁₀) ₉₀ Be ₁₀	5	40
Mg ₆₅ Cu ₂₅ Gd ₁₀	7	20.4	Co ₄₈ Cr ₁₅ Mo ₁₄ C ₁₅ B ₆	10	10

			Er ₂		
Ca ₄₅ Mg ₃₀ Cu ₂₅	1	10 ³	La _{32.5} Ce _{32.5} Al ₁₀ Cu ₂₅	8	15.6
Mg ₆₅ Cu ₂₅ Nd ₁₀	1	10 ³	Ce ₆₅ Al _{12.5} Ni _{12.5} Cu ₁₀	3	1.1 x10 ²
Mg ₆₅ Cu ₂₅ Er ₁₀	3	1.1 x10 ²	(Fe _{71.2} B ₂₄ Y _{4.8}) ₉₇ Nb ₃	2	2.5 x10 ²
Mg ₆₅ Cu ₂₅ Pr ₁₀	1	10 ³	(Fe _{71.2} B ₂₄ Y _{4.8}) ₉₅ Nb ⁵	4	62.5
Mg ₆₅ Cu ₂₅ Ho ₁₀	1	10 ³	(Fe _{71.2} B ₂₄ Y _{4.8}) ₉₆ Nb ₄	6	27.8
Mg ₆₅ Cu ₂₅ Gd ₅ Y ₅	5	40	(Fe _{71.2} B ₂₄ Y _{4.8}) ₉₄ Nb ₆	3	1.1 x10 ²
Cu ₄₆ Zr ₄₅ Al ₇ Y ₂	8	15.6	Ni ₅₉ Zr ₁₆ Ti ₁₃ Si ₃ Sn ₂ Nb ₇	5	40
Fe ₄₀ Ni ₄₀ P ₁₄ B ₆	2	8 x10 ³	Fe ₆₁ Co ₅ Zr ₈ Y ₂ Cr ₂ Mo ₇ B ₁₅		37
Fe ₇₂ Nb ₄ B ₂₀ Si ₄	2	2.5 x10 ²	Cu ₄₇ Ti ₃₃ Zr ₁₁ Si ₁ Ni ₆ Sn ₂	6	27.8
Pd ₇₉ Cu ₆ Si ₁₀ P ₅	5	40	Fe ₆₁ B ₁₅ Mo ₇ Zr ₈ Co ₆ Y ₂ Al ₁	5	40
Ni ₆₀ Nb ₃₆ Sn ₃ B ₁	3	1.1 x10 ²	Ti ₄₅ Ni ₁₅ Cu ₂₅ Sn ₃ Be ₇ Zr ₅	5	40
Ni ₆₀ Pd ₂₀ P ₁₇ B ₃	15	4.4	Fe ₆₁ B ₁₅ Mo ₇ Zr ₈ Co ₅ Y ₂ Cr ₂	5	40
Cu ₄₆ Zr ₄₂ Al ₇ Y ₅	10	10	Mg _{59.5} Cu _{22.9} Ag _{6.6} Gd ₁₁	27	1.4
Ni ₆₅ Pd ₁₅ P ₁₇ B ₃	10	10	La ₆₄ Al ₁₄ Cu ₁₀ Ag ₂ Ni ₅ Co ₅	26	1.5
Ni ₅₇ Fe ₃ Nb ₃₅ Sn ₅		10 ³	Cu ₄₇ Ti ₃₃ Zr ₁₁ Ni ₆ Sn ₂ Si ₁	6	27.8
Zr ₆₆ Al ₈ Cu ₇ Ni ₁₉		22.7	Zr ₃₅ Ti ₃₀ Cu _{8.25} Be _{26.75}		4.5
Ni ₆₁ Zr ₂₈ Nb ₇ Al ₄	1	10 ³	La ₃₂ Ce ₃₂ Al ₁₆ Ni ₅ Cu ₇ Co ₈	10	10
Cu ₅₄ Ag ₆ Zr ₃₃ Ti ₇	6	27.8	Ni ₅₃ Nb ₂₀ Ti ₁₀ Zr ₈ Co ₆	3	1.1 x10 ²

