```
tc_ioa_lemma  THM

⊢  ∀as:(Label×Term) List, A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label
|  , t:SimpleType, k:Label.
|  single_valued_decls(A.ds)
|  ⇒
|  tc_ioa(A;de)
|  ⇒
|  (∀i:ℕ.
|   i<||as||
|   ⇒
|   2of(as[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);1of(as[i])))
|  ⇒
|  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
|  ⇒
|  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(as;x;x))
| by D 0 THENA Auto THEN ListInd (-1)
|
|\
| 1. (Label×Term) List
| ⊢  ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
| |  single_valued_decls(A.ds)
| |  ⇒
| |  tc_ioa(A;de)
| |  ⇒
| |  (∀i:ℕ.
| |   i<||nil||
| |   ⇒
| |   2of(nil[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
| |  ⇒
| |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
| |  ⇒
| |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(nil;x;x))
| | by ...
| THEN Reduce 0
| |
| 1. (Label×Term) List
| ⊢  ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
|    single_valued_decls(A.ds)
|    ⇒
|    tc_ioa(A;de)
|    ⇒
|    (∀i:ℕ.
|     i<0
|     ⇒
|     2of(nil[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
|    ⇒
|    mk_dec(x, t) ∈ A.ds ⇒ t ∈ dec_lookup(A.ds;x)
|   by RWW "member_dec_lookup" 0 THEN Auto
|
.\
. 1. (Label×Term) List
. 2. u : Label×Term
. 3. v : (Label×Term) List
. 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
```

```
. |  single_valued_decls(A.ds)
. |  ⇒
. |  tc_ioa(A;de)
. |  ⇒
. |  (∀i:ℕ.
. |   i<||v||
. |   ⇒
. |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);1of(v[i])))
. |  ⇒
. |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. |  ⇒
. |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. ⊢  ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. |  single_valued_decls(A.ds)
. |  ⇒
. |  tc_ioa(A;de)
. |  ⇒
. |  (∀i:ℕ.
. |   i<||[u / v]||
. |   ⇒
. |   2of([u /
. |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. |  ⇒
. |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. |  ⇒
. |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist([u /
. |                                                        v];x;x))
. | by Auto
. |
. 1. (Label×Term) List
. 2. u : Label×Term
. 3. v : (Label×Term) List
. 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. |  single_valued_decls(A.ds)
. |  ⇒
. |  tc_ioa(A;de)
. |  ⇒
. |  (∀i:ℕ.
. |   i<||v||
. |   ⇒
. |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);1of(v[i])))
. |  ⇒
. |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. |  ⇒
. |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. 5. A : ioa{i:l}()
. 6. de : sig()
. 7. x : Label
. 8. t : SimpleType
. 9. k : Label
. 10. single_valued_decls(A.ds)
. 11. tc_ioa(A;de)
. 12. ∀i:ℕ.
. |   i<||[u / v]||
. |   ⇒
```

```
. |   2of([u /
. |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist([u /
. |                                                        v];x;x))
. | by Subst apply_alist([u / v];x;x) ∼ if 1of(u) =1 x→ 2of(u)
. |                                    else apply_alist(v;x;x) fi 0
. |
. |\
. | .....equality .....
. | 1. (Label×Term) List
. | 2. u : Label×Term
. | 3. v : (Label×Term) List
. | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. |    single_valued_decls(A.ds)
. |    ⇒
. |    tc_ioa(A;de)
. |    ⇒
. |    ...
. |    ⇒
. |    mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. |    ⇒
. |    t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. | 5. A : ioa{i:l}()
. | 6. de : sig()
. | 7. x : Label
. | 8. t : SimpleType
. | 9. k : Label
. | 10. single_valued_decls(A.ds)
. | 11. tc_ioa(A;de)
. | 12. ∀i:ℕ.
. |     i<||[u / v]||
. |     ⇒
. |     2of([u /
. |          v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. | 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. | ⊢  apply_alist([u / v];x;x) ∼ if 1of(u) =1 x→ 2of(u)
. |                              else apply_alist(v;x;x) fi
. |   by BackThruLemma ‘apply_alist_cons‘ THEN Auto
. |
. .\
. . 1. (Label×Term) List
. . 2. u : Label×Term
. . 3. v : (Label×Term) List
. . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . |  single_valued_decls(A.ds)
. . |  ⇒
. . |  tc_ioa(A;de)
. . |  ⇒
. . |  ...
. . |  ⇒
. . |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . |  ⇒
. . |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . 5. A : ioa{i:l}()
```

```
. . 6. de : sig()
. . 7. x : Label
. . 8. t : SimpleType
. . 9. k : Label
. . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . 11. tc_ioa(A;de)
. . 12. ∀i:ℕ.
. . |   i<||[u / v]||
. . |   ⇒
. . |   2of([u /
. . |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;if 1of(u) =₁ x→
. . |                                                 2of(u)
. . |                                            else ... fi)
. . | by SplitOnConclITE THENA Auto
. . |
. . |\
. . | .....truecase .....
. . | 1. (Label×Term) List
. . | 2. u : Label×Term
. . | 3. v : (Label×Term) List
. . | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | |  single_valued_decls(A.ds)
. . | |  ⇒
. . | |  tc_ioa(A;de)
. . | |  ⇒
. . | |  (∀i:ℕ.
. . | |   i<||v||
. . | |   ⇒
. . | |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | |  ⇒
. . | |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | |  ⇒
. . | |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . | 5. A : ioa{i:l}()
. . | 6. de : sig()
. . | 7. x : Label
. . | 8. t : SimpleType
. . | 9. k : Label
. . | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | 11. tc_ioa(A;de)
. . | 12. ∀i:ℕ.
