

EPIL EVOLUTION 808

I nostri laboratori hanno selezionato per il miglioramento e l'aggiornamento del Laser a Diodo IR 808nm una nuova tecnologia più performante e resistente

“DIA-VCSEL” Diod IR Advanced -Vertical cavity surface emitting laser

1

I vantaggi del diodo VCSEL:

- **Maggiore superficie di emissione** – *(Più porzione di tessuto coinvolta dall'irradiazione).*
- **Maggiore uniformità della superficie di emissione** – *(Precisione e omogeneità di irradiazione).*
- **Maggiore densità di potenza disponibile** – *(Più efficace e preciso).*
- **Gestione del calore semplificata** - *(Più performante e sicuro, maggior percezione di freddo).*
- **Spettro della lunghezza d'onda più selettivo** – *(La precisione di lunghezza d'onda ci garantisce la maggior selettività nell'individuazione e denaturazione del bersaglio (target) prescelto. Nel trattamento di foto-epilazione a 808nm con VCSEL il cromoforo Melanina viene fortemente impattato mentre l'Acqua intratessutale e l'Ossiemoglobina non vengono coinvolti).*
- **Maggiore stabilità della lunghezza d'onda** - *(Più selettivo sul cromoforo, meno invasivo sugli altri tessuti).*
- **Maggiore affidabilità** - *(Più sicurezza per l'Operatore).*
- **Corrente di soglia inferiore** - *(Miglior gestione dei componenti elettronici).*
- **Migliori caratteristiche del cono di emissione** - *(Più impattante sul cromoforo selezionato).*

Specifiche di aggiornamento Laser 808nm V2

Evoluzione da diodo a barre a DIA/VCSEL

Come prima cosa è bene specificare che la tecnologia tradizionale a diodo a barre (tecnicamente Edge-Emitter, emettitore sul bordo), attualmente utilizzata nella gran parte dei dispositivi laser per epilazione, e la tecnologia innovativa DIA (VCSEL), sono entrambe tecnologie laser a 808nm. Per questo motivo condividono le principali caratteristiche fisiche proprie dell'emissione laser, per cui non ci sono differenze riguardo la metodica di utilizzo, e i risultati del trattamento di epilazione sono equivalenti.

La nuova tecnologia VCSEL ha però diversi vantaggi a livello tecnico nei confronti della tradizionale Edge-Emitter, che possiamo riassumere qui:

- Maggiore superficie di emissione,
- Maggiore uniformità della superficie di emissione,
- Maggiore densità di potenza disponibile,
- Gestione del calore semplificata,
- Spettro della lunghezza d'onda più selettivo,
- Maggiore stabilità della lunghezza d'onda,
- Maggiore affidabilità,
- Corrente di soglia inferiore,
- Migliori caratteristiche del cono di emissione.

La VCSEL è una tecnologia più innovativa, ma non per questo meno sicura. E' stata inventata a metà degli anni ottanta, e poi via via perfezionata fino allo stato attuale.