			Cu ₃		
Zr ₄₈ Cu ₄₃ Al ₇ Ag ₂	12	6.9	Au ₅₂ Pd _{2.3} Cu _{29.2} Si _{16.5}	2	2.5 x 10 ²
Zr ₄₈ Cu ₄₂ Al ₇ Ag ₃	10	10	La ₃₂ Ce ₃₂ Al ₁₆ Ni ₅ Cu ₁₂ Co ₃	10	10
Zr ₄₈ Cu ₄₀ Al ₇ Ag ₅	10	10	Fe ₄₅ Co ₃ Cr ₁₅ Mo ₁₄ C ₁₅ B ₆ Y ₂	8	15.6
Zr ₄₈ Cu ₃₇ Al ₇ Ag ₈	10	10	Fe ₄₃ Co ₅ Cr ₁₅ Mo ₁₄ C ₁₅ B ₆ Y ₂	9	12.3
Pd ₄₅ Cu ₃₀ Ni ₅ P ₂₀		0.083	Fe ₄₁ Co ₇ Cr ₁₅ Mo ₁₄ C ₁₅ B ₆ Y ₂	16	3.9
Er ₅₀ Al ₂₄ Co ₂₀ Y ₆	8	15.6	Pt _{57.5} Cu _{14.7} Ni _{5.3} P _{22.5}	16	5.7
Pt ₆₀ Cu ₁₆ Co ₂ P ₂₂	16	3.9	Fe ₃₉ Co ₉ Cr ₁₅ Mo ₁₄ C ₁₅ B ₆ Y ₂	10	10
Zr ₆₆ Al ₉ Cu ₁₆ Ni ₉		4.1	Zr ₃₃ Ti ₃₀ Cu _{7.5} Be _{27.5} Al ₂		3
Cu ₄₆ Zr ₃₇ Al ₇ Y ₁₀	4	62.5	Zr _{65.5} Al _{5.6} Ni _{6.5} Cu _{22.4}	3	1.1 x 10 ²
Cu ₄₇ Zr ₄₃ Al ₇ Be ₃	6	27.8	La _{62.5} Al _{12.5} Cu ₁₅ Ni ₅ Ag ₅	8	15.6
Cu ₄₇ Zr ₄₃ Al ₇ Ag ₃	5	40	La ₆₂ Al ₁₄ (Cu _{0.5} Ni _{0.5}) ₂₄	12	6.9
Cu ₄₃ Zr ₄₃ Al ₇ Ag ₇	8	15.6	La ₃₂ Ce ₃₂ Al ₁₆ Ni ₅ Cu ₅ Co ₁₀	10	10
Cu ₄₃ Zr ₄₃ Al ₇ Be ₇	12	30	La ₃₂ Ce ₃₂ Al ₁₆ Ni ₅ Cu ₁₀ Co ₅	12	6.9
Cu ₄₂ Zr ₄₂ Al ₈ Ag ₈	14	5.1	Fe ₅₆ Mn ₅ Cr ₇ Mo ₁₂ Er ₂ C ₁₂ B ₆	8	15.6
Cu ₃₆ Zr ₄₈ Al ₈ Ag ₈	25	6.4	Ca ₆₅ Li _{9.96} Mg _{8.54} Zn _{16.5}		40
Ho ₃₅ Y ₂₁ Al ₂₄ Co ₂₀	5	40	Fe _{74.5} Mo _{5.5} P _{12.5} C ₅	3	1.1 x 10 ²

