

Prof. Gian Mario Paolucci

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per le montature in occhialeria

INTEREG IV ITALIA-AUSTRIA 2007-2013

Progetto DESIRE n° 4928

Longarone, 22 marzo 2011

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Premessa

- È importante distinguere tra occhiali da sole e da vista.
- I primi sono dispositivi per la protezione degli occhi dal sole, in cui la montatura ha solo un ruolo strutturale (la protezione è data dalle lenti).
- I secondi sono vere e proprie **protesi oftalmiche**, in cui la montatura gioca un ruolo funzionale, oltre che strutturale, e quindi hanno più esigenze.

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Identikit tecnologico del materiale ideale

- 1) Leggerezza**
- 2) Resistenza meccanica**
- 3) Resistenza elastica (rigidezza)**
- 4) Resistenza al sudore**
- 5) Biocompatibilità**
- 6) Lavorabilità**
- 7) Saldabilità**
- 8) Possibilità di decorazioni e/o colorazioni**

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Scelta di un materiale

- ✓ La scelta di un materiale per montature può essere operata in base a **vincoli** e a **indici di scelta**.
- ✓ I **vincoli** limitano rigidamente o labilmente talune proprietà.
- ✓ Gli **indici di scelta** sono parametri che ottimizzano una o più delle proprietà richieste (e che soddisfano i vincoli)
- ✓ Ne consegue che le proprietà dei diversi materiali devono essere note.

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Gli indici di scelta dei materiali

- ✓ Possono riguardare solo una proprietà (monovalenti) o più proprietà (polivalenti).
- ✓ Gli indici monovalenti sono immediati da individuare.
- ✓ Gli indici bivalenti sono relativamente semplici da formulare.
- ✓ Gli indici con valenza maggiore sono più difficili da ricavare; si può ovviare ricorrendo a 2 o più indici bivalenti.

✓ INTEREG IV ITALIA-AUSTRIA 2007-2013: progetto DESIRE n° 49286

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Obiettivo della scelta ottimizzata

- ✓ Nel caso presente prenderemo in considerazione la leggerezza, la resistenza meccanica e la rigidità.
- ✓ Per ottimizzare la scelta del materiale in base a tali proprietà ci serviremo di due indici bivalenti (la resistenza specifica e la rigidità specifica), anziché di uno trivalente.

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

1 – Leggerezza e resistenza meccanica

- ✓ La resistenza è importante:
 - * per dare al *designer* la possibilità di concepire montature robuste, ma nello stesso tempo sottili e leggere;
 - * per garantire chi indossa gli occhiali contro deformazioni accidentali e un fastidioso peso eccessivo.
- ✓ Questa possibilità è prerogativa indiscussa solo di alcune leghe metalliche e certamente non dei materiali plastici, con cui si devono fare montature più massicce.
- ✓ A volte si realizzano aste in *plastica* rinforzandola con *anime metalliche* o si fanno montature ibride (*frontale di plastica e aste di metallo*).

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

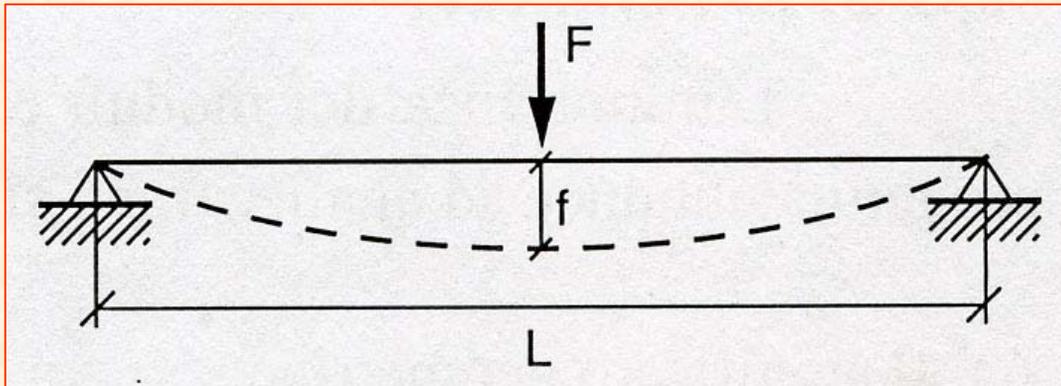
Indice di resistenza specifica

- ✓ L'indice dei materiali per ottimizzare resistenza al cedimento e leggerezza insieme è σ_s / ρ ;
- ✓ σ_s è la tensione di cedimento (snervamento) di un materiale (ad es. in N/mm^2) e ρ è la sua densità (ad es. in g/cm^3).

