ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102009901723442A1

Publication Date

20101016

Applicant

MARINELLI GIANCARLO

Title

METODO PER LA PRODUZIONE DI ELEMENTI OTTICI FOTOCROMATICI ED ELEMENTI OTTICI FOTOCROMATICI

Front page automatically generated by WIPO

Titolo

Metodo per la produzione di elementi ottici fotocromatici ed elementi ottici fotocromatici

Campo dell'invenzione

L'invenzione riguarda un processo innovativo per la produzione di corpi ottici fotocromatici, corpi ottici e corpi ottici prodotti tramite tale metodo. Inoltre, la presente invenzione è rivolta a prodotti in cui detti corpi ottici fotocromatici sono applicati. Esempi di tali prodotti sono lenti oftalmiche organiche fotocromatiche, filtri solari fotocromatici, visiere per caschi, mascherine fotocromatiche, e in generale a qualsiasi tipo di applicazione che preveda un elemento ottico sensibile alle radiazioni luminose che si attiva, scurendosi, quando viene esposto ad una determinata sorgente luminosa.

Stato della tecnica

Nello stato dell'arte sono note lenti fotocromatiche contraddistinte dalla capacità di scurirsi in presenza di luce solare e di riacquisire reversibilmente la trasmittanza (in altre parole, di scolorarsi o di schiarirsi) quando non più esposte alla luce solare. Tali lenti presentano pertanto il vantaggio di adattarsi alle condizioni di luminosità ambientali evitando ad esempio un eccesivo abbaglio in presenza di intensa luce solare su chi usa tali lenti. L'effetto è fornito dalla presenza di particelle o pigmenti fotocromatici compresi nel corpo ottico o lente. L'attivazione energetica fornita dalle radiazioni elettromagnetiche (luce) modifica in maniera reversibile la conformazione sterica delle particelle fotocromatiche o delle molecole organiche del pigmento che quindi cambiano colore in

maniera più o meno intensa: la lente si scurisce assumendo un determinato colore, a seconda del pigmento o della miscela di pigmenti utilizzati.

Procedimenti noti di produzione di questa tipologia di corpi ottici, lenti ed altri manufatti assimilabili, presenti attualmente sul mercato, rientrano in una delle seguenti tipologie.

Secondo una prima tipologia di procedimenti, i pigmenti organici capaci di colorarsi più o meno intensamente e reversibilmente se esposti alla luce solare, vengono dispersi in seno all'intera massa dei corpi ottici, ad esempio all'interno del materiale costituente lenti organiche oftalmiche prima della polimerizzazione. Il procedimento con i pigmenti fotocromatici dispersi all'interno della massa della lente era, fino a pochi anni fa, l'unico conosciuto ed impiegato.

Secondo una seconda tipologia, i pigmenti organici vengono disposti direttamente sulla sola superficie esterna delle lenti organiche oftalmiche già finite creando un film che si attiva se esposto alla luce solare e si scolora in modo reversibile in assenza di luce solare. Un metodo secondo la seconda tipologia prevede l’applicazione di uno strato di lacca contenente particelle fotocromatiche su di un oggetto che andrà a costituire la lente. Con il riscaldamento dell’oggetto vi è un trasferimento termico delle particelle fotocromatiche nella matrice dell’oggetto stesso. Lo strato di lacca viene quindi rimosso. Questo metodo presenta diversi svantaggi: ad esempio la sua applicazione è ristretta a lenti aventi basso o medio indice di rifrazione, è applicabile solo ad un numero limitato di colorazioni fornite dai pigmenti fotocromatici e presenta dei tempi di reazione, ossia di scurimento o schiarimento, lunghi. Un ulteriore metodo secondo la seconda tipologia prevede l’utilizzo di stampi, in cui lo strato fotocromatico è disposto nella parte interna dello stampo ad esempio spruzzando le particelle fotocromatiche nella parte

interna dello stampo. Secondo una tecnica nota nell'arte, la lente viene fatta polimerizzare all'interno di un apparato di casting, in adiacenza di uno strato sottile costituito da una resina contenente molecole fotocromatiche in essa disperse. Questo strato sottile fotocromatico viene applicato sulla faccia interna dello stampo convesso di vetro prima di inserire nello stampo il materiale che andrà a costituire la lente. Una volta applicato lo strato fotocromatico polimerizzato parzialmente o completamente, viene poi colato il prepolimero allo stato fluido, con il catalizzatore disciolto in esso. Lo strato fotocromatico subisce quindi l'intero trattamento di curing (generalmente termico) necessario per la polimerizzazione del corpo della lente. In altre parole, si costruisce la lente sullo strato fotocromatico e si curano tutte e due insieme.

Un'altra tecnica nota nell'arte per depositare uno strato fotocromatico direttamente sulla lente consiste nello spin coating. La tecnica dello spin coating, come è noto consiste nel deporre il sol fluido al centro della lente posta su un disco che ruota a velocità angolare controllata; la velocità angolare di rotazione provvede a depositare un film dal centro alla periferia della lente, di spessore il più possibile uniforme.

Secondo le tipologie sopra indicate, quindi, le proprietà fotocromatiche vengono fornite disperdendo pigmenti organici all'interno della massa del prepolimero prima che avvenga la reticolazione finale della resina all'interno dello stampo oppure ricoprendo la superficie esterna di una lente organica oftalmica con uno strato sottile di pigmenti fotocromatici di vario colore facendo uso di procedimenti di vario tipo.

Entrambi questi procedimenti, però, presentano diversi svantaggi e difetti come spiegato nel seguito.