2

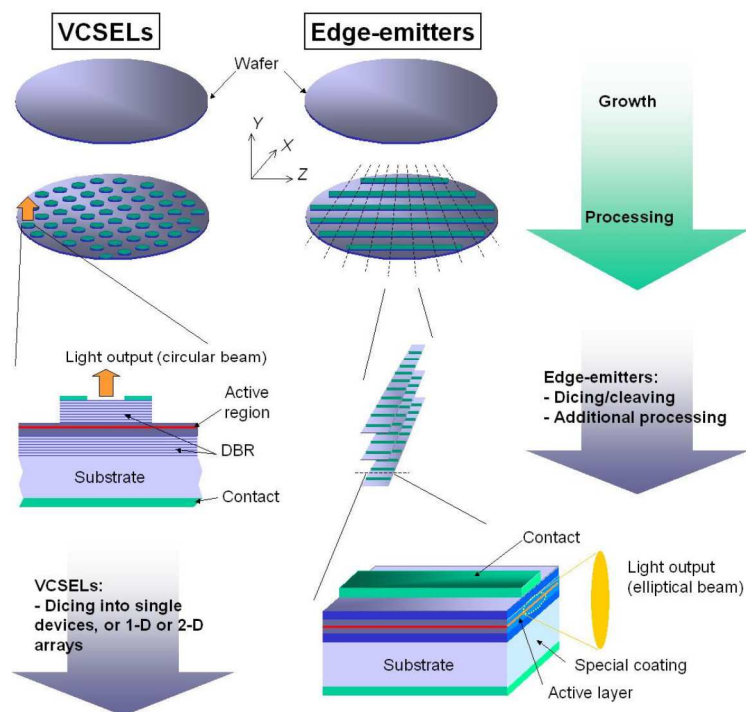


Figura 1 - processo produttivo delle due tecnologie

Nei tradizionali diodi laser Edge-Emitter l'emissione del raggio infrarosso avviene attraverso uno dei bordi del componente. Nei diodi VCSEL (vertical-cavity surface-emitting diode laser) invece l'emissione avviene attraverso la superficie verticale (come nei diodi led).

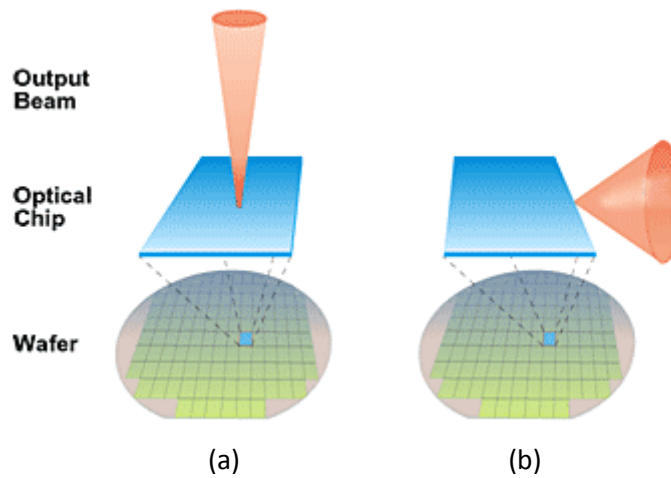


Figura 2 – emissione laser: (a) VCSEL , (b) Edge-Emitter

Ciascun diodo laser ha potenze nell'ordine dei Watt, mentre il trattamento di foto-epilazione necessita di diverse centinaia di Watt. Per questo motivo i singoli diodi laser vengono uniti a formare una struttura che può avere diverse conformazioni. Per questo motivo, gli Edge-Emitter vengono disposti su barre (bars), e le barre disposte in una pila (stack).

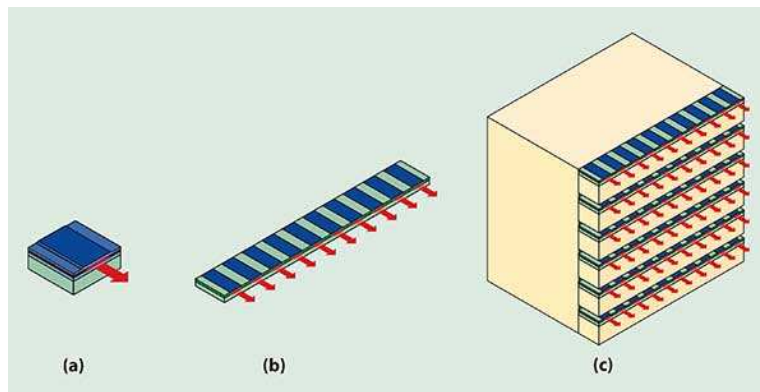


Figura 3 - (a) diodo laser tradizionale, (b) barra di diodi laser, (c) stack di barre

Come si vede dalla figura, ciascun elemento risulta essere molto distanziato dal successivo. Questa disposizione crea una superficie di emissione altamente disomogenea, in cui l'effettiva sorgente laser è raggruppata in piccoli punti, mentre il resto della superficie non partecipa all'emissione. Ogni diodo rappresenta quindi un punto di alta concentrazione di potenza, detto anche hot-spot (punto caldo).