. . | |   i<||[u / v]||
. . | |   ⇒
. . | |   2of([u /
. . | |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | 14. 1of(u) =₁ x
. . | ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;2of(u))  by ExRepD
. . | |
. . | 1. (Label×Term) List
. . | 2. u : Label×Term
. . | 3. v : (Label×Term) List
. . | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
```

```
. . | |  single_valued_decls(A.ds)
. . | |  ⇒
. . | |  tc_ioa(A;de)
. . | |  ⇒
. . | |  (∀i:ℕ.
. . | |   i<||v||
. . | |   ⇒
. . | |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | |  ⇒
. . | |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | |  ⇒
. . | |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . | 5. A : ioa{i:l}()
. . | 6. de : sig()
. . | 7. x : Label
. . | 8. t : SimpleType
. . | 9. k : Label
. . | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | 11. tc_ioa(A;de)
. . | 12. ∀i:ℕ.
. . | |   i<||[u / v]||
. . | |   ⇒
. . | |   2of([u /
. . | |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | 14. 1of(u) =₁ x
. . | ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;2of(u))
. . | | by InstHyp [0] (-3) THENA Auto'
. . | |
. . | 1. (Label×Term) List
. . | 2. u : Label×Term
. . | 3. v : (Label×Term) List
. . | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | |  single_valued_decls(A.ds)
. . | |  ⇒
. . | |  tc_ioa(A;de)
. . | |  ⇒
. . | |  (∀i:ℕ.
. . | |   i<||v||
. . | |   ⇒
. . | |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | |  ⇒
. . | |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | |  ⇒
. . | |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . | 5. A : ioa{i:l}()
. . | 6. de : sig()
. . | 7. x : Label
. . | 8. t : SimpleType
. . | 9. k : Label
. . | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | 11. tc_ioa(A;de)
. . | 12. ∀i:ℕ.
. . | |   i<||[u / v]||
. . | |   ⇒
```

```
. . | |   2of([u /
. . | |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | 14. 1of(u) =₁ x
. . | 15. 2of([u /
. . | |        v][0]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;2of(u))
. . | | by RWW "select_cons_hd" (-1) THENA Auto
. . | |
. . | 1. (Label×Term) List
. . | 2. u : Label×Term
. . | 3. v : (Label×Term) List
. . | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | |  single_valued_decls(A.ds)
. . | |  ⇒
. . | |  tc_ioa(A;de)
. . | |  ⇒
. . | |  (∀i:ℕ.
. . | |   i<||v||
. . | |   ⇒
. . | |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | |  ⇒
. . | |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | |  ⇒
. . | |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . | 5. A : ioa{i:l}()
. . | 6. de : sig()
. . | 7. x : Label
. . | 8. t : SimpleType
. . | 9. k : Label
. . | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | 11. tc_ioa(A;de)
. . | 12. ∀i:ℕ.
. . | |   i<||[u / v]||
. . | |   ⇒
. . | |   2of([u /
. . | |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | 14. 1of(u) =₁ x
. . | 15. 2of(u) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);1of(u))
. . | ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;2of(u))
. . | | by EqLblFwd THEN HypSubst (-1) (-2) THENA Auto
. . | |
. . | 1. (Label×Term) List
. . | 2. u : Label×Term
. . | 3. v : (Label×Term) List
. . | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | |  single_valued_decls(A.ds)
. . | |  ⇒
. . | |  tc_ioa(A;de)
. . | |  ⇒
. . | |  (∀i:ℕ.
. . | |   i<||v||
. . | |   ⇒
. . | |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
```

```
. . | |  ⇒
. . | |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | |  ⇒
. . | |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . | 5. A : ioa{i:l}()
. . | 6. de : sig()
. . | 7. x : Label
. . | 8. t : SimpleType
. . | 9. k : Label
. . | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | 11. tc_ioa(A;de)
. . | 12. ∀i:ℕ.
. . | |   i<||[u / v]||
. . | |   ⇒
. . | |   2of([u /
. . | |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | 14. 1of(u) =1 x
. . | 15. 2of(u) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);x)
. . | 16. 1of(u) = x
. . | ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;2of(u))
. . | | by Unfolds ``smts_eff action_effect`` (-2)
. . |
. . | |    THEN Unfold `smt_terms` (-2)
. . | THEN RW ColMemberC (-2)
. . |
. . | |    THEN ExRepD
. . | |
. . | 1. (Label×Term) List
. . | 2. u : Label×Term
. . | 3. v : (Label×Term) List
. . | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | |  single_valued_decls(A.ds)
. . | |  ⇒
. . | |  tc_ioa(A;de)
. . | |  ⇒
. . | |  (∀i:ℕ.
. . | |   i<||v||
. . | |   ⇒
. . | |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | |  ⇒
. . | |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | |  ⇒
. . | |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . | 5. A : ioa{i:l}()
. . | 6. de : sig()
. . | 7. x : Label
. . | 8. t : SimpleType
. . | 9. k : Label
. . | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | 11. tc_ioa(A;de)
. . | 12. ∀i:ℕ.
. . | |   i<||[u / v]||
. . | |   ⇒
. . | |   2of([u /
```

```
. . | |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | 14. 1of(u) =₁ x
. . | 15. s : smt()
. . | 16. (∃e:eff(). e ∈ A.eff & e.kind =₁ k & s = e.smt)
. . | |   ∨ (∃f:frame().