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

2 – Rigidezza (**resistenza alla flessione**)

- ✓ Un'elevata rigidezza migliora la **calzata** dell'occhiale da vista anche dopo molto tempo (la montatura si flette poco) e conserva la posizione esatta delle lenti.
- ✓ Questa possibilità è tanto migliore quanto maggiore è il **modulo elastico** E del materiale e quanto maggiore è J .



$$f = \frac{1}{48} \frac{FL^3}{EJ}$$

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Indice di rigidezza specifica

- ✓ Importante è la rigidezza associata alla leggerezza, cioè la rigidezza specifica.
- ✓ L'indice dei materiali per ottimizzare la rigidezza specifica è $E^{1/3}/\rho$ ovvero $E^{1/2}/\rho$.
- ✓ E è il modulo di elasticità a trazione di un materiale (in GPa) e ρ è la sua densità (in g/cm³).

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Resistenza specifica e rigidezza specifica

Materiale	ρ [g/cm ³]	σ [N/mm ²]	E [GPa]	σ/ρ	$E^{1/3}\rho$
Lega Mg	1,8	185	45	102,8	12,5
Lega Al	2,7	270	73	100,0	13,5
AISI 302	7,9	1450	194	183,5	12,3
Alp 62/18	8,7	480	137	70,1	7,8
Monel 400	8,8	240	176,5	84,3	9,9
Bz 6	8,8	500	110	56,8	6,3
Ti gr. 2	4,5	280	108	62,2	12,0
βC-Ti	4,8	830	122	172,9	12,7

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Resistenza specifica e rigidità specifica

- ✓ Sotto l'aspetto delle proprietà meccaniche l'acciaio inox **AISI 302** e il **Titanio β -C** emergono su tutte le altre leghe.
- ✓ Le leghe di magnesio e di alluminio sono più che discrete, mentre le leghe tradizionali e il titanio puro sono le peggiori.

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Biocompatibilità

- Solo il titanio e le sue leghe godono dell'immunità biologica e, appena un gradino più sotto, sono gli acciai inox *nickel-free*.
- Esistono altre leghe *nickel-free* con un comportamento "onesto", mentre quelle contenenti nickel possono essere allergeniche quanto più nickel contengono:
acciai inox con Ni → alpaca → monel 400
- Esistono alcune soluzioni per "impedire" la cessione di nickel.

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Resistenza al sudore

- Questa proprietà è soddisfatta solo dal titanio (e sue leghe), nonché degli acciai inossidabili.
- Ogni altra lega deve essere protetta (soprattutto le leghe di magnesio) con metalli nobili o con vernici.
- Le leghe di magnesio si corrodono violentemente se il rivestimento viene scalfito o abraso.