I diodi VCSEL, invece, possono essere composti in array bidimensionali direttamente in fase di produzione del silicio, dando vita ad array di diodi molto compatti. La superficie di emissione è quindi molto più uniforme, e questo permette anche una maggior densità di potenza (W/cm^2). La maggior uniformità di emissione evita la creazioni di punti caldi e freddi ravvicinati all'interno della struttura, i quali possono accelerare il processo di usura del laser.

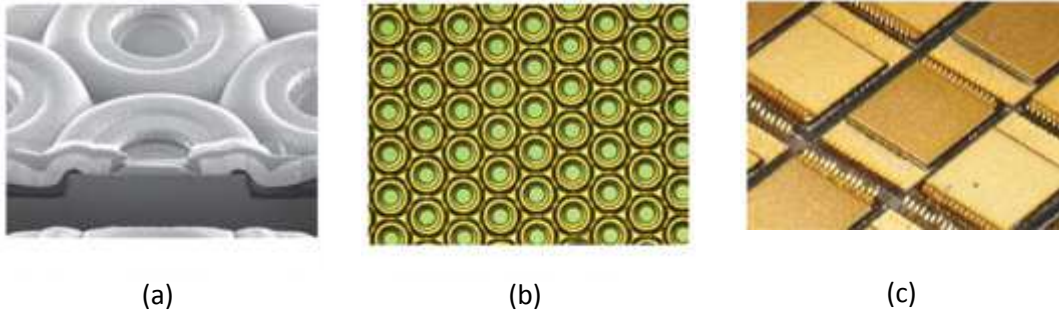


Figura 4 - (a) struttura diodi VCSEL, (b) chip con array 2D di diodi VCSEL, (c) diversi chip montati affiancati

La maggiore uniformità implica anche una maggiore dimensione dell'area di emissione del fascio laser. Questo, a parità di potenza d'uscita significa minori concentrazioni di energia, con minori difficoltà di gestione. Nella figura sotto si può valutare la differenza in termini di area della superficie di emissione del VCSEL nei confronti dell'Edge-Emitter:

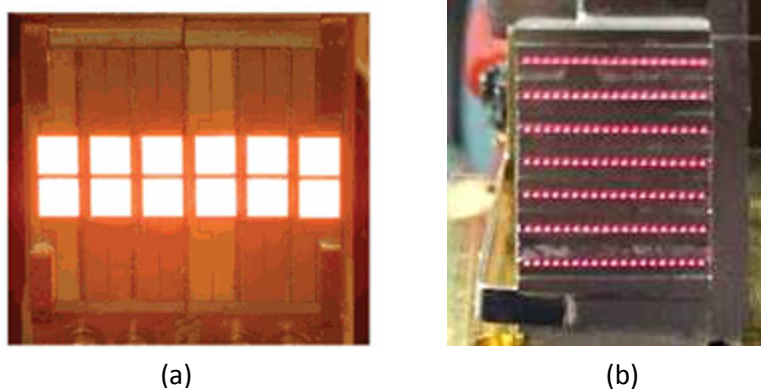


Figura 5 – superficie di emissione: (a) stack VCSEL, (b) stack di barre diodi Edge-Emitter

Come abbiamo visto i diodi Edge-Emitter vengono assemblati su barre, le barre installate su supporti e i supporti impilati a formare lo stack. Per gestire la dissipazione del calore generato da questo tipo di diodi esistono due tecnologie di raffreddamento a liquido: la micro-channel (micro-canali) e la macro-channel (macro-canali). La micro-canali è la più performante, ma ha richieste molto restrittive sulle caratteristiche di qualità dell'acqua. Richiede infatti uno o più filtri per bloccare le particelle inferiori a 5 μ m e un filtro deionizzante, oltre che un controllo elettronico della conducibilità dell'acqua. La dimensione dei condotti di raffreddamento dello stack è inferiore al millimetro, e questo rende la sua struttura molto delicata. Per esempio, è molto facile che il micro-canale si intasi in presenza di piccole impurità, e questo comporta un non corretto raffreddamento dei diodi nella parte interessata. Inoltre il micro-canale è soggetto a fenomeni di corrosione dovuti ad elettrolisi. Questo è dovuto alla presenza di diversi materiali nel circuito di raffreddamento e alla conducibilità dell'acqua.