. . | |      f ∈ A.frame & ¬₂k ∈ f.acts
. . | |      & s = mk_smt(f.var, f.var, f.typ))
. . | 17. s.lbl =₁ x
. . | 18. 2of(u) = s.term
. . | 19. 1of(u) = x
. . | ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;2of(u))
. . | | by AllHyps (UnfoldTop `tc_ioa`) THEN D (-4) THEN ExRepD
. . | |
. . | |\
. . | | 1. (Label×Term) List
. . | | 2. u : Label×Term
. . | | 3. v : (Label×Term) List
. . | | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | | |  single_valued_decls(A.ds)
. . | | |  ⇒
. . | | |  tc_ioa(A;de)
. . | | |  ⇒
. . | | |  (∀i:ℕ.
. . | | |   i<||v||
. . | | |   ⇒
. . | | |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | | |  ⇒
. . | | |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | |  ⇒
. . | | |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | 5. A : ioa{i:l}()
. . | | 6. de : sig()
. . | | 7. x : Label
. . | | 8. t : SimpleType
. . | | 9. k : Label
. . | | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | | 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | | 12. ∀p:pre().
. . | | |   p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | | 13. ∀ef:eff().
. . | | |   ef ∈ A.eff
. . | | |   ⇒
. . | | |   mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da & tc_eff(ef;A.ds;de)
. . | | 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | | 15. ∀i:ℕ.
. . | | |   i<||[u / v]||
. . | | |   ⇒
. . | | |   2of([u /
. . | | |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | | 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | 17. 1of(u) =₁ x
. . | | 18. s : smt()
. . | | 19. e : eff()
. . | | 20. e ∈ A.eff
```

```
. . | | 21. e.kind =₁ k
. . | | 22. s = e.smt
. . | | 23. s.lbl =₁ x
. . | | 24. 2of(u) = s.term
. . | | 25. 1of(u) = x
. . | | ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;2of(u))
. . | | | by AllHyps (\i. Unfold `tc_eff` i THEN InstHyp [e
. . | | |    ] i THENA Auto)
. . | | THEN Unfold `tc_smt` (-1) THEN RepD
. . | | |
. . | | 1. (Label×Term) List
. . | | 2. u : Label×Term
. . | | 3. v : (Label×Term) List
. . | | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | | |  single_valued_decls(A.ds)
. . | | |  ⇒
. . | | |  tc_ioa(A;de)
. . | | |  ⇒
. . | | |  (∀i:ℕ.
. . | | |   i<||v||
. . | | |   ⇒
. . | | |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | | |  ⇒
. . | | |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | |  ⇒
. . | | |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | 5. A : ioa{i:l}()
. . | | 6. de : sig()
. . | | 7. x : Label
. . | | 8. t : SimpleType
. . | | 9. k : Label
. . | | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | | 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | | 12. ∀p:pre().
. . | | |   p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | | 13. ∀ef:eff().
. . | | |   ef ∈ A.eff
. . | | |   ⇒
. . | | |   mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da
. . | | |   & tc_smt(ef.smt;A.ds;<ef.typ>;de)
. . | | 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | | 15. ∀i:ℕ.
. . | | |   i<||[u / v]||
. . | | |   ⇒
. . | | |   2of([u /
. . | | |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | | 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | 17. 1of(u) =₁ x
. . | | 18. s : smt()
. . | | 19. e : eff()
. . | | 20. e ∈ A.eff
. . | | 21. e.kind =₁ k
. . | | 22. s = e.smt
. . | | 23. s.lbl =₁ x
. . | | 24. 2of(u) = s.term
```

```
. . | | 25. 1of(u) = x
. . | | 26. mk_dec(e.kind, e.typ) ∈ A.da
. . | | 27. mk_dec(e.smt.lbl, e.smt.typ) ∈ A.ds
. . | | 28. e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;<e.typ>;de;e.smt.term)
. . | | ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;2of(u))
. . | | | by Subst t = e.smt.typ 0 THENA Auto
. . | | |

. . | | |\
. . | | | .....equality .....
. . | | | 1. (Label×Term) List
. . | | | 2. u : Label×Term
. . | | | 3. v : (Label×Term) List
. . | | | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | | | |  single_valued_decls(A.ds)
. . | | | |  ⇒
. . | | | |  tc_ioa(A;de)
. . | | | |  ⇒
. . | | | |  ...
. . | | | |  ⇒
. . | | | |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | | |  ⇒
. . | | | |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | | 5. A : ioa{i:l}()
. . | | | 6. de : sig()
. . | | | 7. x : Label
. . | | | 8. t : SimpleType
. . | | | 9. k : Label
. . | | | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | | | 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | | | 12. ∀p:pre().
. . | | | |   p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | | | 13. ∀ef:eff().
. . | | | |   ef ∈ A.eff
. . | | | |   ⇒
. . | | | |   mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da
. . | | | |   & tc_smt(ef.smt;A.ds;<ef.typ>;de)
. . | | | 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | | | 15. ∀i:ℕ.
. . | | | |   i<||[u / v]||
. . | | | |   ⇒
. . | | | |   2of([u /
. . | | | |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;...);...)