Nel caso della dispersione dei pigmenti fotocromatici nell'intera massa della lente secondo la prima tipologia di procedimenti, l'intensità della colorazione fotocromatica della lente oftalmica, a parità di concentrazione dei pigmenti organici dispersi nella sua massa, dipende dallo spessore della stessa. A spessori maggiori corrispondono intensità di colorazione maggiori. Pertanto poiché nelle lenti oftalmiche lo spessore è variabile da punto a punto della loro superficie si potranno notare sfumature di colore variabili, spostandosi dal centro alla periferia delle stesse. Lenti oftalmiche positive possono così apparire più chiare in periferia e più scure al centro mentre si osserverà il contrario nel caso di lenti oftalmiche negative. Per un portatore di lenti oftalmiche fotocromatiche che necessiti di lenti con gradazione diversa o, in taluni casi, molto diversa ai due occhi e quindi con due lenti di differente spessore, si avranno differenti intensità di colorazione, tanto più rilevanti e percettibili quanto maggiore è la differenza di gradazione correttiva relativa ai due occhi. Per opportunità e convenienza dei processi di produzione, le lenti oftalmiche fotocromatiche ottenute con la dispersione dei pigmenti organici nella massa delle lenti presentano un indice di rifrazione unico e non possono essere a vario indice, con tutti gli inconvenienti dovuti agli spessori che questa semplificazione comporta. Gli svantaggi sopra descritti si presentano anche con altri tipi di corpi ottici aventi uno spessore variabile. Inoltre, ulteriori svantaggi si presentano in presenza di una concentrazione non uniforme dei pigmenti all’interno del materiale formante la lente o corpo ottico, che risulta in un comportamento fotocromatico non uniforme. Inoltre, lenti o corpi ottici prodotti mediante dispersione dei pigmenti organici nella massa possono presentare frequentemente dei difetti di varia natura. Le lenti risultate difettose al controllo di qualità, anche se con difetti di lieve entità, non sono suscettibili di recupero in alcun modo e sono destinate allo scarto. Ad esempio, è impossibile recuperare lenti in cui la distribuzione di particelle fotocromatiche non sia uniforme.

Anche le lenti oftalmiche fotocromatiche ottenute tramite deposito direttamente sulla superficie esterna, secondo la seconda tipologia di procedimenti sopra descritta, non sono esenti da difetti o inconvenienti di altro genere.

As esempio, la tecnica secondo la seconda tipologia consistente nell'uso di stampi si rivela nella pratica complessa, costosa, scarsamente riproducibile nei risultati, poco ripetibile e con alta percentuale di scarti di produzione. Il procedimento del curing del materiale che va a costituire la lente, inoltre, viene indirettamente applicato allo strato fotocromatico precedentemente disposto. Pertanto, le proprietà fotocromatiche vengono compromesse.

Il procedimento che utilizza la tecnica dello spin-coating per il deposito dello strato attivo fotocromatico sulla superficie esterna della lente oftalmica può generare delle irregolarità superficiali; queste irregolarità non sono positive in nessun caso ma sono certamente da evitare nel caso di lenti correttive oftalmiche.

In ogni caso, le lenti prodotte secondo le tecniche note nell'arte presentano una scarsa velocità di adattamento ai cambiamenti della luce solare. Infatti richiedono dei tempi lunghi per scurirsi e dei tempi ancora più lunghi per schiarirsi quando l'intesità della luce solare diminuisce. Ciò comporta notevoli inconvenienti nell'utilizzo delle stesse. Ad esempio nel caso di lenti oftalmiche usate durante la guida, le lenti attualmente conosciute richiederebbero troppo tempo per schiarirsi quando si entra in un tunnel in una giornata soleggiata comportando rischi sulla sicurezza.

Sommario dell'invenzione

La presente invenzione ha per oggetto fornire un processo per la produzione di elementi ottici fotocromatici ed elementi ottici fotocromatici prodotti tramite tale processo tale che presenti migliorie rispetto alle lenti note nell'arte. Tra gli altri vantaggi, il procedimento secondo l'invenzione è facile da realizzare, presenta un'elevata efficienza, basso tasso di scarto (elevato yield) e risulta in corpi ottici fotocromatici aventi tempi di risposta ai cambiamenti della luce solare ridotti rispetto a quelli delle lenti attualmente note. In particolare, le lenti secondo la presente invenzione hanno dei tempi di scurimento inferiori a quelli delle lenti note. Inoltre, i tempi di schiarimento sono ancora più rapidi che nelle lenti note nell'arte.

Secondo un primo aspetto dell'invenzione, è previsto un processo per la preparazione di elementi ottici fotocromatici a partire da un dato corpo ottico. Il dato corpo ottico è un componente dotato di una determinata trasparenza e avente determinate proprietà ottiche quali un certo indice di rifrazione. Il corpo ottico è preferibilmente già finito e prodotto secondo una tecnica nota alla persona esperta del ramo. L'elemento ottico fotocromatico è la struttura avente proprietà fotocromatiche comprendente il corpo ottico detto. Il processo secondo quest'aspetto dell'invenzione prevede una fase comprendente il depositare un primo strato comprendente una resina trasparente su detto corpo ottico. Questo primo strato non ha proprietà fotocromatiche ed ha la funzione di isolare il corpo ottico da strati depositati successivamente. Questo processo prevede quindi un'ulteriore fase comprendente il depositare sul primo strato precedentemente depositato un secondo strato comprendente particelle fotocromatiche. In altre parole, il primo strato è interposto tra il corpo ottico ed il secondo strato comprendente particelle fotocromatiche. Il primo strato è quindi uno strato separatore con caratteristiche di grip tali da rimanere aggrappato al corpo ottico e tali da mantenere aggrappato il secondo strato fotocromatico. Tale primo strato è scelto in modo che non sia solubizzabile con lo strato fotocromatico. La persona

esperta del ramo sarà quindi in grado di scegliere il primo strato a seconda del materiale del secondo strato fotocromatico. In altre parole, una volta scelta la composizione del secondo strato fotocromatico, la persona esperta del ramo sceglierà la composizione del primo strato in modo che non sia solubizzabile con il secondo e in modo che presenti le caratteristiche di grip sopra dette. Nel caso si scelga invece prima la composizione del primo strato, allora il secondo strato verrà scelto di modo che non sia solubizzabile con il primo. La sequenza è tale che il primo strato viene depositato su un corpo ottico finito ed il secondo strato è depositato successivamente sul primo strato. In un esempio, questo depositare è eseguito di modo che il primo strato è tale da isolare il secondo strato comprendente particelle fotocromatiche dal materiale del corpo ottico. Il secondo strato è pertanto quello comprendente particelle o pigmenti fotocromatici ed è quello responsabile per le proprietà fotocromatiche dell'elemento ottico fotocromatico. La funzione del primo strato è quella di isolare il corpo ottico dal secondo strato e di consentire inoltre una forte adesione del successivo strato fotocromatico al corpo ottico di base.

La presenza del primo strato depositato sul corpo ottico ed interposto tra il secondo strato ed il corpo ottico consente ai pigmenti fotocromatici compresi nel secondo strato di assumere le posizioni steriche necessarie al fine di espletare le proprietà fotocromatiche con massima efficienza. Questo risulta in una capacità di adattarsi ai cambiamenti della luce solare notevolmente superiore rispetto alle lenti già note. L’elemento ottico fotocromatico risultante si scurisce più rapidamente che le lenti già note e si schiarisce in modo ancora più rapido che le lenti già note come è facile verificare tramite prove comparative. Il processo inoltre è facilmente riproducibile, efficiente e porta a bassissimi fattori di scarto se paragonato a metodi già noti.