			B _{2.5}		
Ho ₃₉ Al ₂₅ Co ₂₀ Y ₁₆	5	40	Ti _{47.5} Zr _{2.5} Cu _{42.5} Ni _{7.5}	1.5	4.4 x 10 ²
Pd _{79.5} Cu ₄ Si _{16.5}	0.75	1.8 x 10 ³	Zr ₅₇ Cu _{15.4} Ni _{12.6} Al ₁₀ Nb ₅		10
Pd ₇₇ Cu _{6.5} Si _{16.5}		3.2 x 10 ²	Zr ₅₇ Nb ₅ Cu _{15.4} Ni _{12.6} Al ₁₀	20	10
Pd _{79.5} Au ₄ Si _{16.5}	2	2.5 x 10 ²	Mg ₆₅ Cu _{7.5} Ni _{7.5} Ag ₅ Zn ₅ Y ₁₀	9	12.3
Ni ₅₉ Zr ₂₀ Ti ₁₆ Si ₅	2	2 x 10 ²	Mg ₆₅ Cu _{7.5} Ni _{7.5} Zn ₅ Ag ₅ Y ₁₀	9	50
Au ₄₆ Ag ₅ Cu ₂₉ Si ₂₀	1	10 ³	Fe ₅₁ Mn ₁₀ Cr ₄ Mo ₁₂ Er ₂ C ₁₅ B ₆		81.6
Pd _{81.5} Cu ₂ Si _{16.5}	2	2.5 x 10 ²	Ce ₅₇ Al ₁₀ Ni _{12.5} Cu _{15.5} Nb ₅	2	2.5 x 10 ²
Gd ₃₆ Al ₂₄ Co ₂₀ Y ₂₀	3	1.1 x 10 ²	(Fe _{0.75} B _{0.2} Si _{0.05}) ₉₆ Nb ₄	1.5	4.4 x 10 ²
Pr ₆₀ Cu ₁₇ Ni ₈ Al ₁₅	3	1.1 x 10 ²	(Cu _{0.6} Hf _{0.25} Ti _{0.15}) ₉₆ Nb ₄	4	62.5
Fe ₇₆ Si _{9.6} B _{8.4} P ₆	2.5	1.6 x 10 ²	(Cu _{0.6} Hf _{0.25} Ti _{0.15}) ₉₄ Nb ₆	4	62.5
Cu ₅₀ Hf _{42.5} Al _{7.5}	3	1.1 x 10 ²	(Cu _{0.6} Hf _{0.25} Ti _{0.15}) ₉₂ Nb ₈	2.5	1.6 x 10 ²
Mg _{58.5} Cu _{30.5} Y ₁₁	9	12.3	(Cu _{0.6} Hf _{0.25} Ti _{0.15}) ₉₈ Nb ₂	4	62.5
Ni ₆₀ Nb ₂₀ Ti ₁₅ Zr ₅	2	2.5 x 10 ²	Zr ₄₁ Ti ₁₄ Cu _{12.5} Ni ₁₀ Be _{22.5}		1.4
Ni ₅₉ Zr ₂₀ Ti ₁₆ Sn ₅	1	10 ³	Fe ₆₈ Mo ₅ Ni ₅ Cr ₂ P _{12.5} C ₅ B _{2.5}	6	27.8
Lu ₃₉ Y ₁₆ Al ₂₅ Co ₂₀	5	40	Mg ₆₅ Cu _{7.5} Ni _{7.5} Ag ₅	11	8.3

			Zn ₅ Gd ₁₀		
La ₆₂ Al ₁₄ Cu ₂₂ Ag ₂	5	40	La ₆₅ Al ₁₄ Cu _{9.2} Ag _{1.8} Ni ₅ Co ₅	30	1.1
La ₆₂ Al ₁₄ Cu ₂₀ Ag ₄	8	15.6	La _{32.5} Ce _{32.5} Al ₁₀ Co ₁₅ Cu ₁₀	32	1.0
La ₆₂ Al ₁₄ Cu ₁₉ Ag ₅	5	40	Zr ₂₆ Ti ₁₀ Cu ₈ Ni ₈ Be ₂₀ Y ₄ Mg ₂₄	5	40
La ₆₂ Al ₁₄ Cu ₁₈ Ag ₆	5	40	La _{62.5} Al _{12.5} Cu ₁₀ Ni ₅ Co ₅ Ag ₅	12	6.9
La ₆₂ Al ₁₄ Cu ₁₇ Ag ₇	5	40	Zr ₄₆ Cu _{30.14} Al ₈ Ag _{8.36} Be _{7.5}	73	0.2
La ₆₂ Al ₁₄ Cu ₁₆ Ag ₈	5	40	Ni ₄₂ Ti ₂₀ Zr _{21.5} Al ₈ Cu ₅ Si _{3.5}	2.5	1.6 x 10 ²
Pd ₄₀ Cu ₃₀ Ni ₁₀ P ₂₀	72	0.1	Zr ₃₆ Nb ₁₂ Cu ₁₀ Ni ₈ Be ₂₀ Y ₂ Mg ₁₂	5	40
Pd ₄₀ Ni ₁₀ Cu ₃₀ P ₂₀		0.1	Zr _{52.5} Cu _{17.9} Ni _{14.6} Al ₁₀ Ti ₅	18	25
Pd ₄₃ Cu ₂₇ Ni ₁₀ P ₂₀		0.09	Mg ₆₅ Cu _{7.5} Ni _{7.5} Ag ₅ Zn ₅ Gd ₅ Y ₅	14	5.1
Pd ₄₄ Ni ₁₀ Cu ₂₆ P ₂₀		0.01	Ti _{42.5} Zr _{2.5} Hf ₅ Cu _{42.5} Ni _{7.5}	2.5	1.6 x 10 ²
Pd ₄₅ Cu ₂₅ Ni ₁₀ P ₂₀		0.1	Zr ₄₁ Ti ₁₄ Cu _{12.5} Ni ₈ Be _{22.5} C ₂	5	40
Ce ₆₈ Al ₁₀ Cu ₂₀ Co ₂	10	10	Zr ₄₁ Ti ₁₄ Cu _{12.5} Ni ₂ Be _{22.5} C ₈	3	1.1 x 10 ²
La ₅₅ Al ₂₅ Ni ₅ Cu ₁₅		43	Mg ₆₅ Cu _{7.5} Ni _{7.5} Zn ₅ Ag ₅ Y ₅ Gd ₅	14	20
Ce ₆₈ Al ₁₀ Cu ₂₀ Fe ₂	5	40	Ni ₄₂ Ti ₁₉ Zr _{22.5} Al ₈ Cu ₅ Si _{3.5}	3	1.1 x 10 ²