. . | | | 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | | 17. 1of(u) =₁ x
. . | | | 18. s : smt()
. . | | | 19. e : eff()
. . | | | 20. e ∈ A.eff
. . | | | 21. e.kind =₁ k
. . | | | 22. s = e.smt
. . | | | 23. s.lbl =₁ x
. . | | | 24. 2of(u) = s.term
. . | | | 25. 1of(u) = x
. . | | | 26. mk_dec(e.kind, e.typ) ∈ A.da
. . | | | 27. mk_dec(e.smt.lbl, e.smt.typ) ∈ A.ds
. . | | | 28. e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;<e.typ>;de;e.smt.term)
```

```
. . | | | ⊢  t = e.smt.typ
. . | | | | by ...x] i THENA Auto)
. . | | | THEN BackThruHyp (-1) THEN Auto
. . | | | |
. . | | | 1. (Label×Term) List
. . | | | 2. u : Label×Term
. . | | | 3. v : (Label×Term) List
. . | | | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | | |    single_valued_decls(A.ds)
. . | | |    ⇒
. . | | |    tc_ioa(A;de)
. . | | |    ⇒
. . | | |    ...
. . | | |    ⇒
. . | | |    mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | |    ⇒
. . | | |    t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | | 5. A : ioa{i:l}()
. . | | | 6. de : sig()
. . | | | 7. x : Label
. . | | | 8. t : SimpleType
. . | | | 9. k : Label
. . | | | 10. ∀x:Label, t1,t2:SimpleType.
. . | | |     mk_dec(x, t1) ∈ A.ds ⇒ mk_dec(x, t2) ∈ A.ds ⇒ t1 = t2
. . | | | 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | | | 12. ∀p:pre().
. . | | |     p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | | | 13. ∀ef:eff().
. . | | |     ef ∈ A.eff
. . | | |     ⇒
. . | | |     mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da
. . | | |     & tc_smt(ef.smt;A.ds;<ef.typ>;de)
. . | | | 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | | | 15. ∀i:ℕ.
. . | | |     i<||[u / v]||
. . | | |     ⇒
. . | | |     2of([u /
. . | | |          v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;...);...)
. . | | | 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | | 17. 1of(u) =₁ x
. . | | | 18. s : smt()
. . | | | 19. e : eff()
. . | | | 20. e ∈ A.eff
. . | | | 21. e.kind =₁ k
. . | | | 22. s = e.smt
. . | | | 23. s.lbl =₁ x
. . | | | 24. 2of(u) = s.term
. . | | | 25. 1of(u) = x
. . | | | 26. mk_dec(e.kind, e.typ) ∈ A.da
. . | | | 27. mk_dec(e.smt.lbl, e.smt.typ) ∈ A.ds
. . | | | 28. e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;<e.typ>;de;e.smt.term)
. . | | | 29. ∀t1,t2:SimpleType.
. . | | |     mk_dec(x, t1) ∈ A.ds ⇒ mk_dec(x, t2) ∈ A.ds ⇒ t1 = t2
. . | | | ⊢  mk_dec(x, e.smt.typ) ∈ A.ds
. . | | |   by Subst x = e.smt.lbl 0 THEN Auto
```

```
. . | | |
. . | | |      THEN EqLblFwd THEN SubstFor e.smt 0 THEN Auto
. . | | |
. . | | |
. . | | .\
. . | | . 1. (Label×Term) List
. . | | . 2. u : Label×Term
. . | | . 3. v : (Label×Term) List
. . | | . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | | . |  single_valued_decls(A.ds)
. . | | . |  ⇒
. . | | . |  tc_ioa(A;de)
. . | | . |  ⇒
. . | | . |  ...
. . | | . |  ⇒
. . | | . |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . |  ⇒
. . | | . |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | . 5. A : ioa{i:l}()
. . | | . 6. de : sig()
. . | | . 7. x : Label
. . | | . 8. t : SimpleType
. . | | . 9. k : Label
. . | | . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | | . 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | | . 12. ∀p:pre().
. . | | . |   p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | | . 13. ∀ef:eff().
. . | | . |   ef ∈ A.eff
. . | | . |   ⇒
. . | | . |   mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da
. . | | . |   & tc_smt(ef.smt;A.ds;<ef.typ>;de)
. . | | . 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | | . 15. ∀i:ℕ.
. . | | . |   i<||[u / v]||
. . | | . |   ⇒
. . | | . |   2of([u /
. . | | . |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;...);...)
. . | | . 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . 17. 1of(u) =₁ x
. . | | . 18. s : smt()
. . | | . 19. e : eff()
. . | | . 20. e ∈ A.eff
. . | | . 21. e.kind =₁ k
. . | | . 22. s = e.smt
. . | | . 23. s.lbl =₁ x
. . | | . 24. 2of(u) = s.term
. . | | . 25. 1of(u) = x
. . | | . 26. mk_dec(e.kind, e.typ) ∈ A.da
. . | | . 27. mk_dec(e.smt.lbl, e.smt.typ) ∈ A.ds
. . | | . 28. e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;<e.typ>;de;e.smt.term)
. . | | . ⊢  e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;2of(u))
. . | | . | by Subst 2of(u) = e.smt.term 0 THENA Auto
. . | | . |
. . | | . |\
```

```
. . | | . | .....equality .....
. . | | . | 1. (Label×Term) List
. . | | . | 2. u : Label×Term
. . | | . | 3. v : (Label×Term) List
. . | | . | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType
. . | | . |    , k:Label.
. . | | . |    single_valued_decls(A.ds)
. . | | . |    ⇒
. . | | . |    tc_ioa(A;de)
. . | | . |    ⇒
. . | | . |    (∀i:ℕ.
. . | | . |     i<||v||
. . | | . |     ⇒
. . | | . |     2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;...);...))