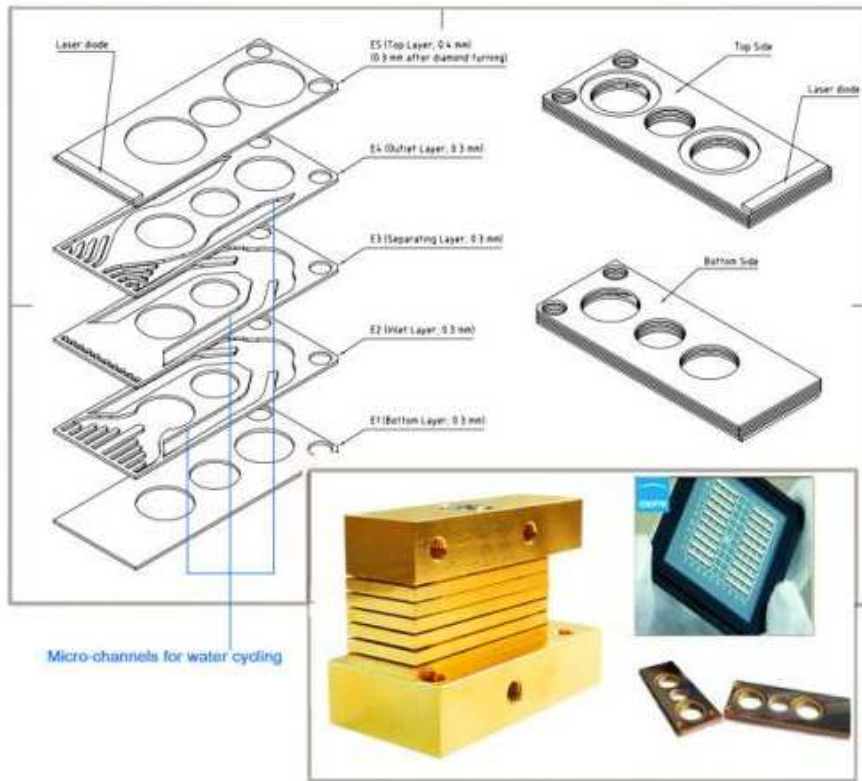


Figura 6 – stack a micro-canali

La tecnologia macro-canali, per contro, ha minori restrizioni sulla qualità dell'acqua, può infatti funzionare con acqua di rubinetto. I canali di raffreddamento sono molto più grandi, ma questo comporta una minore capillarità ed una maggiore distanza dal diodo da raffreddare. Questo significa una minore efficienza di raffreddamento, per cui il diodo tende ad avere cicli di riscaldamento-raffreddamento più ampi. Tutto ciò può ridurre sensibilmente la vita del diodo stesso.

5



Figura 7 - stack a macro-canali

Il diodo VCSEL, invece, ha un packaging simile a quello di un microprocessore, il calore deve attraversare solo uno spessore di pochi micron di substrato, per cui il processo di rimozione del calore è molto efficiente. Esso può essere quindi assemblato con tecnologie simili a quelle dei componenti a montaggio superficiale (SMD), per cui più semplici e affidabili.



Figura 8 - stack VCSEL

Durante il funzionamento, il diodo tende a riscaldarsi. Il cambio di temperatura influenza la lunghezza d'onda emessa dal diodo. I diodi VCSEL, però, hanno una minore sensibilità della lunghezza d'onda col variare della temperatura, circa 5 volte inferiore rispetto ai tradizionali Edge-Emitter. Nei VCSEL infatti la lunghezza d'onda è definita dallo spessore ottico della cavità a modo singolo longitudinale, e questo spessore è solo marginalmente influenzato dalla temperatura (l'indice di rifrazione e lo spessore della cavità hanno una debole dipendenza dalla temperatura). Viceversa, nei diodi Edge-Emitter la lunghezza d'onda è definita dalla lunghezza d'onda nel picco di guadagno, che ha un dipendenza dalla temperatura molto più marcata.

Una banda selettiva della radiazione infrarossa è fondamentale per il processo di epilazione tramite fototermolisi selettiva, che sfrutta una piccolissima banda della radiazione emessa.