Un secondo aspetto della presente invenzione prevede un elemento ottico fotocromatico ottenuto tramite uno dei processi o fasi dei processi sopra descritti.

Un terzo aspetto della presente invenzione prevede un elemento ottico fotocromatico comprendente un dato corpo ottico, un primo strato comprendente una resina trasparente disposto sul corpo ottico ed un secondo strato comprendente particelle fotocromatiche. Il secondo strato e' disposto sul primo strato, ed il primo strato e' in un esempio tale da isolare il secondo strato comprendente particelle fotocromatiche dal materiale del corpo ottico.

Ulteriori vantaggi e forme di realizzazione dell´invenzione sono fornite dalle rivendicazioni dipendenti e da ulteriori esempi e forme di realizzazione come descritte nel seguito.

Descrizione dettagliata

Una prima forma di realizzazione dell'invenzione prevede un processo per la preparazione di elementi ottici fotocromatici a partire da un dato corpo ottico. Il dato corpo ottico è un componente dotato di una determinata trasparenza e avente determinate proprietà ottiche quali un certo indice di rifrazione. In altre parole, il corpo ottico permette alla luce di passare attraverso di modo che un utilizzatore sia in grado di poter guardare attraverso tale corpo ottico. Il corpo ottico a cui il procedimento è applicato è un corpo ottico finito prodotto secondo una tecnica nota alla persona esperta del ramo. Per esempio il corpo ottico può essere prodotto per mezzo di uno stampo all'interno del quale viene trattato il materiale che consituirà l'elemento ottico (in altre parole, il curing del materiale costituente il corpo ottico può essere eseguito all'interno dello stampo). Altre tecniche possono essere adottate purchè risultino in un corpo ottico finito avente certe proprietà di trasparenza e indice di rifrazione. Secondo alcuni esempi il corpo ottico può

essere rappresentato da una lente concava o convessa, da uno strato trasparente piano, concavo o convesso, da una visiera, da una lastra trasparente, da una lente oftalmica, etc...
L'invenzione è applicabile a qualsiasi prodotto che comprenda un corpo ottico avente un certo indice di rifrazione. Il materiale utilizzabile per produrre il corpo ottico può consistere in monomeri.

L'elemento ottico fotocromatico sopra citato e realizzato tramite il processo dell'invenzione è rappresentato dal dato corpo ottico dotato di proprietà fotocromatiche, ossia della capacità di cambiare reversibilmente trasmittanza e/o la colorazione in presenza di variazioni dell'intensità della luce solare. La reversibilità è legata al fatto che la trasmittanza e/o la colorazione tornano allo stato antecedente a quello causato dall'esposizione alla luce solare.

Il processo secondo questa forma di realizzazione prevede una fase comprendente il depositare un primo strato comprendente una resina trasparente su detto corpo ottico. Questo primo strato non ha proprietà fotocromatiche ed ha la funzione di isolare il corpo ottico da strati depositati successivamente. Il primo strato è quindi uno strato separatore con caratteristiche di grip tali da rimanere aggrappato al corpo ottico o alla matrice del corpo ottico e tali da mantenere aggrappato il secondo strato fotocromatico. Tale primo strato è scelto in modo che non sia solubizzabile con lo strato fotocromatico. Diversi tipi di resina possono essere impiegati purché mantengano un certo livello di trasmittanza così da non inficiare le proprietà ottiche del corpo ottico sottostante. La persona esperta del ramo è in grado di scegliere una resina adeguata come su indicato e a seconda del grado di trasmittanza desiderato e a seconda del materiale del corpo ottico con il quale detta resina deve essere adatta a legare.

Il processo secondo questa forma di realizzazione prevede quindi un'ulteriore fase comprendente il depositare sul primo strato precedentemente depositato un secondo strato comprendente particelle fotocromatiche. In altre parole, il primo strato è interposto tra il corpo ottico ed il secondo strato comprendente particelle fotocromatiche. La sequenza è tale che il primo strato viene depositato su un corpo ottico finito ed il secondo strato è depositato successivamente sul primo strato. In un esempio, questo depositare è eseguito di modo che il primo strato è tale da isolare il secondo strato comprendente particelle fotocromatiche dal materiale del corpo ottico. Il secondo strato è pertanto quello comprendente particelle o pigmenti fotocromatici ed è quello responsabile per le proprietà fotocromatiche dell'elemento ottico fotocromatico. La funzione del primo strato è quella di isolare il corpo ottico dal secondo strato. Pertanto la persona esperta del ramo a seconda delle circostanze dosa il primo strato in maniera sufficiente da garantire che il secondo strato non entri in contatto con il corpo ottico o con la superficie del corpo ottico. Il primo strato, come già detto, consente di isolare lo strato fotocromatico dal corpo ottico. Pertanto, le particelle fotocromatiche possono assumere liberamente una configurazione ottimale per espletare le proprie funzionalità fotocromatiche senza essere influenzate dalla struttura della superficie del corpo ottico. Infatti, le particelle o pigmenti fotocromatici possono assumere le posizioni steriche necessarie al fine di espletare le proprietà fotocromatiche con massima efficienza. Senza il primo strato, infatti, i pigmenti fotocromatici sarebbero limitati stericamente dalla matrice del corpo ottico e non reagirebbero ai cambi di intensità della luce solare con la stessa rapidità e reversibilità come nella presente invenzione. Da qui derivano la rapidità nello scurirsi e nello schiarirsi al variare della luce a cui il corpo ottico è esposto. Inoltre, poiché lo strato fotocromatico è disposto sul corpo ottico già finito, le particelle fotocromatiche non devono subire i trattamenti necessari per formare il corpo ottico. Pertanto, le proprietà

fotocromatiche non sono deteriorate dai procedimenti necessari per produrre il corpo ottico.