. . | | . |    ⇒
. . | | . |    mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . |    ⇒
. . | | . |    t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | . | 5. A : ioa{i:l}()
. . | | . | 6. de : sig()
. . | | . | 7. x : Label
. . | | . | 8. t : SimpleType
. . | | . | 9. k : Label
. . | | . | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | | . | 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | | . | 12. ∀p:pre().
. . | | . |     p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | | . | 13. ∀ef:eff().
. . | | . |     ef ∈ A.eff
. . | | . |     ⇒
. . | | . |     mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da
. . | | . |     & tc_smt(ef.smt;A.ds;<ef.typ>;de)
. . | | . | 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | | . | 15. ∀i:ℕ.
. . | | . |     i<||[u / v]||
. . | | . |     ⇒
. . | | . |     2of([u /
. . | | . |          v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;...);...)
. . | | . | 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . | 17. 1of(u) =₁ x
. . | | . | 18. s : smt()
. . | | . | 19. e : eff()

. . | | . | 20. e ∈ A.eff
. . | | . | 21. e.kind =₁ k
. . | | . | 22. s = e.smt
. . | | . | 23. s.lbl =₁ x
. . | | . | 24. 2of(u) = s.term
. . | | . | 25. 1of(u) = x
. . | | . | 26. mk_dec(e.kind, e.typ) ∈ A.da
. . | | . | 27. mk_dec(e.smt.lbl, e.smt.typ) ∈ A.ds
. . | | . | 28. e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;<e.typ>;de;e.smt.term)
. . | | . | ⊢  2of(u) = e.smt.term  by SubstFor e.smt 0 THEN Auto
. . | | . |
. . | | . .\
. . | | . . 1. (Label×Term) List
```

```
. . | | . . 2. u : Label×Term
. . | | . . 3. v : (Label×Term) List
. . | | . . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType
. . | | . . |  , k:Label.
. . | | . . |  single_valued_decls(A.ds)
. . | | . . |  ⇒
. . | | . . |  tc_ioa(A;de)
. . | | . . |  ⇒
. . | | . . |  (∀i:ℕ.
. . | | . . |   i<||v||
. . | | . . |   ⇒
. . | | . . |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;...);...))
. . | | . . |  ⇒
. . | | . . |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . . |  ⇒
. . | | . . |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | . . 5. A : ioa{i:l}()
. . | | . . 6. de : sig()
. . | | . . 7. x : Label
. . | | . . 8. t : SimpleType
. . | | . . 9. k : Label
. . | | . . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | | . . 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | | . . 12. ∀p:pre().
. . | | . . |   p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | | . . 13. ∀ef:eff().
. . | | . . |   ef ∈ A.eff
. . | | . . |   ⇒
. . | | . . |   mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da
. . | | . . |   & tc_smt(ef.smt;A.ds;<ef.typ>;de)
. . | | . . 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | | . . 15. ∀i:ℕ.
. . | | . . |   i<||[u / v]||
. . | | . . |   ⇒
. . | | . . |   2of([u /
. . | | . . |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;...);...)
. . | | . . 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . . 17. 1of(u) =1 x
. . | | . . 18. s : smt()
. . | | . . 19. e : eff()
. . | | . . 20. e ∈ A.eff
. . | | . . 21. e.kind =1 k
. . | | . . 22. s = e.smt
. . | | . . 23. s.lbl =1 x
. . | | . . 24. 2of(u) = s.term
. . | | . . 25. 1of(u) = x
. . | | . . 26. mk_dec(e.kind, e.typ) ∈ A.da
. . | | . . 27. mk_dec(e.smt.lbl, e.smt.typ) ∈ A.ds
. . | | . . 28. e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;<e.typ>;de;e.smt.term)
. . | | . . ⊢  e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | . . | by Using [‘ds1’,A.ds; ‘da1’,<e.typ>
. . | | . . |    ...
. . | | . . |
. . | | . . |\
. . | | . . | 1. (Label×Term) List
```

```
. . | | . . | 2. u : Label×Term
. . | | . . | 3. v : (Label×Term) List
. . | | . . | 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType
. . | | . . |    , k:Label.
. . | | . . |    single_valued_decls(A.ds)
. . | | . . |    ⇒
. . | | . . |    tc_ioa(A;de)
. . | | . . |    ⇒
. . | | . . |    ...
. . | | . . |    ⇒
. . | | . . |    mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . . |    ⇒
. . | | . . |    t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | . . | 5. A : ioa{i:l}()
. . | | . . | 6. de : sig()
. . | | . . | 7. x : Label
. . | | . . | 8. t : SimpleType
. . | | . . | 9. k : Label
. . | | . . | 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | | . . | 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | | . . | 12. ∀p:pre().
. . | | . . |     p ∈ A.pre
. . | | . . |     ⇒
. . | | . . |     tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | | . . | 13. ∀ef:eff().
. . | | . . |     ef ∈ A.eff
. . | | . . |     ⇒
. . | | . . |     mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da
. . | | . . |     & tc_smt(ef.smt;A.ds;<ef.typ>;de)
. . | | . . | 14. ∀f:frame().
. . | | . . |     f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | | . . | 15. ∀i:ℕ.
. . | | . . |     i<||[u / v]||
. . | | . . |     ⇒
. . | | . . |     2of([u /
. . | | . . |          v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;...;...);...)