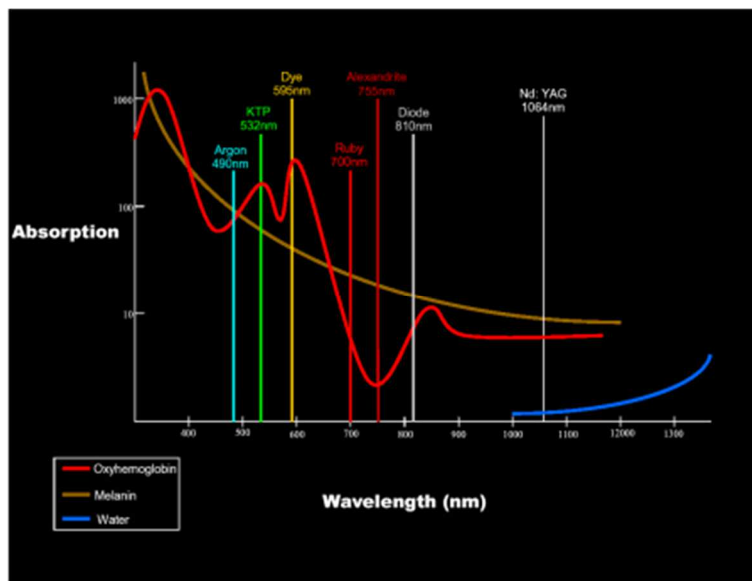


Figura 9 – spettro assorbimento radiazione elettromagnetica

Il grande vantaggio del laser nei confronti della vecchia tecnologia IPL (luce pulsata) è la maggiore selettività della lunghezza d'onda della radiazione emessa. Nella tecnologia IPL la lampada emette uno spettro molto ampio, per cui vengono usati dei filtri per restringere la banda. Nonostante ciò essa risulta molto ampia, per cui si rischiano fenomeni di bruciature. Il laser Edge-Emitter ha uno spettro ampio circa 5-7nm, mentre nel VCSEL tale banda è inferiore ad 1nm. Il VCSEL risulta quindi più selettivo in frequenza, a tutto vantaggio del trattamento di epilazione.

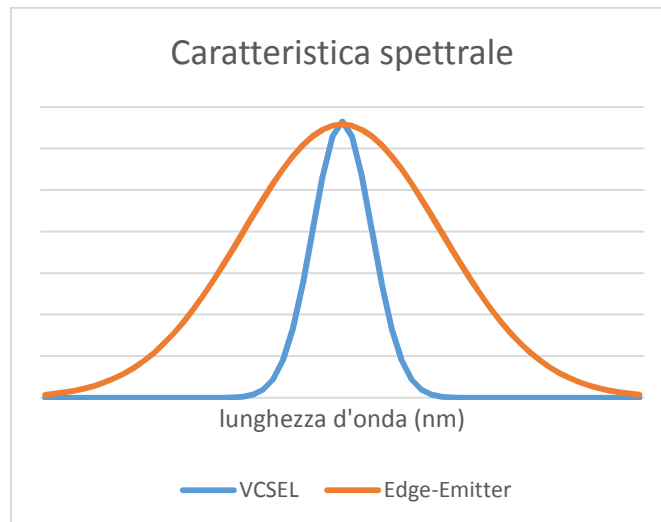


Figura 10 - caratteristica spettrale

Il tradizionale diodo Edge-Emitter, per suoi limiti tecnologici, può funzionare in un range di temperatura molto ristretto e ben definito (tipicamente 25°C costanti). Questo vincola il costruttore ad utilizzare dei costosi ed ingombranti sistemi di raffreddamento attivi (chiller), solitamente con compressore a gas. Il diodo VCSEL, viceversa, può lavorare in un range di temperatura più elevato. Questo rende superflua l'adozione del chiller, in favore di sistemi più compatti ed affidabili.

Un altro aspetto a favore del diodo VCSEL è l'assenza del problema di COD (catastrophic optical damage). Nell'Edge-Emitter l'emissione avviene, come già detto, da uno dei bordi. Questa piccola superficie di emissione deve essere trattata con un processo che crea un particolare rivestimento (coating), che la rende simile ad uno specchio. Questo processo è critico, e la superficie ottenuta è molto delicata. Essendo attraversata dall'intero fascio laser, una minima imperfezione comporta una prematura e catastrofica rottura.