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

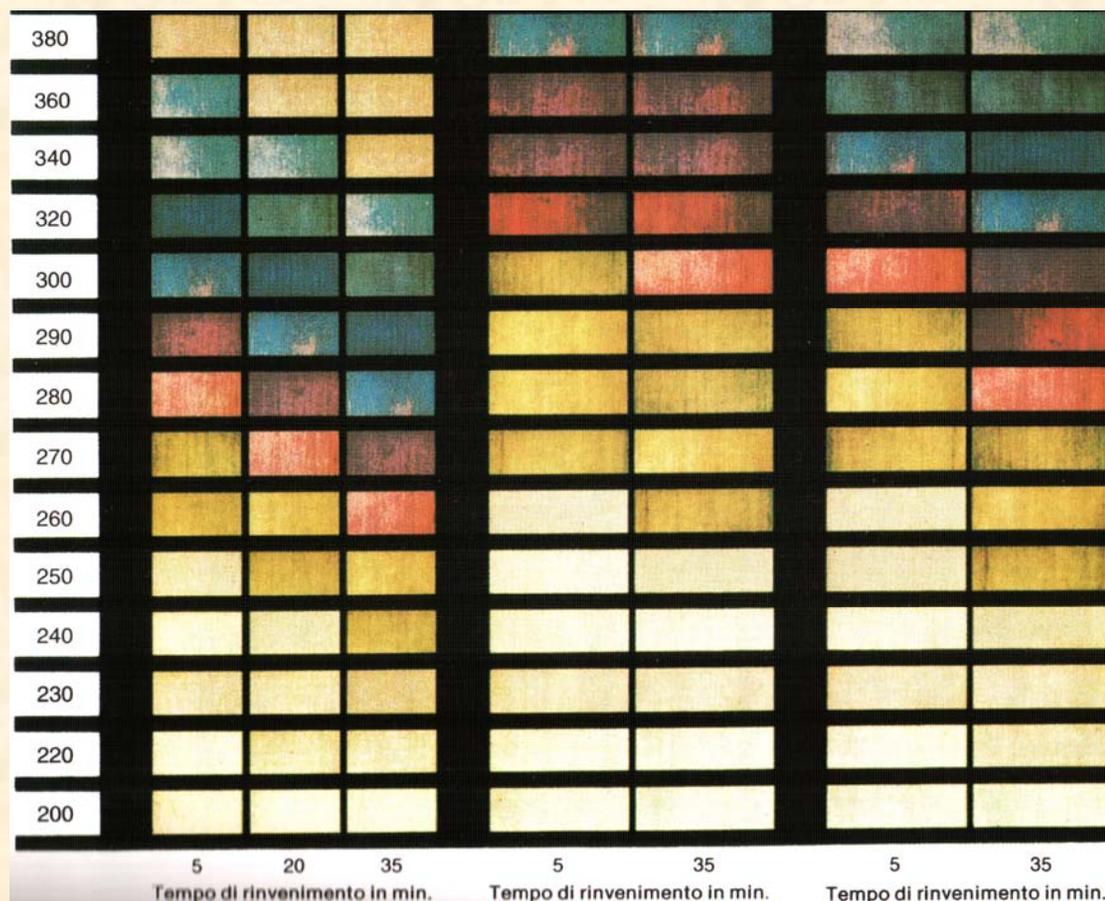
Possibilità di decorazioni e/o colorazioni

- In questo campo c'è ancora margine di miglioramento, da aggiungere ai trattamenti galvanici convenzionali e alle vernici.
- Si tratta dei trattamenti di colorazione PVD o per interferenza, possibili anche per gli acciai inossidabili, oltre che per il titanio e le sue leghe.
- Anche le leghe di alluminio possono giovare dell'ossidazione anodica cromatica.

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Finitura decorativa

Colorazione di rinvenimento (termica)



Colore	Acc. inox
Paglierino chiaro	290°
Paglierino	340°
Bruno porpora	390°
Porpora	450°
Blu chiaro	530°
Blu scuro	600°

Problemi: disuniformità
di colorazione e gamma
limitata di colori

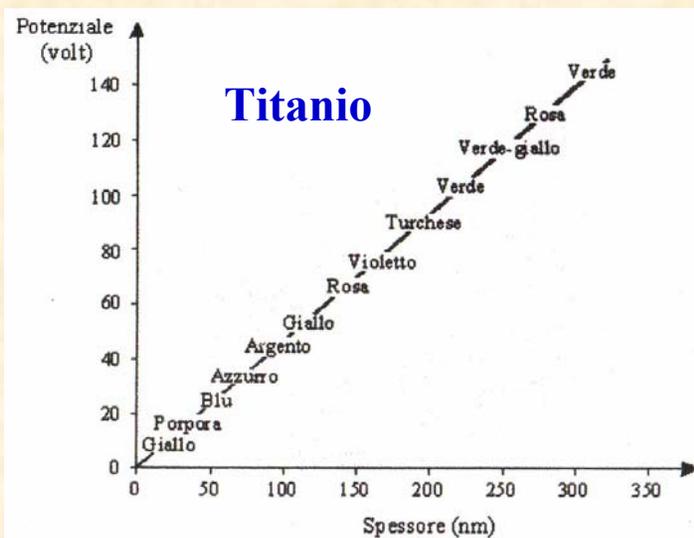
Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Finitura decorativa (elettrochimica)