. . | | . . | 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . . | 17. 1of(u) =₁ x
. . | | . . | 18. s : smt()
. . | | . . | 19. e : eff()
. . | | . . | 20. e ∈ A.eff
. . | | . . | 21. e.kind =₁ k
. . | | . . | 22. s = e.smt
. . | | . . | 23. s.lbl =₁ x
. . | | . . | 24. 2of(u) = s.term
. . | | . . | 25. 1of(u) = x
. . | | . . | 26. mk_dec(e.kind, e.typ) ∈ A.da
. . | | . . | 27. mk_dec(e.smt.lbl, e.smt.typ) ∈ A.ds
. . | | . . | 28. e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;<e.typ>;de;e.smt.term)
. . | | . . | ⊢  A.ds ⊆ A.ds
. . | | . . |   by BackThruLemma ‘col_le_reflexive‘ THEN Auto
. . | | . . |
. . | | . . .\
. . | | . . . 1. (Label×Term) List
. . | | . . . 2. u : Label×Term
```

```
. . | | . . . 3. v : (Label×Term) List
. . | | . . . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType
. . | | . . . |  , k:Label.
. . | | . . . |  single_valued_decls(A.ds)
. . | | . . . |  ⇒
. . | | . . . |  tc_ioa(A;de)
. . | | . . . |  ⇒
. . | | . . . |  ...
. . | | . . . |  ⇒
. . | | . . . |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . . . |  ⇒
. . | | . . . |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | . . . 5. A : ioa{i:l}()
. . | | . . . 6. de : sig()
. . | | . . . 7. x : Label
. . | | . . . 8. t : SimpleType
. . | | . . . 9. k : Label
. . | | . . . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | | . . . 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | | . . . 12. ∀p:pre().
. . | | . . . |   p ∈ A.pre
. . | | . . . |   ⇒
. . | | . . . |   tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | | . . . 13. ∀ef:eff().
. . | | . . . |   ef ∈ A.eff
. . | | . . . |   ⇒
. . | | . . . |   mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da
. . | | . . . |   & tc_smt(ef.smt;A.ds;<ef.typ>;de)
. . | | . . . 14. ∀f:frame().
. . | | . . . |   f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | | . . . 15. ∀i:ℕ.
. . | | . . . |   i<||[u / v]||
. . | | . . . |   ⇒
. . | | . . . |   2of([u /
. . | | . . . |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;...;...);...)
. . | | . . . 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . . . 17. 1of(u) =₁ x
. . | | . . . 18. s : smt()
. . | | . . . 19. e : eff()
. . | | . . . 20. e ∈ A.eff
. . | | . . . 21. e.kind =₁ k
. . | | . . . 22. s = e.smt
. . | | . . . 23. s.lbl =₁ x
. . | | . . . 24. 2of(u) = s.term
. . | | . . . 25. 1of(u) = x
. . | | . . . 26. mk_dec(e.kind, e.typ) ∈ A.da
. . | | . . . 27. mk_dec(e.smt.lbl, e.smt.typ) ∈ A.ds
. . | | . . . 28. e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;<e.typ>;de;e.smt.term)
. . | | . . . ⊢  <e.typ> ⊆ dec_lookup(A.da;k)
. . | | . . . | by Unfold ‘col_le‘ 0 THEN RWW "member_dec_lookup" 0
. . | | . . .
. . | | . . . |    THENM RW ColMemberC 0
. . | | . . . THEN Auto
. . | | . . . |
. . | | . . . 1. (Label×Term) List
```

```
. . | | . . . 2. u : Label×Term
. . | | . . . 3. v : (Label×Term) List
. . | | . . . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType
. . | | . . .    , k:Label.
. . | | . . .    single_valued_decls(A.ds)
. . | | . . .    ⇒
. . | | . . .    tc_ioa(A;de)
. . | | . . .    ⇒
. . | | . . .    ...
. . | | . . .    ⇒
. . | | . . .    mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . . .    ⇒
. . | | . . .    t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | | . . . 5. A : ioa{i:l}()
. . | | . . . 6. de : sig()
. . | | . . . 7. x : Label
. . | | . . . 8. t : SimpleType
. . | | . . . 9. k : Label
. . | | . . . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | | . . . 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | | . . . 12. ∀p:pre().
. . | | . . .     p ∈ A.pre
. . | | . . .     ⇒
. . | | . . .     tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | | . . . 13. ∀ef:eff().
. . | | . . .     ef ∈ A.eff
. . | | . . .     ⇒
. . | | . . .     mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da
. . | | . . .     & tc_smt(ef.smt;A.ds;<ef.typ>;de)
. . | | . . . 14. ∀f:frame().
. . | | . . .     f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | | . . . 15. ∀i:ℕ.
. . | | . . .     i<||[u / v]||
. . | | . . .     ⇒
. . | | . . .     2of([u /
. . | | . . .          v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;...;...);...)
. . | | . . . 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | | . . . 17. 1of(u) =₁ x
. . | | . . . 18. s : smt()
. . | | . . . 19. e : eff()
. . | | . . . 20. e ∈ A.eff
. . | | . . . 21. e.kind =₁ k
. . | | . . . 22. s = e.smt
. . | | . . . 23. s.lbl =₁ x
. . | | . . . 24. 2of(u) = s.term
. . | | . . . 25. 1of(u) = x
. . | | . . . 26. mk_dec(e.kind, e.typ) ∈ A.da
. . | | . . . 27. mk_dec(e.smt.lbl, e.smt.typ) ∈ A.ds
. . | | . . . 28. e.smt.typ ∈ term_types(A.ds;<e.typ>;de;e.smt.term)
. . | | . . . 29. x1 : SimpleType
. . | | . . . 30. x1 = e.typ
. . | | . . . ⊢  mk_dec(k, x1) ∈ A.da
. . | | . . .   by EqLblFwd THEN SubstFor k 0
. . | | . . . THEN SubstFor x1
. . | | . . .       0 THEN Auto
```

```
. . | | . . .