7

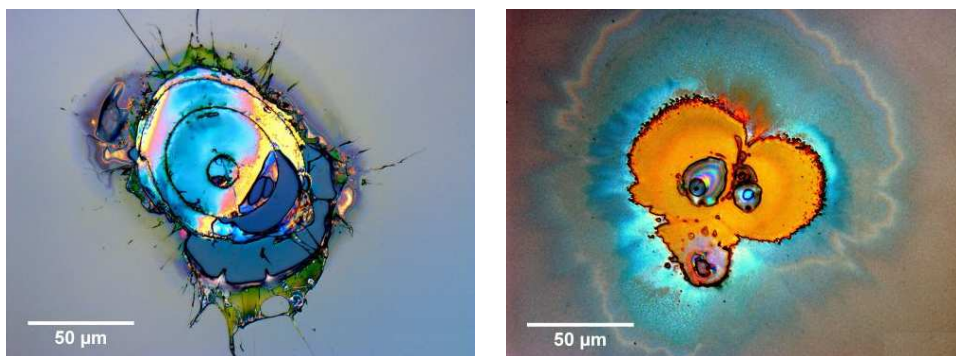


Figura 11 - esempi di COD (catastrophic optical damage)

Il diodo laser assorbe corrente elettrica e genera un flusso di fotoni. Esiste un valore di corrente al di sotto della quale il fenomeno laser non si innesca. Al di sotto di questa soglia (threshold) quindi il laser risulta non utilizzabile. Questo valore è inferiore nei diodi VCSEL rispetto agli Edge-Emitter, permettendo di poterli usare in un range di funzionamento più ampio.

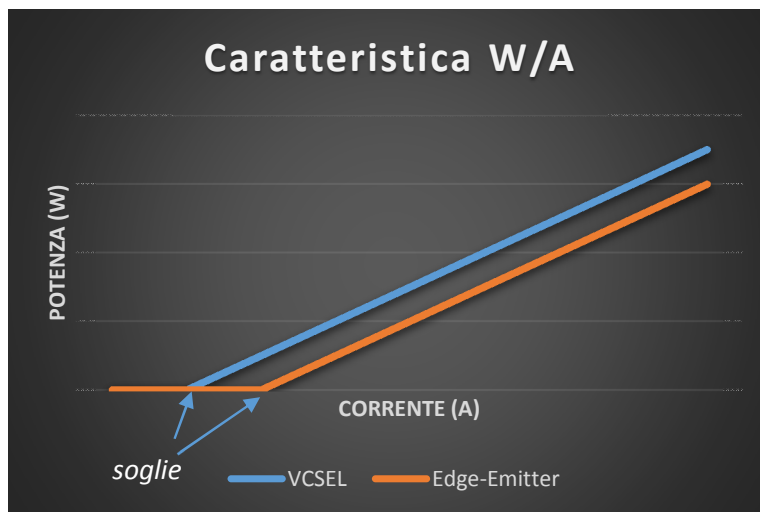


Figura 12 - caratteristica Potenza/Corrente

Come si vede dal grafico sopra, la corrente di soglia del diodo VCSEL è inferiore rispetto a quella del Edge-Emitter. Questo permette una maggiore modulazione della potenza istantanea del laser, che unita al controllo del tempo di emissione, consente una maggiore varietà di casi di utilizzo. La stessa energia infatti può essere trasferita al bersaglio (bulbo del pelo) con diverse modalità: alta potenza e breve tempo, oppure bassa potenza e tempo lungo. L'energia infatti è il risultato della potenza per il tempo.