Il processo secondo questa forma di realizzazione può comprende quale ulteriore fase, opzionale, il depositare sul secondo strato un terzo strato comprendente una soluzione di una resina, in cui questo terzo strato e' tale da isolare il secondo strato dall'esterno. Il primo ed il terzo strato, pertanto, vanno a racchiudere il secondo strato avente proprietà fotocromatiche. In altre parole, il secondo strato viene a trovarsi interposto tra il primo ed il terzo così da creare una struttura a sandwich. Le sostanze del secondo e del terzo strato dovranno quindi essere scelte di modo che il secondo strato non sia solubilizzabile nella soluzione che va a formare il terzo strato. Ad esempio, quando il secondo strato è già stato determinato, la soluzione del terzo strato dovrà essere scelta di modo che il secondo strato non sia solubilizzabile nella soluzione che andrà a formare il terzo strato. Il secondo strato dovrà essere inoltre tale da permettere un ancoraggio del terzo strato su di esso. La persona esperta del ramo potrà quindi scegliere i vari strati dal primo al terzo purché si verifichi che il primo strato non sia solubilizzabile nella soluzione che andrà a formare il secondo strato e purché il secondo strato non sia solubilizzabile nella soluzione che va a formare il terzo strato. Il vantaggio di questo processo consiste nel fatto che è possibile ottenere un isolamento delle sostanze fotocromatiche dall'ambiente esterno e dal contatto con la superficie del corpo ottico. Il terzo strato protegge lo strato fotocromatico da ulteriori fattori esterni o trattamenti successivamente applicati al corpo ottico, migliorandone ulteriormente le prestazioni e il loro permanere nel tempo.

Il processo secondo la prima forma di realizzazione comprende quale ulteriore fase, anch’essa opzionale, il depositare su detto terzo strato un quarto strato comprendente una resina poliuretanica. Le sostanze del terzo e del quarto strato dovranno

essere scelte di modo che il terzo strato non sia solubilizzabile nella soluzione che va a formare il quarto strato, similarmente a quanto discusso per i primi tre strati. Grazie al quarto strato e' possibile fornire all'elemento ottico fotocromatico un ulteriore vantaggio consistente nel dotarlo di una particolare resistenza contro attacchi esterni di tipo meccanico o chimico.
L'interposizione del terzo strato tra il secondo strato fotocromatico ed il quarto strato citato consente di poter applicare un quarto strato conferente all'elemento ottico determinate proprietà meccaniche e chimiche senza che detto quarto strato vada ad inficiare le proprietà del secondo strato fotocromatico. In altre parole, grazie al terzo strato protettivo disposto sul secondo strato fotocromatico, è possibile applicare una serie di trattamenti all'elemento ottico senza che questi vadano a deteriorare le proprietà fotocromatiche dell'elemento ottico risultante. In altre parole, il terzo strato non ha solamente la funzione di isolare il secondo strato fotocromatico dall'esterno, ma anche di permettere l'applicazione di altri strati o processi sull'estero dell'elemento ottico che altrimenti danneggerebbero lo strato fotocromatico.

Nel processo su descritto, il secondo strato può comprendere pigmenti organici fotocromatici solubilizzati in un solvente organico e miscelati con la soluzione di una resina.

Nel processo su descritto, la fase del depositare detto primo strato può essere eseguita immergendo il corpo ottico in una soluzione comprendente la resina trasparente. L'immersione può essere quindi seguita dalla termoasciugatura di quanto prodotto.

Le successive fasi di deposito degli altri strati possono ugualmente essere eseguite tramite immersione dell'elemento ottico comprensivo dello strato/degli strati precedentemente depositati in un'apposita soluzione come spiegato anche più avanti in un ulteriore esempio.

Le fasi di immersione sopra descritte possono essere eseguite secondo la tecnica del dip-coating. I parametri del dip-coating verranno naturalmente selezionati secondo le necessità e quindi attentamente controllati durante l'esecuzione delle varie fasi del processo. Altri sistemi di deposito possono comunque essere considerati, quali ad esempio lo spray coating o lo spin coating. Il vantaggio dell'applicazione del dip-coating rispetto ad altre tecniche consiste nell'uniformità' di applicazione di ciascuno strato.

Il presente procedimento si applica ad un corpo ottico già formato e finito, prodotto ad esempio tramite uno stampo. Nel produrre il corpo ottico, il materiale di partenza viene sottoposto ad una serie di trattamenti. Il processo dell'invenzione, tuttavia, si applica al corpo già finito. Pertanto, l'applicazione di uno o più di detti strati a detto corpo ottico finito evita lo stress meccanico, termico e/o chimico che invece si avrebbe nel caso in cui le particelle fotocromatiche fossero mescolate e curate con il materiale del corpo ottico o depositate nello stampo e successivamente curate insieme al materiale costituente il corpo ottico o depositate direttamente sulla superficie del corpo ottico.

Il procedimento secondo la presente invenzione àncora lo strato fotocromatico (resina + pigmenti disciolti) su una lente oftalmica già polimerizzata (lente finita); per di più tale strato fotocromatico non viene deposto direttamente sulla superficie della lente bensì su un altro strato costituito da una resina che lo isola dalla matrice della lente di base consentendone, nel contempo, una forte e stabile adesione ad essa. Non si possono verificare fenomeni di trasferimento dei pigmenti fotocromatici, neanche parziali, dalla resina dello strato che li contiene, alla matrice della lente perché il primo strato che permette l'ancoraggio alla stessa, costituisce una barriera che impedisce di fatto tali trasferimenti. Peraltro i sistemi di

termoasciugatura degli strati deposti sulla matrice della lente di base non sono tali, per durata e temperatura, da produrre trasferimenti di materiale tra strati contigui (come in un lungo ciclo di curing necessario per la formazione della lente di base). In una forma di realizzazione il primo strato che permette l'ancoraggio dello strato fotocromatico al corpo ottico è uno strato separatore con caratteristiche di grip tali da permettere un ancoraggio del successivo strato. Tale primo strato è scelto in modo che non sia solubizzabile con lo strato fotocromatico. Diversi tipi di resina possono essere impiegati purché mantengano un certo livello di trasmittanza così da non inficiare le proprietà ottiche del corpo ottico sottostante. Questo consente una separazione tra la matrice del corpo ottico e le particelle fotocromatiche e al tempo stesso un ancoraggio stabile dello strato fotocromatico. Un vantaggio consiste quindi in una struttura ancorata e stabile nel tempo.

La presenta invenzione scaturisce anche da queste considerazioni tecniche, da attente osservazioni e riconoscimenti non immediati dei meccanismi che portano ad un miglioramento delle prestazioni degli elementi ottici fotocromatici. In altre parole, il processo di deposito multistrato per mezzo di tecnica dip-coating consente di ottenere il deposito di uno strato fotocromatico protetto dalla superficie del corpo ottico e opzionalmente anche dall'esterno, senza che detto strato fotocromatico subisca sostanziali stress termici, meccanici e/o chimici. Il conseguente elemento ottico fotocromatico possiede notevoli proprietà fotocromatiche contraddistinte da una spiccata velocità di reazione in corrispondenza di variazioni dell'intensità della luce. Tra le proprietà vi è anche un'alta reversibilità. Pertanto elementi ottici secondo l'invenzione sono in grado di scurisci e schiarirsi molto velocemente. Test di laboratorio hanno dimostrato un notevole miglioramento rispetto a lenti prodotte secondo le tecniche già note nell'arte.