. . | |
. . | .\
. . | . 1. (Label×Term) List
. . | . 2. u : Label×Term
. . | . 3. v : (Label×Term) List
. . | . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | . |  single_valued_decls(A.ds)
. . | . |  ⇒
. . | . |  tc_ioa(A;de)
. . | . |  ⇒
. . | . |  (∀i:ℕ.
. . | . |   i<||v||
. . | . |   ⇒
. . | . |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | . |  ⇒
. . | . |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | . |  ⇒
. . | . |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | . 5. A : ioa{i:l}()
. . | . 6. de : sig()
. . | . 7. x : Label
. . | . 8. t : SimpleType
. . | . 9. k : Label
. . | . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | . 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | . 12. ∀p:pre().
. . | . |   p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | . 13. ∀ef:eff().
. . | . |   ef ∈ A.eff
. . | . |   ⇒
. . | . |   mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da & tc_eff(ef;A.ds;de)
. . | . 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | . 15. ∀i:ℕ.
. . | . |   i<||[u / v]||
. . | . |   ⇒
. . | . |   2of([u /
. . | . |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | . 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | . 17. 1of(u) =₁ x
. . | . 18. s : smt()
. . | . 19. f : frame()
. . | . 20. f ∈ A.frame
. . | . 21. ¬₂k ∈ f.acts
. . | . 22. s = mk_smt(f.var, f.var, f.typ)
. . | . 23. s.lbl =₁ x
. . | . 24. 2of(u) = s.term
. . | . 25. 1of(u) = x
. . | . ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;2of(u))
. . | . | by SubstFor 2of(u) 0
. . | . THENM SubstFor s 0
. . | . THENM Reduce 0
. . | .
. . | . |    THENA Auto
. . | . |
```

```
. . | . 1. (Label×Term) List
. . | . 2. u : Label×Term
. . | . 3. v : (Label×Term) List
. . | . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | . |  single_valued_decls(A.ds)
. . | . |  ⇒
. . | . |  tc_ioa(A;de)
. . | . |  ⇒
. . | . |  (∀i:ℕ.
. . | . |   i<||v||
. . | . |   ⇒
. . | . |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | . |  ⇒
. . | . |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | . |  ⇒
. . | . |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | . 5. A : ioa{i:l}()
. . | . 6. de : sig()
. . | . 7. x : Label
. . | . 8. t : SimpleType
. . | . 9. k : Label
. . | . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | . 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | . 12. ∀p:pre().
. . | . |   p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | . 13. ∀ef:eff().
. . | . |   ef ∈ A.eff
. . | . |   ⇒
. . | . |   mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da & tc_eff(ef;A.ds;de)
. . | . 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | . 15. ∀i:ℕ.
. . | . |   i<||[u / v]||
. . | . |   ⇒
. . | . |   2of([u /
. . | . |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | . 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | . 17. 1of(u) =₁ x
. . | . 18. s : smt()
. . | . 19. f : frame()
. . | . 20. f ∈ A.frame
. . | . 21. ¬₂k ∈ f.acts
. . | . 22. s = mk_smt(f.var, f.var, f.typ)
. . | . 23. s.lbl =₁ x
. . | . 24. 2of(u) = s.term
. . | . 25. 1of(u) = x
. . | . ⊢  t ∈ dec_lookup(A.ds;f.var)
. . | . | by RWW "member_dec_lookup" 0 THEN Auto
. . | . |
. . | . 1. (Label×Term) List
. . | . 2. u : Label×Term
. . | . 3. v : (Label×Term) List
. . | . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | . |  single_valued_decls(A.ds)
. . | . |  ⇒
. . | . |  tc_ioa(A;de)
```

```
. . | . |  ⇒
. . | . |  (∀i:ℕ.
. . | . |   i<||v||
. . | . |   ⇒
. . | . |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | . |  ⇒
. . | . |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | . |  ⇒
. . | . |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)
. . | . 5. A : ioa{i:l}()
. . | . 6. de : sig()
. . | . 7. x : Label
. . | . 8. t : SimpleType
. . | . 9. k : Label
. . | . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | . 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | . 12. ∀p:pre().
. . | . |   p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | . 13. ∀ef:eff().
. . | . |   ef ∈ A.eff
. . | . |   ⇒
. . | . |   mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da & tc_eff(ef;A.ds;de)
. . | . 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | . 15. ∀i:ℕ.
. . | . |   i<||[u / v]||
. . | . |   ⇒
. . | . |   2of([u /
. . | . |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | . 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | . 17. 1of(u) =₁ x
. . | . 18. s : smt()
. . | . 19. f : frame()
. . | . 20. f ∈ A.frame
. . | . 21. ¬₂k ∈ f.acts
. . | . 22. s = mk_smt(f.var, f.var, f.typ)
. . | . 23. s.lbl =₁ x
. . | . 24. 2of(u) = s.term
. . | . 25. 1of(u) = x
. . | . ⊢  mk_dec(f.var, t) ∈ A.ds  by Subst f.var = x 0 THEN Auto
. . | . |
. . | . .....equality .....
. . | . 1. (Label×Term) List
. . | . 2. u : Label×Term
. . | . 3. v : (Label×Term) List
. . | . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . | .    single_valued_decls(A.ds)
. . | .    ⇒
. . | .    tc_ioa(A;de)
. . | .    ⇒
. . | .    (∀i:ℕ.