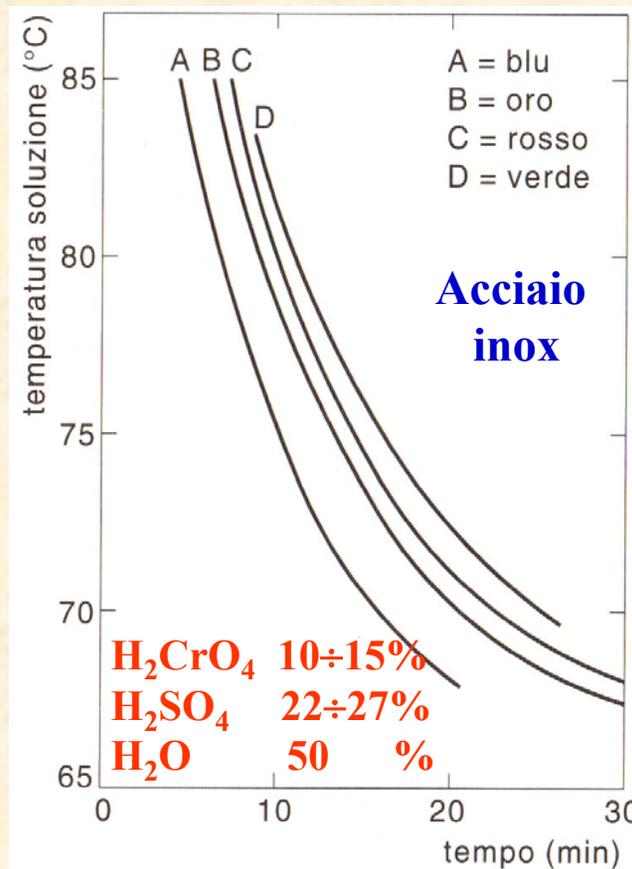
Colorazione per interferenza

Vantaggi

- ✓ Gamma vasta di colori
- ✓ Uniformità di colorazione



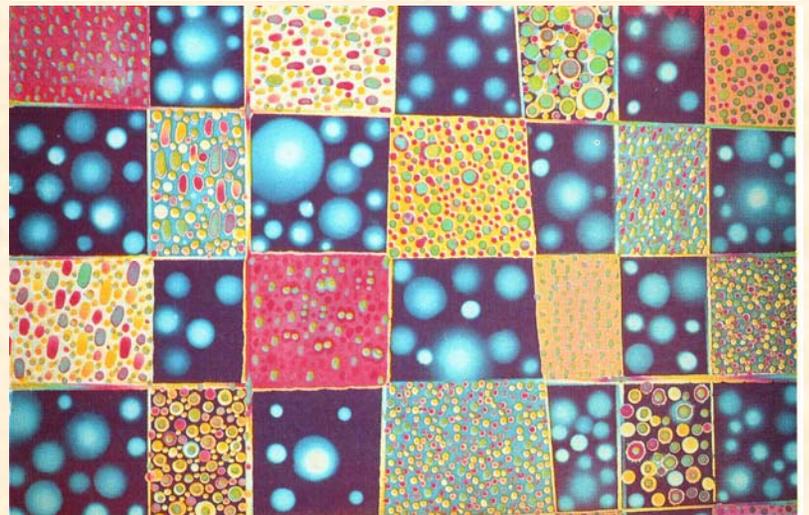
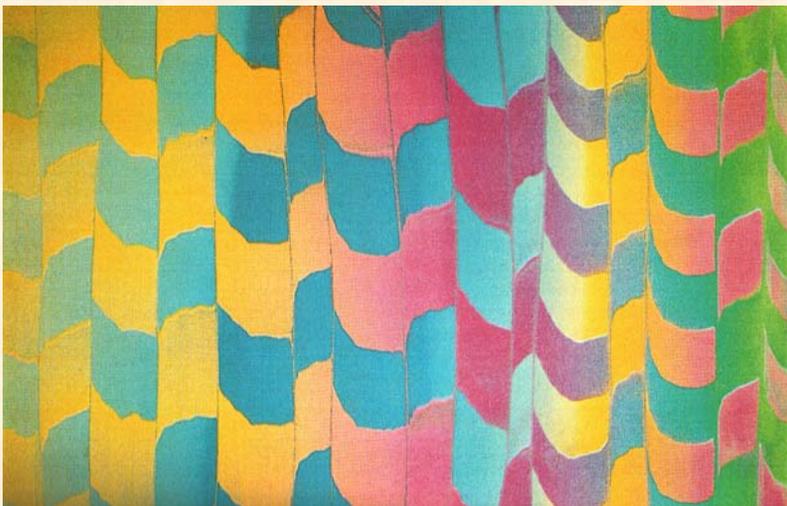
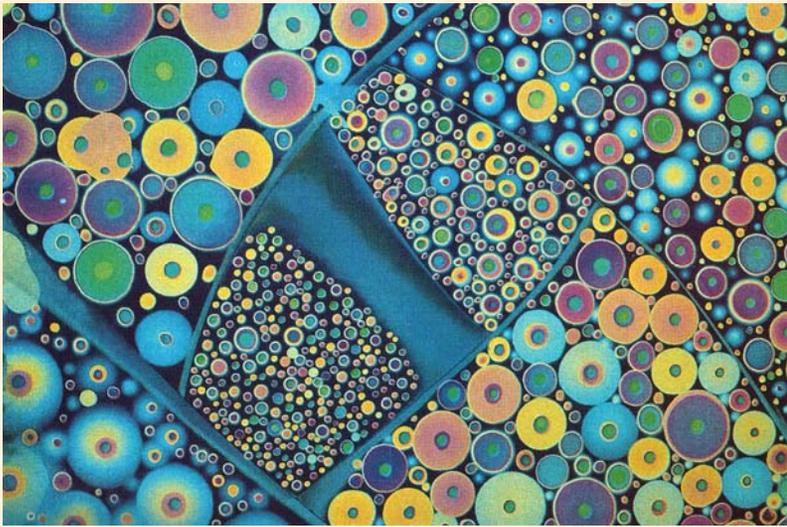
Potenziali, spessori e colori della pellicola d'ossido su titanio