La ₅₅ Al ₂₅ Ni ₁₅ Cu ₅		34.5	Ni ₄₂ Ti ₂₀ Zr _{22.5} Al ₈ Cu ₅ Si _{2.5}	2	2.5 x 10 ²
Ce ₆₈ Al ₁₀ Cu ₂₀ Nb ₂	8	15.6	Ni ₄₂ Ti ₂₀ Zr _{20.5} Al ₈ Cu ₅ Si _{4.5}	2	2.5 x 10 ²
Pd _{77.5} Cu ₆ Si _{16.5}	1.5	4.4 x 10 ²	La ₆₅ Al ₁₄ Cu _{9.17} Ag _{1.83} Ni ₅ Co ₅	30	1.1
Pr ₆₅ Cu ₁₇ Ni ₈ Al ₁₀	1	10 ³	Au ₄₉ Ag _{5.5} Pd _{2.3} Cu _{26.9} Si _{16.3}	5	40
Mg _{61.5} Cu _{29.5} Gd ₉	4	62.5	Ti ₅₃ Cu ₁₅ Ni _{18.5} Al ₇ Si ₃ Hf ₃ B _{0.5}	2	2.5 x 10 ²
Yb ₆₄ Zn ₂₀ Mg ₁₅ Cu ₁	2	2.5 x 10 ²	Ti ₅₃ Cu ₁₅ Ni _{18.5} Al ₇ Si ₃ Sc ₃ B _{0.5}	2	2.5 x 10 ²
Mg ₆₅ Cu ₁₅ Ag ₁₀ Y ₁₀	6	27.8	Ti _{41.5} Zr _{2.5} Hf ₅ Cu _{42.5} Ni _{7.5} Si ₁	2	2.5 x 10 ²
Zr ₁₁ Ti ₃₄ Cu ₄₇ Ni ₈	4	62.5	Zr _{46.75} Ti _{8.25} Cu _{7.5} Ni ₁₀ Be _{27.5}	12	28
Er ₄₆ Y ₁₀ Al ₂₄ Co ₂₀	5	40	Zr ₃₆ Nb ₁₂ Cu ₁₀ Ni ₆ Fe ₂ Be ₂₀ Y ₂ Mg ₁₂	5	40
Er ₃₆ Y ₂₀ Al ₂₄ Co ₂₀	10	10	Zr _{41.2} Ti _{13.8} Cu _{12.5} Ni ₁₀ Be _{22.5}		1.4
Zr ₅₅ Al ₁₉ Co ₁₉ Cu ₇		16	Zr _{41.2} Be _{22.5} Cu _{12.5} Ni ₁₀ Ti _{13.8}	25	1.4
Zr ₅₅ Cu ₃₀ Al ₁₀ Ni ₅	30	1.1	Zr _{58.5} Nb _{2.8} Cu _{15.6} Ni _{12.8} Al _{10.3}	32	1.75
Zr ₅₅ Cu ₃₀ Ni ₅ Al ₁₀		30	Zr _{58.5} Cu _{15.6} Ni _{12.8} Al _{10.3} Nb _{2.8}	15	1.75
Mg ₆₅ Cu ₂₀ Ag ₅ Gd ₁₀	11	8.3	Zr _{38.5} Ti _{16.5} Ni _{9.75} Cu _{15.25} Be ₂₀		1.4
Mg ₆₅ Cu ₂₀ Ni ₅ Gd ₁₀	5	40	Mg ₆₅ Cu _{7.5} Ni _{7.5} Ag ₅	13	5.9