. . | .     i<||v||
. . | .     ⇒
. . | .     2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . | .    ⇒
. . | .    mk_dec(x, t) ∈ A.ds
```

```
. . | .    ⇒
. . | .    t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;...)

. . | . 5. A : ioa{i:l}()
. . | . 6. de : sig()
. . | . 7. x : Label
. . | . 8. t : SimpleType
. . | . 9. k : Label
. . | . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . | . 11. tc_pred(A.init;A.ds;<>;de)
. . | . 12. ∀p:pre().
. . | .     p ∈ A.pre ⇒ tc(p.rel;A.ds;dec_lookup(A.da;p.kind);de)
. . | . 13. ∀ef:eff().
. . | .     ef ∈ A.eff
. . | .     ⇒
. . | .     mk_dec(ef.kind, ef.typ) ∈ A.da & tc_eff(ef;A.ds;de)
. . | . 14. ∀f:frame(). f ∈ A.frame ⇒ mk_dec(f.var, f.typ) ∈ A.ds
. . | . 15. ∀i:ℕ.
. . | .     i<||[u / v]||
. . | .     ⇒
. . | .     2of([u /
. . | .          v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . | . 16. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . | . 17. 1of(u) =₁ x
. . | . 18. s : smt()
. . | . 19. f : frame()
. . | . 20. f ∈ A.frame
. . | . 21. ¬₂k ∈ f.acts
. . | . 22. s = mk_smt(f.var, f.var, f.typ)
. . | . 23. s.lbl =₁ x
. . | . 24. 2of(u) = s.term
. . | . 25. 1of(u) = x
. . | . ⊢  f.var = x
. . | .   by EqLblFwd THEN Thin (-1) THEN SubstFor x 0
. . | . THEN SubstFor
. . | .      s 0 THEN Reduce 0 THEN Auto
. . |
. . .\
. . . .....falsecase .....
. . . 1. (Label×Term) List
. . . 2. u : Label×Term
. . . 3. v : (Label×Term) List
. . . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . . |  single_valued_decls(A.ds)
. . . |  ⇒
. . . |  tc_ioa(A;de)
. . . |  ⇒
. . . |  (∀i:ℕ.
. . . |   i<||v||
. . . |   ⇒
. . . |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . . |  ⇒
. . . |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . . |  ⇒
. . . |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . . 5. A : ioa{i:l}()
```

```
. . . 6. de : sig()
. . . 7. x : Label
. . . 8. t : SimpleType
. . . 9. k : Label
. . . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . . 11. tc_ioa(A;de)
. . . 12. ∀i:ℕ.
. . . |   i<||[u / v]||
. . . |   ⇒
. . . |   2of([u /
. . . |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . . 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . . 14. ¬1of(u) =1 x
. . . ⊢  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . . | by BackThruSomeHyp THEN Auto
. . . |
. . . 1. (Label×Term) List
. . . 2. u : Label×Term
. . . 3. v : (Label×Term) List
. . . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
. . . |  single_valued_decls(A.ds)
. . . |  ⇒
. . . |  tc_ioa(A;de)
. . . |  ⇒
. . . |  (∀i:ℕ.
. . . |   i<||v||
. . . |   ⇒
. . . |   2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . . |  ⇒
. . . |  mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . . |  ⇒
. . . |  t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . . 5. A : ioa{i:l}()
. . . 6. de : sig()
. . . 7. x : Label
. . . 8. t : SimpleType
. . . 9. k : Label
. . . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . . 11. tc_ioa(A;de)
. . . 12. ∀i:ℕ.
. . . |   i<||[u / v]||
. . . |   ⇒
. . . |   2of([u /
. . . |        v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . . 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . . 14. ¬1of(u) =1 x
. . . 15. i : ℕ
. . . 16. i<||v||
. . . ⊢  2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . . | by InstHyp [i+1] (-5) THENA (Auto THEN Reduce 0 THEN Auto')
. . . |
. . . 1. (Label×Term) List
. . . 2. u : Label×Term
. . . 3. v : (Label×Term) List
. . . 4. ∀A:ioa{i:l}(), de:sig(), x:Label, t:SimpleType, k:Label.
```

```
. . .    single_valued_decls(A.ds)
. . .    ⇒
. . .    tc_ioa(A;de)
. . .    ⇒
. . .    (∀i:ℕ.
. . .     i<||v||
. . .     ⇒
. . .     2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...))
. . .    ⇒
. . .    mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . .    ⇒
. . .    t ∈ term_types(A.ds;dec_lookup(A.da;k);de;apply_alist(v;x;x))
. . . 5. A : ioa{i:l}()
. . . 6. de : sig()
. . . 7. x : Label
. . . 8. t : SimpleType
. . . 9. k : Label
. . . 10. single_valued_decls(A.ds)
. . . 11. tc_ioa(A;de)
. . . 12. ∀i:ℕ.
. . .     i<||[u / v]||
. . .     ⇒
. . .     2of([u /
. . .          v][i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . . 13. mk_dec(x, t) ∈ A.ds
. . . 14. ¬1of(u) =1 x
. . . 15. i : ℕ
. . . 16. i<||v||
. . . 17. 2of([u / v][(i
. . .         +1)]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . . ⊢  2of(v[i]) ∈ smts_eff(action_effect(k;A.eff;A.frame);...)
. . .   by RWW "select_cons_tl" (-1)
. . . THENM ArithSimp (-1) THEN Auto
END
```