Sappiamo che l'emissione laser infrarossa che viene utilizzata per l'epilazione è frutto del contributo di tanti piccoli diodi laser, che sono nell'ordine del centinaio nel caso dell'Edge-Emitter, o addirittura decine di migliaia nel caso del VCSEL. Tutti questi emettitori devono 'illuminare' una ben determinata superficie (la zona del trattamento). Per unire tutti questi contributi è fondamentale disporre di una guida ottica, che sommi tutti questi fasci e li veicoli verso il target. Per avere buone prestazioni questi fasci laser dovrebbero essere più possibile paralleli ed il cono di emissione avere un valore di divergenza molto basso (cono stretto). I tradizionali diodi Edge-Emitter hanno un cono di emissione ellittico, con una divergenza tipica nell'intorno di 30-40 gradi. I diodi VCSEL, per contro, hanno un cono di emissione circolare, con divergenza ben più contenuta, nell'intorno di 10 gradi. La figura sotto evidenzia questo aspetto, per confronto viene visualizzato anche l'emissione dei tradizionali diodi led (non laser):

8

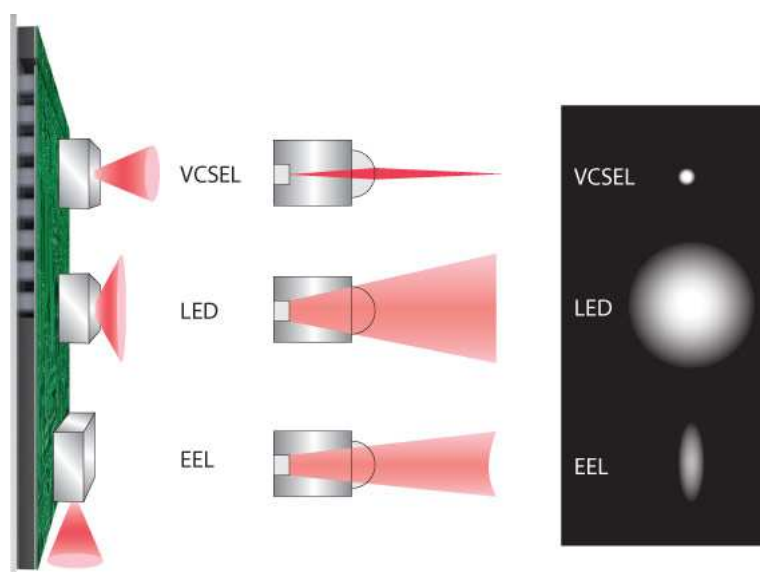


Figura 13 - caratteristiche di emissione (EEL=Edge-Emitting Laser)

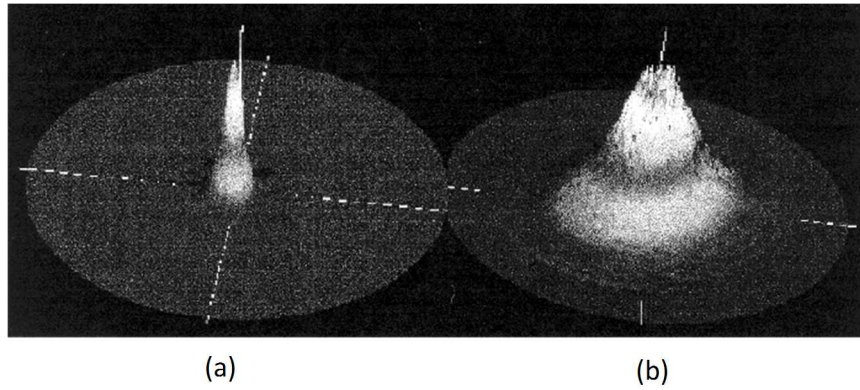


Figura 14 - cono di emissione. (a) VCSEL, (b) Edge-Emitter

Questo aspetto è importante nel progetto dell'ottica. Un fascio con divergenza minore (più convergente) è più facile da indirizzare verso il bersaglio.

Conclusioni

In breve possiamo riassumere i vantaggi del diodo VCSEL nei confronti del classico Edge-Emitter:

- Maggiore superficie di emissione
- Maggiore uniformità della superficie di emissione
- Maggiore densità di potenza disponibile
- Gestione del calore semplificata
- Spettro della lunghezza d'onda più selettivo
- Maggiore stabilità della lunghezza d'onda
- Maggiore affidabilità
- Corrente di soglia inferiore
- Migliori caratteristiche del cono di emissione