

ビいせい凝
 口て、な、
 ト通りいし
 ソなくてト
 クにつつ一
 チ因をかレ
 、原造わユ
 えの構がミ
 与質集とシ
 を性凝こで
 響のない機
 影一うし算
 なジよ詳計
 き口のをは
 大オどて動
 にレがい運
 度のドつた
 粘形イに系
 の線口かド
 ド非コるイ
 いるでえ口
 ロれ中とコ
 コぼのを集
 は呼場響凝
 集と動影の
 凝等流な中
 の一り様場
 系シずの動
 ドキ、ど流
 イベしにり
 ロオか性ず
 コレし粘は
 一、。が々
 一るれ我集

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 しととな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原造わ
 チ因をか
 クにつつ
 ソなくて
 ト通りい
 口て、な
 ビいせい

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原造わ
 チ因をか
 クにつつ
 ソなくて
 ト通りい
 口て、な
 ビいせい

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原造わ
 チ因をか
 クにつつ
 ソなくて
 ト通りい
 口て、な
 ビいせい

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原造わ
 チ因をか
 クにつつ
 ソなくて
 ト通りい
 口て、な
 ビいせい

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原造わ
 チ因をか
 クにつつ
 ソなくて
 ト通りい
 口て、な
 ビいせい

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原造わ
 チ因をか
 クにつつ
 ソなくて
 ト通りい
 口て、な
 ビいせい

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原造わ
 チ因をか
 クにつつ
 ソなくて
 ト通りい
 口て、な
 ビいせい

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原造わ
 チ因をか
 クにつつ
 ソなくて
 ト通りい
 口て、な
 ビいせい

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原造わ
 チ因をか
 クにつつ
 ソなくて
 ト通りい
 口て、な
 ビいせい

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原造わ
 チ因をか
 クにつつ
 ソなくて
 ト通りい
 口て、な
 ビいせい

短っ界を近
 はな臨速め
 にとる速
 間体あ回す
 の一が転
 球後力、
 。以な速
 るれ必要
 考え必の
 考成に子
 を形の粒
 系がく動
 るド動。
 るボつて
 してとな
 の遊ると
 た遊ると
 浮す体
 調が突一
 が子衝が
 イを子衝
 コるイを
 非コるイ
 の線口か
 粘形イに
 度のドつ
 にレがい
 大オどて
 き口のをは
 なジよ詳
 影一うし
 響のない
 を性凝こ
 与質集と
 えの構が
 、原

ここで、 V_{i0} は粒子のある位置におけるマクロな流速であり、マクロな速度勾配テンソル κ と粒子の座標 R_i を用いて

と書ける. ζ は粒子の並進の摩擦係数で粒子の半径 a を用いて, $\zeta = 6 \pi \eta a$, で与えられる. 同様にトルクの釣合の式は

ここで、 $\zeta_r = 8 \pi \eta a^3$ は粒子の回転の摩擦係数、 $\underline{n}_{ij}$ は粒子 i , j の中心を結ぶ方向の単位ベクトル

f_{ij} を決めるため，粒子が接触点で滑らないとの条件をおく，

(1) - (5) 式が $\underline{V}_i$, f_{ij} を決める. これらの式をといた結果 f_{ij} が次の条件を満たせばボンド i, j がきれたものとして計算をしない.

系のマクロな粘度は次の式で計算される。

を度濃い元
速低る次
り果ゆる
ず結とタ
ののるク
定そなラ
一。にフ
にた度の
れべ濃体
こ調高集
を、凝
り化がる
と交るけ
を間あ置
態時でに
状の塊度
た度な濃
し粘ト間
散、ク中。
分とバ。た
に造ンたっ
様構コッあ
一集はかで
が凝体わ5
子の集が。
粒子凝と1
て粒のこぼ
しの態るほ
とき状あは
態と常でで
状た定造元
期えは構次
初加で目二

1) M. Doi and D. Chen, J. Chem. Phys. 90 5271 (1989),