			Zn ₅ Gd _{7.5} Y _{2.5}		
Ca ₄₇ Mg ₁₉ Zn ₇ Cu ₂₇	6	27.8	Mg ₆₅ Cu _{7.5} Ni _{7.5} Ag ₅ Zn ₅ Gd _{2.5} Y _{7.5}	9.5	11
Au ₇₇ Si _{9.4} Ge _{13.6}	0.06	2.8 x 10 ⁵	Zr ₄₀ Ti ₁₅ Cu ₁₁ Ni ₁₁ Be _{21.5} Y ₁ Mg _{0.5}	5	40
Cu _{57.5} Zr ₄₀ Ga _{2.5}	1.5	4.4 x 10 ²	Zr _{45.4} Ti _{9.6} Cu _{10.15} Ni _{8.6} Be _{26.25}		17.5
Cu _{57.5} Zr _{37.5} Ga ₅	1	10 ³	Zr _{45.38} Ti _{9.62} Cu _{8.75} Ni ₁₀ Be _{26.25}		17.5
Cu ₅₅ Zr _{42.5} Ga _{2.5}	1	10 ³	Ti _{41.5} Zr _{2.5} Hf ₅ Cu _{37.5} Ni _{7.5} Si ₁ Sn ₅	6	27.8
Zr ₆₆ Al ₈ Cu ₁₂ Ni ₁₄		9.8	Zr _{42.63} Ti _{12.37} Cu _{11.25} Ni ₁₀ Be _{23.75}		5
Cu ₅₅ Ni ₅ Zr ₃₀ Ti ₁₀	2	2.5 x 10 ²	[(Fe _{0.6} Co _{0.4}) _{0.75} B _{0.2} Si 0.05)] ₉₆ Nb ₄	4	62.5
Cu ₅₅ Ag ₅ Zr ₃₀ Ti ₁₀	3	1.1 x 10 ²	Zr _{39.88} Ti _{15.12} Ni _{9.98} Cu 13.77Be _{21.25}		1.4
Cu ₅₄ Zr ₂₇ Ti ₉ Be ₁₀	5	40	[(Fe _{0.9} Co _{0.1}) _{0.75} B _{0.2} Si _{0.05})] ₉₆ Nb ₄	2	2.5x10 ²
Cu ₄₇ Ti ₃₄ Zr ₁₁ Ni ₈	4	2.5 x 10 ²	La ₆₂ Al ₁₄ (Cu _{5/6} Ag _{1/6}) ₁₆ (Ni _{1/2} Co _{1/2}) ₈	16	3.9
Cu _{52.5} Zr _{42.5} Ga ₅	2	2.5 x 10 ²	[(Fe _{0.7} Co _{0.3}) _{0.75} B _{0.2} Si _{0.05})] ₉₆ Nb ₄	3.5	81.6
Cu _{52.5} Zr ₄₀ Ga _{7.5}	1.5	4.4 x 10 ²	[(Fe _{0.8} Co _{0.2}) _{0.75} B _{0.2} Si _{0.05})] ₉₆ Nb ₄	2.5	160
Cu _{52.5} Hf ₄₀ Al _{7.5}	3	1.1 x 10 ²	La ₆₂ Al ₁₄ (Cu _{5/6} Ag _{1/6}) ₂₀ (Ni _{1/2} Co _{1/2}) ₄	16	3.9

$\text{Cu}_{47}\text{Zr}_{11}\text{Ni}_8\text{Ti}_{34}$	3	1.1×10^2	$\text{La}_{62}\text{Al}_{14}$ $(\text{Cu}_{5/6}\text{Ag}_{1/6})_{14}$ $(\text{Ni}_{1/2}\text{Co}_{1/2})_{10}$	20	2.5
$\text{Fe}_{68.3}\text{C}_{6.9}\text{Si}_{2.5}\text{B}_{6.7}\text{P}_{8.8}$ $\text{Cr}_{2.2}\text{Mo}_{2.5}\text{Al}_{2.1}$	4	62.5	$\text{La}_{62}\text{Al}_{14}$ $(\text{Cu}_{5/6}\text{Ag}_{1/6})_{12}$ $(\text{Ni}_{1/2}\text{Co}_{1/2})_{12}$	16	3.9