Una seconda forma di realizzazione della presente invenzione prevede un elemento ottico fotocromatico ottenuto tramite uno dei processi o fasi dei processi sopra descritti.

Un terza forma di realizzazione della presente invenzione prevede un elemento ottico fotocromatico comprendente un dato corpo ottico, un primo strato comprendente una resina trasparente disposto sul corpo ottico ed un secondo strato comprendente particelle fotocromatiche. Il secondo strato e' disposto sul primo strato, ed il primo strato e' in un esempio tale da isolare il secondo strato comprendente particelle fotocromatiche dal materiale del corpo ottico.

Ulteriori forme di realizzazione della presente invenzione inoltre prevedono dei prodotti comprendenti l'elemento ottico fotocromatico descritto sopra. Tale prodotto può essere costituito ad esempio da una lente oftalmica, da un filtro solare, da una lente da sole la cui trasparenza varia a seconda dell'intensità della luce solare, da una visiera, da un casco, da un filtro ottico, da un pannello trasparente, da un parabrezza fotocromatico. Infatti l'elemento ottico dell'invenzione può essere applicato a qualsiasi corpo ottico avente una determinata trasparenza ed al quale si vogliano applicare delle proprietà fotocromatiche.

Il processo, l’elemento ottico, gli articoli o prodotti comprendenti un elemento ottico secondo l’invenzione hanno il vantaggio che le particelli o i pigmenti fotocromatici si trovano in un ambiente più favorevole per l'espletamento della reversibilità conformazionale delle molecole stesse; con il risultato di ottenere tempi di scurimento più corti quando il corpo ottico non attivato, ossia trasparente, viene sottoposto ad intensa luce solare; e di ottenere tempi di scoloramento (fading rate) più corti quando la lente attivata, ossia scura, passa in un ambiente chiuso, non illuminato dalla luce solare. Il processo dell’invenzione risultante in tali corpi ottici vantaggiosi, è

inoltre di per se molto efficiente, porta a ad eleveta rese (elevato yield), è di facile riproducibilità e semplice da mettere in pratica.

Nel seguito verranno presentate altre forme di realizzazione della presente invenzione o alcune implementazioni relative ad alcune fasi o parti della presente invenzione.

Secondo una di tali forme di realizzazione, la presente invenzione prevede un processo per il trattamento di lenti oftalmiche organiche. E' evidente che lo stesso processo può essere eseguito anche su corpi ottici finiti diversi da lenti oftalmiche, ad esempio a visiere di caschi, a superfici trasparenti piane, concave o convesse, etc... E' inoltre evidente che il processo può essere applicato su altri tipi di lenti oftalmiche.

Il procedimento secondo una forma di realizzazione si basa su una serie di trattamenti delle superfici di una lente oftalmica finita, di vario indice di rifrazione, realizzate in sequenza con la tecnica del sol/gel dip-coating. La lente finita e' una lente oftalmica finita prodotta secondo uno dei metodi noti alla persona esperta del ramo.

I trattamenti effettuati in sequenza su una lente sono i seguenti. Si intende che non tutti i trattamenti debbano essere eseguiti. Infatti, anche solo uno o una combinazione di due o più dei seguenti trattamenti possono essere seguiti secondo la presente invenzione.

- Trattamento della lente oftalmica organica finita.

La lente organica oftalmica finita, di vario indice di rifrazione, viene immersa in una vaschetta contenente la soluzione di una resina trasparente, mediante un dip-coater. Tale operazione ha il compito di preparare la lente oftalmica ai trattamenti successivi

e di isolarla dallo stato sovrastante contenente i pigmenti fotocromatici. La viscosità, il contenuto solido della soluzione della resina ricoprente, il tempo di immersione e la velocità di estrazione dei prodotti dalla soluzione della resina sono controllati rigorosamente e sono importanti per ottenere un primo strato ricoprente avente determinate caratteristiche. La lente così trattata viene quindi sottoposta ad una termoasciugatura.

- Preparazione del coating fotocromatico.

Quantità determinate di una miscela di pigmenti organici fotocromatici di colore opportuno vengono solubilizzati nella soluzione di una resina. Tale soluzione deve avere determinate caratteristiche di contenuto solido (%w/w di resina nella soluzione) e viscosità. Tali caratteristiche devono essere rigorosamente controllate regolando il contenuto solido e la viscosità mediante diluizione della resina di base con solventi opportuni.

- Trattamento della lente oftalmica.

La lente da trattare viene quindi immersa in un'altra vaschetta contenente il coating fotocromatico mediante un dip-coater programmabile. Lo spessore dello strato attivo fotocromatico che si deposita sullo strato precedente è di primaria importanza. Ciò viene garantito da parametri critici che regolano il processo:

* la viscosità rigorosamente controllata della soluzione della resina contenente il pigmento fotocromatico;

* il tempo di immersione nella vaschetta;

* le velocità costante di estrazione della lente dalla vaschetta;

* il contenuto solido della soluzione della resina contenente i pigmenti in soluzione e la conseguente densità.

Segue la termoasciugatura del secondo strato deposto.

- Trattamento della lenta oftalmica.

La lente già sottoposta ai due trattamenti precedenti ed opportunamente asciugata, viene immersa, con l'impiego del dip-coater, in un'altra vaschetta contenente la soluzione di una resina avente viscosità e contenuto solido controllati. La resina utilizzata per questo terzo trattamento ha la caratteristica di proteggere lo strato fotocromatico sottostante isolandolo dall'esterno. Dopo un determinato tempo di immersione, la lente viene estratta a velocità costante e controllata. Segue la termoasciugatura dello strato deposto.

- Trattamento della lente oftalmica.

La lente viene infine immersa, sempre con l'ausilio del dip-coater, in un'ultima vaschetta contenente una resina poliuretanica che ha la funzione di renderla resistente agli attacchi esterni sia di tipo meccanico che di tipo chimico. Anche per quest'ultimo trattamento risulta essenziale il controllo dei parametri critici quali la viscosità ed il contenuto solido della soluzione che garantiscono l'ottenimento di uno strato di spessore opportuno. Quest'ultimo strato indurente così deposto risulta infine idoneo a ricevere un trattamento finale di coating anti riflesso (AR).