INTEREG IV ITALIA-AUSTRIA 2007-2013: progetto DESIRE n° 4928

Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Colorazione del titanio per interferenza



Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

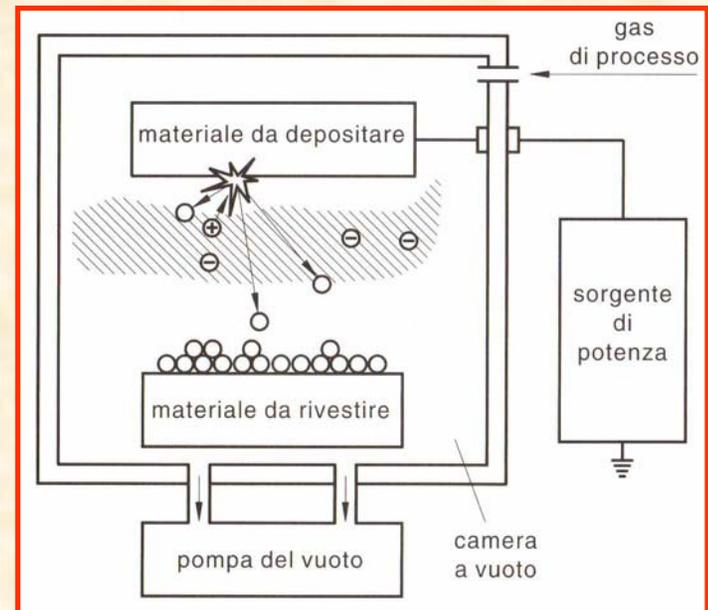
Finitura decorativa (**fisica**)

Rivestimento PVD

- ✓ Si evapora un metallo ad es. titanio, in un'atmosfera di gas reattivo, ad es. azoto: metallo e gas si combinano sulla superficie dell'oggetto

Vantaggi

- ✓ Gamma alquanto ampia di colorazioni
- ✓ Ricoprimento anche durissimo



Materiali e trattamenti superficiali innovativi per l'occhialeria

Conclusioni

- Il materiale per montature metalliche che più si avvicina a quello ideale è l'acciaio inossidabile, meglio se *nickel-free* oppure il *titanio (e sue leghe)*
- Per esigenze estetiche, per necessità d'innovare o per spinte commerciali talvolta si fa ricorso a materiali “nuovi”, insoliti o addirittura stravaganti; essi non hanno alcun valore tecnologico.
- L'unico aspetto della fabbricazione con margini di innovazione riguarda la fase di finitura.

INTEREG IV ITALIA-AUSTRIA 2007-2013: progetto DESIRE n° 4928

**Materiali e trattamenti superficiali innovativi
per l'occhialeria**

Fine