References

- [1] Z.-Z. Yuan, S.-L. Bao, Y. Lu, D.-P. Zhang, and L. Yao, A new criterion for evaluating the glass-forming ability of bulk glass forming alloys, *J. Alloy Compd.* **459**, 251 (2008).
- [2] Q. Chen, J. Shen, D. Zhang, H. Fan, J. Sun, and D. G. McCartney, A new criterion for evaluating the glass-forming ability of bulk metallic glasses, *Mater. Sci. Eng.: A* **433**, 155 (2006).
- [3] Z. P. Lu and C. T. Liu, A new glass-forming ability criterion for bulk metallic glasses, *Acta Mater.* **50**, 3501 (2002).
- [4] E. S. Park, C. W. Ryu, W. T. Kim, and D. H. Kim, A novel parameter to describe the glass-forming ability of alloys, *J. Appl. Phys.* **118**, 064902 (2015).
- [5] C. W. Ryu, D. H. Kang, S. Jeon, G. W. Lee, and E. S. Park, Accurate quantification of glass-forming ability by measuring effective volume relaxation of supercooled melt, *APL Mater.* **5**, 106103 (2017).
- [6] E. S. Park, J. H. Na, and D. H. Kim, Correlation between fragility and glass-forming ability/plasticity in metallic glass-forming alloys, *Appl. Phys. Lett.* **91** (2007).
- [7] E. S. Park and D. H. Kim, Effect of atomic configuration and liquid stability on the glass-forming ability of Ca-based metallic glasses, *Appl. Phys. Lett.* **86**, 201912 (2005).
- [8] X. Wang, M. Zeng, N. Nollmann, G. Wilde, Z. Tian, and C. Tang, Effect of copper addition on the glass forming ability in Pd-Si binary amorphous alloying system, *AIP*

Adv. **7**, 095108 (2017).

[9] Y. C. Kim, J. C. Lee, P. R. Cha, J. P. Ahn, and E. Fleury, Enhanced glass forming ability and mechanical properties of new Cu-based bulk metallic glasses, *Mater. Sci. Eng.: A* **437**, 248 (2006).

[10] E. S. Park, D. H. Kim, T. Ohkubo, and K. Hono, Enhancement of glass forming ability and plasticity by addition of Nb in Cu–Ti–Zr–Ni–Si bulk metallic glasses, *J. Non-Cryst. Solids* **351**, 1232 (2005).

[11] Q. Zheng, J. Xu, and E. Ma, High glass-forming ability correlated with fragility of Mg–Cu(Ag)–Gd alloys, *J. Appl. Phys.* **102**, 113519 (2007).

[12] S. Guo, Z. P. Lu, and C. T. Liu, Identify the best glass forming ability criterion, *Intermetallics* **18**, 883 (2010).

[13] Q. Zheng, H. Ma, E. Ma, and J. Xu, Mg–Cu–(Y,Nd) pseudo-ternary bulk metallic glasses: The effects of Nd on glass-forming ability and plasticity, *Scripta Mater.* **55**, 541 (2006).

[14] E. S. Park, D. H. Kim, and W. T. Kim, Parameter for glass forming ability of ternary alloy systems, *Appl. Phys. Lett.* **86**, 061907 (2005).

[15] O. N. Senkov, Correlation between fragility and glass-forming ability of metallic alloys, *Phys. Rev. B* **76**, 104202 (2007).

[16] D. Xu, G. Duan, and W. L. Johnson, Unusual glass-forming ability of bulk amorphous alloys based on ordinary metal copper, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 245504 (2004).

[17] Z. P. Lu, H. Bei, and C. T. Liu, Recent progress in quantifying glass-forming ability of bulk metallic glasses, *Intermetallics* **15**, 618 (2007).

[18] Z. P. Lu, Y. Li, and S. C. Ng, Reduced glass transition temperature and glass forming ability of bulk glass forming alloys, *J. Non-Cryst. Solids* **270**, 103 (2000).

[19] W. H. Wang, The elastic properties, elastic models and elastic perspectives of metallic glasses, *Prog. Mater. Sci.* **57**, 487 (2012).

[20] Y. Zhao, P. F. Liu, L. Wu, B. Zhang, and K. Sato, The role of open spaces to glass-forming ability in bulk metallic glasses, *Intermetallics* **100**, 112 (2018).

[21] X. H. Lin and W. L. Johnson, Formation of Ti–Zr–Cu–Ni bulk metallic glasses, *J.*

Appl. Phys. **78**, 6514 (1995).