Altre forme di realizzazione prevedono l'applicazione solo di alcuni dei trattamenti di cui sopra. Ad esempio, secondo una forma di realizzazione, una lente e' ottenuta applicando solo il primo trattamento per depositare il primo strato di isolamento ed il secondo trattamento per depositare lo strato fotocromatico.

Secondo altre forme di realizzazione, il processo o uno o più dei trattamenti sopra descritti possono essere realizzati anche mediante altre tecniche quali spray coating o spin coating. Ad esempio, il depositare il primo ed il secondo strato possono essere eseguiti tramite spray coating o spin coating o una combinazione qualsiasi di spin-coating, spray coating e dip-coating. Ad esempio, il primo strato può essere depositato tramite dip coating ed il secondo tramite spray coating. Tutte le combinazioni sono infatti possibile anche per gli ulteriori strati.

Altre forme di realizzazione prevedono alcune varianti al procedimento descritto che possono riguardare:

* la tipologia delle resine utilizzate nei vari passaggi di trattamento delle lenti oftalmiche finite;

* i sistemi di automazione delle fasi di produzione industriale.

La presente invenzione fornisce delle soluzioni ottimali atte a superare o a ridurre i problemi tecnici presentati da altri procedimenti attualmente impiegati nella produzione di corpi ottici quali lenti oftalmiche fotocromatiche presenti sul mercato. In sintesi, la presente invenzione:

* elimina completamente il sistema basato sulla dispersione dei pigmenti organici fotocromatici all'interno della massa del prepolimero prima che avvenga la reticolazione finale della resina all'interno dello stampo; non si hanno di conseguenza tutti gli inconvenienti già descritti, presentati dalle lenti oftalmiche fotocromatiche così prodotte;

* adotta un procedimento più complesso che si basa sul trattamento con i pigmenti fotocromatici delle sole superfici esterne delle lenti;

* per la deposizione dello strato superficiale attivo tramite dipcoating su ottiene l'ulteriore vantaggio di avere un applicazione uniforme e regolare dello spessore dello strato fotocromatico;

* non trasferisce termicamente per diffusione i pigmenti organici nello strato superficiale più esterno della lente oftalmica; evita anzi qualsiasi contatto diretto tra il materiale di cui è costituita la lente oftalmica e lo strato attivo contenente i pigmenti fotocromatici;

* crea un ambiente più favorevole, esterno alla lente e completamente separato da essa, in cui le molecole dei pigmenti fotocromatici possono più liberamente assumere le loro diverse conformazioni steriche.

Altri vantaggi possono così riassumersi, con riferimento a lenti oftalmiche anche se gli stessi vantaggi si riscontrano in qualsiasi altro elemento ottico fotocromatico secondo la presente invenzione.

* le lenti oftalmiche fotocromatiche prodotte con questo procedimento innovativo non presentano tutti gli inconvenienti precedentemente elencati, relativi alle lenti oftalmiche prodotte con il sistema della dispersione dei pigmenti organici nella massa della lente;

* le lenti oftalmiche fotocromatiche così prodotte non presentano differenze di più intensità di colorazione in funzione degli spessori delle lenti finite sottoposte ai trattamenti;

* con questo processo possono essere trattate lenti oftalmiche finite, di diverso indice di rifrazione;

* nel caso in cui si producessero lenti difettose a causa di errori che tipicamente possono accadere in un processo di produzione: a differenza di altri procedimenti noti nello stato dell'arte, è possibile recuperare tutti prodotti di base già trattati, rimuoverne i trattamenti presentanti difetti e sottoporli di nuovo al processo di fotocromatizzazione;

* in questo processo le molecole dei pigmenti sono confinate in uno strato esterno completamente separato dalla superficie della lente oftalmica di base con il cui materiale non c'è alcun contatto; lo strato con i pigmenti fotocromatici, inoltre, è situato tra due strati protettivi in una forma di realizzazione: uno sottostante che lo "isola" dalla lente oftalmica organica; l'altro, sovrastante che lo "blocca" proteggendolo da eventuali danneggiamenti provenienti dall'esterno (urti, scalfitture, abrasioni, attacchi di solventi, detergenti, ecc.)

La soluzione adottata è tale da creare un ambiente più favorevole per le molecole di pigmento che possono assumere più liberamente le conformazioni steriche necessarie per esercitare la loro attività fotocromatica. Questa proprietà si evidenzia concretamente con una maggiore e più evidente velocità di scoloramento reversibile (fading rate).

Nel caso in cui il deposito dello strato o degli strati venga effettuato tramite il dip-coating, quanto segue va anche notato. Il dip coating comprende l'immergere il corpo ottico in una determinata soluzione. Ne consegue che sul corpo ottico viene normalmente a depositarsi uno strato (indifferentemente che sia il primo, secondo, terzo o quarto di uno di quelli sopra descritti) tutto intorno al corpo ottico. As esempio, nel caso in cui il corpo ottico sia una lente oftalmica a cui venga applicato il dip coating secondo una delle forme di realizzazione sopra descritte, è possibile ottenere un elemento ottico in cui la lente presenta rispettivi strati su ambedue le facce della lente. La presenza di

due strati fotocromatici su ambedue le facce della lente comporta l'ulteriore vantaggio di aumentare l'intensità dello scurimento e comporta una maggiore durata nel tempo delle proprietà fotocromatiche. Tuttavia, è possibile anche realizzare elementi ottici quali lenti oftalmiche tramite dip coating aventi una sola faccia esposta al/ai trattemento/i secondo l'invenzione. Cio' è possibile ad esempio eseguendo il dip coating sull'intera lente o corpo ottico e successivamente rimuovendo lo/gli strati depositati/o su una delle due facce. La rimozione può essere effettuata in qualsiasi modo come noto alla persona esperta del ramo. Un'altra soluzione consiste nell'applicare ad una delle due facce su cui non si desidera il deposito dello strato/i, di un ulteriore strato tale da non consentire il deposito della soluzione in cui viene immerso il corpo ottico o lente. Tale ulteriore strato quindi può essere scelto in modo da rimanere inattaccato dagli agenti della soluzione in cui il corpo è immerso. In tal caso, se lo strato non influisce sulle proprietà ottiche del corpo, può essere lasciato. Alternativamente, l'ulteriore strato può essere tale da poter essere rimosso molto facilmente. Vantaggi della doppia stratificazione (ossia deposizione di strati su due facce della lente) consistono ad esempio nella possibilità di attivare uno strato, ad esempio quello interno non esposto direttamente alla sorgente luminosa, tramite luce riflessa con un conseguente aumento delle proprietà fotocromatiche e dei tempi di reazione dell'elemento ottico nel suo complesso. Un ulteriore vantaggio consiste nel prolungare la vita media dell'elemento ottico fotocromatico.

Secondo un'ulteriore forma di realizzazione, quindi, il processo dell'invenzione consente di rendere attive dal punto di vista fotocromatico entrambe le superfici, esterna ed interna delle lenti organiche oftalmiche, con un sistema di stratificazione multipla che posiziona lo strato contenente i pigmenti fotocromatici completamente all'esterno della lente oftalmica e separato da essa, contenuto tra due strati protettivi che ne

garantiscono una maggior durata nel tempo ed una maggiore velocità di scolorimento graduale (fading rate). Il nuovo procedimento si applica su una lente oftalmica organica già finita, di vario indice di rifrazione e di varia gradazione, e si realizza sottoponendo la lente stessa ad una serie di operazioni di trattamento delle superfici, eseguite in sequenza. Ciascun trattamento assolve ad una determinata funzione e crea uno strato superficiale sottile esterno ai materiali di cui questi prodotti sono costituiti.

Il processo dell'invenzione trasforma un corpo ottico quale una lente oftalmica organica già finita in un prodotti che si attiva se esposto alla luce solare, diminuendo in maniera reversibile la trasmittanza percentuale.

I corpi ottici quali lenti fotocromatiche così prodotti, inoltre, potranno essere sottoposti successivamente ai normali trattamenti antiriflesso (AR) sulla loro superficie esterna.

Secondo un'altra forma di realizzazione, la presente invenzione consiste in un elemento ottico comprendente una struttura di tipo a sandwich formato da tre strati sottili.

Lo strato centrale del sandwich è costituito da un film di pigmenti organici fotocromatici solubilizzati in un solvente organico opportuno e miscelati con la soluzione di una resina.

I pigmenti o le miscele di pigmenti fotocromatici utilizzati appartengono alle normali classi di molecole fotocromatiche reperibili oggi sul mercato, che presentano la caratteristica di essere solubili e compatibili con solventi organici quali Toluene, Xilene, THF, Etil acetato, Dimetil chetone, Etanolo o altri alcooli, Idrocarburi (eteri di petrolio), necessari per la preparazione di un sol (resina + soluzione di pigmenti fotocromatici in un solvente organico).

La viscosità ed il contenuto solido del sol resina/pigmenti fotocromatici/solventi organici devono essere rigorosamente controllati in quanto sono parametri importanti per ottenere uno strato fotocromatico ottimale avente le caratteristiche richieste.

Lo strato di resina contenente al suo interno i pigmenti fotocromatici presenta uno spessore ottimale e contiene un'alta concentrazione di pigmenti sufficienti a portare la lente oftalmica, al termine della irradiazione con lampada UV, ad un massimo di scurimento corrispondente a valori di Trasmittanza percentuale (T%) compresi tra il 18% ed il 13 %.

Lo strato inferiore del sandwich contenente al centro lo strato fotocromatico presenta caratteristiche di forte adesione ed ancoraggio alla superficie della lente oftalmica finita.

Lo strato superiore del sandwich, oltre ad avere la funzione di protezione dello strato fotocromatico isolandolo dall'ambiente esterno presenta caratteristiche tali da consentire un successivo trattamento di indurimento, producendo l'ulteriore vantaggio di rendere la lente del tutto simile, per caratteristiche fisiche, ad una lente antigraffio.

I test, ben noti agli esperti del settore, cui sono state sottoposte le lenti trattate con questo procedimento (test di abrasione, flessione e resistenza agli choc termici) hanno mostrato comportamenti del tutto simili a quelli di normali lenti antigraffio.

I metodi utilizzati per la deposizione degli strati costituenti il sandwich attivo sono stati quelli noti agli esperti del settore e normalmente impiegati quali lo spin- coating, lo spray-coating e il dip-coating con una preferenza per quest'ultimo metodo. Le

considerazioni fatte più sopra sono valide per la lente in discussionne.

Gli strati deposti sono tipicamente sottoposti a trattamenti di termoasciugatura a temperature e tempi controllati.

Questo procedimento può essere applicato ad una varietà di materiali di buona qualità usati oggi per la produzione di lenti oftalmiche.

L'invenzione può essere applicata indifferentemente a lenti oftalmiche aventi indici di rifrazione differenti (da quelli a basso indice a quelli ad alto indice).

Il sistema di strati a sandwich che isola lo strato attivo fotocromatico dal materiale della lente o della matrice di supporto, crea un ambiente più idoneo e favorevole in cui i pigmenti fotocromatici possono più liberamente assumere le conformazioni steriche necessarie per esercitare al meglio la loro attività fotocromatica reversibile.

La più funzionale collocazione delle molecole dei pigmenti all'esterno delle lenti e separate dalla matrice di cui sono costituite, si traduce in velocità di scoloramento nettamente più alte con tempi più brevi sia rispetto a quelle fabbricate con colorazioni in massa sia a quelle ottenute mediante trasferimento termico dei pigmenti negli strati superficiali più esterni delle lenti.

Uno degli ulteriori vantaggi della presente invenzione consiste nel fatto che le molecole del pigmento non vengono trasferite termicamente all'oggetto su detto. Invece, secondo la tecnica dello stato dell'arte basata sul trasferimento termico, le molecole verrebbero comunque a trovarsi all'interno del materiale della lente, cioè in un ambiente meno favorevole per

l'espletamento della reversibilità conformazionale delle molecole stesse.

Un ulteriore vantaggio si riscontra nell'applicazione della presente invenzione ad elementi ottici fotocromatici formati a partire da corpi ottici colorati. Tipicamente tali corpi ottici presentano particelle coloranti mescolare nel polimero che va a formare il corpo ottico. La presente invenzione applicata a tali corpi ottici colorati è tale da non degradare e non interagire con le molecole coloranti del corpo ottico, per cui l'efficienza del corpo ottico è migliorata anche in presenza di diverse colorazioni del corpo ottico.

In altre applicazioni, è possibile ottenere degli elementi ottici fotocromatici aventi diversa colorazione tramite utilizzo di particolari pigmenti nello strato fotocromatico. Questo strato fotocromatico fornisce un determinato colore alla lente. La presente invenzione non deteriora lo strato fotocromatico contenente detti pigmenti aventi colorazioni determinate, per cui l'effetto della colorazione è migliore e più evidente. Pertanto, la presente invenzione è applicabile ad una grande varietà di colori e risulta in una grande varietà di colori realizzabili per l'elemento ottico fotocromatico. Nello stato dell'arte, invece, le applicazioni sono ristrette a poche limitate colorazioni.

E' da osservare che nelle varie forme di realizzazione descritte, ciascuno strato deve essere tale da non essere solubilizzabile nella soluzione che andrà a costituire lo strato successivo deposto su quello precedente. Inoltre, lo strato sottostante dovrà essere tale da ancorare lo strato successivo.

Riferimento è stato fatto a particelle fotocromatiche in grado di attivarsi reversibilmente in presenza di luce solare. Tipicamente le particelle fotocromatiche si attivano o disattivano in presenza o meno di lunghezze d'onda nella regione UV. Tuttavia, è possibile

applicare la presente invenzione anche ad altre particelle fotocromatiche attivabili tramite lunghezza d'onda diverse da quelle della regione UV.

APPLICAZIONE INDUSTRIALE

Il procedimento descritto può essere utilizzato industrialmente per la produzione di lenti oftalmiche organiche o altri elementi ottici, resi fotocromatici in seguito ai trattamenti descritti. Per una produzione su scala piccola o media occorre prevedere l'automazione dell'intera sequenza delle operazioni di trattamento, necessaria per il controllo qualità delle operazioni e per la loro perfetta riproducibilità. A questo proposito ed in termini generali i sistemi di automazione della linea di produzione dovrà preferibilmente o possibilmente basarsi sulle seguenti indicazioni di massima (tuttavia si nota che altre condizioni per l'esecuzione dell'invenzione sono del tutto valide):

* le fasi del processo dovranno essere preferibilmente realizzate all'interno di una camera bianca (cleanroom), a temperatura ed umidità relativa controllata;

* per quanto riguarda le potenzialità di produzione realizzabili con questo sistema, occorre dire che il procedimento descritto è modulabile, dipendendo solo - facendo riferimento ad esempio all'uso del dip-coating - dalle dimensioni delle vaschette contenenti le varie soluzioni di resine, dei cestelli porta-lenti o porta pezzi, dei dip-coater, delle postazioni di termoasciugatura. La stessa modularità si riscontra anche seguendo altre forme di realizzazione comprendenti spraying e spin coating.

* occorreranno inoltre, sistemi di controllo delle soluzioni delle varie resine per verificarne frequentemente i parametri critici quali viscosità e contenuto solido;

Va inoltre osservato che il termine trasparenza (o trasparente) è stato anche impiegato indifferentemente per significare trasmittanza, ossia la capacità di un corpo di lasciarsi attraversare dalla luce.

Questo procedimento presenta quindi un altro vantaggio quello cioè di essere modulabile ossia applicabile alla produzione di poche o di molti elementi ottici quali lenti oftalmiche, di pochi o molti pezzi di prodotti assimilabili; occorrerà intervenire solo sul dimensionamento di alcuni componenti essenziali della linea di produzione.

Rivendicazioni

1. Processo per la preparazione di elementi ottici fotocromatici a partire da un dato corpo ottico, detto processo comprendente le seguenti fasi:
- depositare un primo strato comprendente una resina trasparente almeno su una parte di detto corpo ottico;
- depositare sul primo strato precedentemente depositato un secondo strato comprendente particelle fotocromatiche, in cui detto primo strato non e' solubizzabile con detto secondo strato.

2. Il processo secondo la rivendicazione 1, comprendente quale ulteriore fase il depositare su detto secondo strato un terzo strato comprendente una soluzione di una resina, detto terzo strato tale da isolare il secondo strato dall'esterno.

3. Il processo secondo la rivendicazione 2, comprendente quale ulteriore fase il depositare su detto terzo strato un quarto strato comprendente una resina poliuretanica.

4. Il processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, nel quale il secondo strato comprende pigmenti organici fotocromatici solubilizzati in un solvente organico e miscelati con la soluzione di una resina.

5. Il processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, nel quale la fase del depositare detto primo strato comprende immergere detto corpo ottico in una soluzione comprendente detta resina trasparente e un successivo termoasciugare.

6. Il processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, nel quale il depositare è eseguito per mezzo di una delle tecniche comprendenti il dip-coating, spraying e spin- coating.

7. Il processo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il primo strato e' tale da isolare il secondo strato comprendente particelle fotocromatiche dal materiale del corpo ottico o dalla matrice costituente il corpo ottico.

8. Un elemento ottico fotocromatico ottenuto tramite il processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1 a 7.

9. Un elemento ottico fotocromatico comprendente:
- un dato corpo ottico;
- un primo strato comprendente una resina trasparente, detto strato disposto su detto corpo ottico;
- un secondo strato comprendente particelle fotocromatiche e disposto sul primo strato, in cui detto primo strato non e' solubizzabile con detto secondo strato.

10. Un prodotto comprendente un elemento ottico fotocromatico secondo la rivendicazione 8 o 9.

English translation of claims /
Traduzione in inglese delle rivendicazioni

1. Process for the preparation of photochromic optical elements starting from a given optical part, the process comprising the followings steps:

- placing a first layer comprising a transparent resin at least on a part of said optical part;

- placing on said first layer previously placed a second layer comprising photochromic particles.

2. The process according to claim 1, comprising a further step of placing, on said second layer, a third layer comprising a solution of a resin, said third layer such that it isolates the second layer from the outside.

3. The process according to claim 2, comprising the further step of placing on said third layer a fourth layer comprising a polyurethanic resin.

4. The process according to any of the preceding claims, wherein the second layer comprises organic photochromic pigments solubilized in an organic solvent and mixed with a solution of a resin.

5. The process according to any of the preceding claims, wherein the step of placing said first layer comprises dipping said optical part in a solution comprising said transparent resin and a following heat drying.

6. The process according to any of the preceding claims, wherein the placing is performed by means of one of the techniques among dip-coating, spraying and spin-coating.

7. The process according to any of the preceding claims, wherein the first layer is such that it isolates the second layer comprising photochromic particles from the material of the optical element or from the matrix of the optical element.

8. A photochromic optical element obtained by means of the process according to any of the claims 1 to 7.

9. A photochromic optical element comprising:

- a given optical part;
- a first layer comprising a transparent resin, said layer placed over said optical part;
- a second layer comprising photochromic particles and placed on the first layer.

10. A product comprising a photochromic optical element according to claim 8 or 9.